విజ్ఞాన సర్వస్వము

పన్నెండవ సంపుటము

ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ

తెలుగు భాషా సమితి

హైదరాబాదు : : మద్రాసు

Blank Page

విజ్ఞాన సర్వస్వము

పన్నెండవ సంపుటము

ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ

ముఖ్య సంపాదకుడు

కె. ఎల్. రావు

సంపాదకులు

వి. వి. ఎల్. రావు
డి. వేంకటేశ్వర్లు
ఎన్. ఎస్. నారాయణరావు
వి. నరసింగరావు

సంగ్రాహకుడు

బుడ్డిగ సుబ్బరాయన్

1970

తెలుగు భాషా సమితి
హైదరాబాదు * మద్రాసు

©
1970
తెలుగు భాషా సమితి

తెలుగు భాషా సమితి లిఖిత పూర్వకమైన అనుమతి లేనిదే ఇందలి వ్యాసములుగాని, చిత్రములుగాని పునర్ముద్రింపరాదు

Published with the financial assistance from
Ministry of Education, Government of India

ముద్రణ :
హిందీ ప్రచార ప్రెస్
మద్రాసు - 17
&
కళా ప్రింటర్స్
మద్రాసు - 33

మేలు ప్రతి (ఇండియాలో)
విదేశములలో
గ్రంథాలయ ప్రతి
సాదా ప్రతి

ప్రతులకు :
తెలుగు భాషా సమితి
71, యూనివర్సిటీ బిల్డింగ్స్
మద్రాసు-5

తెలుగు భాషా సమితి
ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ కాంపస్
హైదరాబాదు-7

ENGINEERING & TECHNOLOGY

12th Volume of VIJNANA SARVASVAMU (Encyclopaedia)

Published in Telugu in 16 Volumes by Telugu Bhasha Samiti ◉ Hyderabad ◉ Madras

Chief Editor: K. L. RAO

Editors: V. V. L. RAO, D. VENKATESWARLU, N. N. NARAYANARAO, A. NARASINGARAO

Compiler: B. SUBBARAYAN

De luxe edition
(in India)
Overseas
Library edition
Popular edition

For copies:
Telugu Bhasha Samiti
71, University Buildings.
Madras-5
Telugu Bhasha Samiti
Osmania University Campus
Hyderabad-7

ప్రకాశకుల విజ్ఞప్తి

స్వతంత్ర భారతమున తెలుగువారు సుశిక్షిత పౌరులుగ ప్రవర్తించి యథోచిత పాత్ర నిర్వహింప వలయుననిన ప్రాచీన, ఆధునిక విజ్ఞానమునంతను సామాన్య ప్రజల అందుబాటులోనికి తెచ్చుట అవసరమను భావమే ఈ విజ్ఞాన సర్వస్వ ప్రచురణకు మూలకారణము.

కీ. శే. కొమర్రాజు లక్ష్మణరావు 1915 లో అకారాదిగ 'ఆంధ్ర విజ్ఞాన సర్వస్వము' ను ప్రచురింప మొదలుపెట్టి 1917 నాటికి మూడు సంపుటములను (అ - అర్హ వరకు) ప్రకటించిరి. నాలుగవ సంపుటమును ప్రకటింప సంకల్పించి సామగ్రిని సేకరించుచు మధ్యలో 1923 లో వారు కాలధర్మ మొందిరి. పిమ్మట కీ. శే కాశీనాథుని నాగేశ్వరరావు లక్ష్మణరావు కృషిని పునరుద్ధరించి కొనసాగింప ప్రయత్నించిరి. కాని, 1938లో వారు కూడ నిర్యాణము చెందుటతో ఆ మహత్తర కార్యము అంతటితో ఆగిపోయినది. ఇట్టి ఘనకార్యము కేవలము వ్యక్తులమీదనే ఆధారపడినయెడల ఆ వ్యక్తు లస్తమించుటతో ఆ కార్యము ఆగిపోవును గావున శ్రీమంతుల తోడ్పాటు, ప్రభుత్వ సాహాయ్యము కలిగిన ఒక సంస్థమాత్రమే ఈ కృషిని నిరంతరాయముగ కొనసాగింప కలుగునను ఉద్దేశముతో 1947 లో మద్రాసులో తెలుగు భాషా సమితి స్థాపింపబడినది. మద్రాసు విశ్వవిద్యాలయమువారి సౌజన్యాదరముల ఫలితముగ విశ్వవిద్యాలయ భవనములలో స్థావరము లభించుటతో అచట తన కార్యస్థానమును నెలకొల్పుకొని, 10-5-1948 న సమితి తెలుగున విజ్ఞాన సర్వస్వ రచనకై విషయ సామగ్రిని సేకరింప నారంభించినది.

కీ. శే. లక్ష్మణరావు తలపెట్టిన రచనావిధానము అకారాది వర్ణక్రమమును అనుసరించినది. అది సంప్రదాయసిద్ధమగు రచనావిధానమే ఐనను దానిని అనుసరించి పని సాగించు నెడల విషయ సంగ్రహణమంతయు సమగ్రముగ పూర్తి అయి అన్ని సంపుటములును వెలువడిన తరువాతనే అది ఉపయోగకరమగును. అదియును గాక, విశ్వవిద్యాలయ స్థాయియందు కూడ ప్రాంతీయ భాషలోనే బోధనాదులు జరుపు సౌకర్యమేర్పడి, పారిభాషిక పదములకు సువిదితార్థములు ఏర్పడిన గాని విజ్ఞాన సర్వస్వ రచనలో సంప్రదించుటకు వీలగు అకారాది వర్ణక్రమ రచనా విధానము నవలంబించుటవలన ఎక్కువ ప్రయోజనము లేదు. అందువలన తెలుగువారికి సుబోధముగ ఉండునట్లు విజ్ఞాన సర్వస్వరచన సాగించి వేగముగ ఒకటి తర్వాత ఒకటిగ పదునారు సంపుటములలో (ఆదిలో అవలంబించిన 12 సంపుటముల ప్రణాళిక 1960 లో 16 సంపుటముల పథకముగా సవరింపబడినది) విజ్ఞానవిషయమంతయు ప్రకటించుటకు సమితి పూనుకొనినది. ఈ రచనా విధానమున ఒక్కొక్క సంపుటము ఒక ప్రత్యేక విషయమునకో లేక కతిపయ సన్నిహిత విషయములకో ఉద్దిష్టమైనది. పాఠకుల సౌకర్యార్థము ఆ యా విషయములకు సంబంధించిన ప్రత్యేకాంశముల సమాలోచన సౌలభ్యమునకై ఒక అకారాది వివరణ భాగము కూడ జతపరుప సంకల్పింపబడినది.

ప్రతి సంపుటమునను మొదటి విభాగమున ఆ సంపుటమునకు చెందిన విషయము లన్నియు ఆమూలాగ్రము సంక్షిప్తముగ పాఠ్యగ్రంథములలో వలె వివరింపబడును. రెండవభాగమున ఆ యా విషయములకు సంబంధించిన వివిధాంశములు సంప్రదాయ సిద్ధమైన విజ్ఞాన సర్వస్వ రచనావిధానమును అనుసరించి అకారాది వర్ణక్రమముగ కూర్చబడును. ప్రతి సంపుటమందును మొదటిభాగమందలి

సంక్షిప్త కథనము ఆ విషయముతో ప్రప్రథమముగ పరిచయము కలిగించుటకు చక్కగా ఉపకరింప గలదు. ఏ ప్రత్యేకాంశము నైనను తెలిసికొనగోరువారికి అకారాది వర్ణానుక్రమ వివరణము సహాక రించును. ఈ విధానమును ఇదివర కెవరును అనుసరించి ఉండలేదు.

మొదటి సంపుటము (చరిత్ర - రాజనీతి) 1954 లో ప్రకటింపబడినది. ఆ వెనువెంటనే 1955 లో రెండవ సంపుటము (భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములు) వెలువడినది. ఈ రెండు సంపుటములును ఆంధ్ర విజ్ఞానప్రియుల ఆదరణ ఫలితముగ పూర్తిగ ఖర్చయినవి. ఆ సంపుటములలోని విషయ సామగ్రిని పునర్వ్యవస్థీకరించి, విస్తరించి అనేకములయిన నూతన విషయములు చేర్చడమయినది. సంశోధిత పునర్ముద్రితము ఇటీవల జరిగినది.

1956 లో ఆంధ్రప్రదేశ్ ప్రత్యేక రాష్ట్రముగ ఏర్పడి ఆంధ్ర సంస్కృతి చరిత్రయందొక నూతన యుగమునకు నాందీ ప్రస్తావన జరిగినది. తదనుగుణముగ తన కార్యకలాపములను విస్తరింప జేసి, వివిధ విశ్వవిద్యాలయ కేంద్రములందలి పండితుల సాయముతో త్వరితగతిలో సంపుటములను వెలువరించుటకై హైదరాబాదునందును, కొంతకాలము వాల్తేరునందును కూడ సమితి తన శాఖా కార్యస్థానమును నెలకొల్పినది. ఆ తరువాత 1959 లో మూడవ సంపుటమును (తెలుగు సంస్కృతి) సమితి వెలువరించినది. 1960 లో 16 సంపుటముల నూతన ప్రణాళిక సిద్ధము చేసినప్పుడు తెలుగు సంస్కృతి సంపుటమునకు మరికొంత భాగము చేర్చి దానిని రెండు సంపుటములుగా విడదీయుటకును, వెనుకటి ప్రణాళికలోని 3 వ సంపుటము పొందిన కొద్దిమందికొరకు అదనముగ చేర్చిన భాగమును మాత్రము అనుబంధ సంపుటముగా ప్రకటించుటకును నిశ్చయింపబడినది.

ఆ ప్రకారము పూర్వ వత్సరములందు గడించిన అనుభవము కారణముగా సమితి తన కార్య క్రమమును మరింత త్వరితగతిని కొనసాగించి, 1961 లో నాలుగవ సంపుటము (తెలుగు సంస్కృతి-2) తెలుగు సంస్కృతి అనుబంధము, అయిదవ సంపుటము (అర్థ, వాణిజ్య, భూగోళ శాస్త్రములు), ఆరవ సంపుటము (విశ్వసాహితి) యును, 1963 లో ఏడవ సంపుటము (దర్శనములు, మతములు) యును, 1965 మార్చిలో ఎనిమిదవ సంపుటము (వ్యవసాయ, పశుపాలన, అటవీశాస్త్రములు) యును, తొమ్మి దవ సంపుటము (గణిత, ఖగోళశాస్త్రములు) యును, పదియవ సంపుటము (సాంఘిక శాస్త్రములు) యును, 1968 లో పదకొండవ సంపుటముగా న్యాయ, పరిపాలనాశాస్త్రములు వెలువరింపగలిగినది.

ఈ 'ఇంజనీరింగు, టెక్నాలజీ' అను విషయమునకు సంబంధించిన ఈ పన్నెండవ సంపుటమును ఈ విధముగ తీర్చిదిద్దుటలో భారతదేశములో - ముఖ్యముగ ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని - ఆ యా సాంకేతికరంగ ములలో ప్రత్యేకమైన కృషిచేసి జగత్ప్రసిద్ధిని గాంచిన నిష్ణాతుల సహకారమువలన నేటికి వెలువరించుట సాధ్యము అయినది.

ఇందు ముఖ్యముగ ఈ సంపుటమునకు రూపురేఖలు తీర్చిదిద్దిన ప్రముఖ ఇంజనీరు, నేటి కేంద్ర జల విద్యుత్తు మంత్రి డాక్టరు కె. ఎల్. రావు ముఖ్య సంపాదకులుగా సంపుటమునకు సారథ్యము వహించిరి. వీరు ముఖ్యముగా సివిలు ఇంజనీరింగు విభాగమునకు సంబంధించిన శీర్షికలు ఎన్నికచేసి కేంద్ర జల విద్యుత్తు సంస్థ (సెంట్రల్ వాటర్ & పవర్ కమిషన్) లోని నిపుణులచే ఆ యా విషయములపై ప్రత్యేక వ్యాసములు వ్రాయించిరి. వీరికి సాయముగా వరంగల్లులోని రీజనల్ ఇంజ

నీరింగు కాలేజీలో ప్రిన్సిపాల్‌గా పనిచేసిన వి. వి. ఎల్. రావు, సెంట్రల్ మెకానికల్ ఇంజనీరింగు రీసెర్చి ఇనిస్టిట్యూట్‌లో ఆటో మొబైల్ డివిజన్‌కు అధ్యక్షతనమును నిర్వహించిన ఎన్. ఎన్. నారాయణరావు, మద్రాసులో ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీలో కెమికల్ ఇంజనీరింగు శాఖకు అధ్యక్షులుగా ఉన్న డాక్టరు డి. వేంకటేశ్వర్లు, ఆంధ్ర యూనివర్సిటీలో భూశాస్త్ర విభాగమున రీడరుగా ఉన్న డాక్టరు ఏ. నరసింగరావు వారి వారి ప్రత్యేకరంగములకు సంబంధించిన విషయములను నిర్వహించి సమితి కృషికి తోడ్పడిరి. ఈ విధముగా సంపుటమును సంకలనము చేయుటలో మాకు తోడ్పడిన సంపాదకులకు, తమ రచనలు పంపి మాతో సహకరించిన రచయితలకు మా ధన్యవాదములు.

ఈ విజ్ఞాన సర్వస్వ కార్యకలాప మంతటిని సాధించుటకు సుమారు 20 లక్షల రూపాయలు కావలసి యుండునని అంచనా వేయడమైనది. అభిమానులు, ఉదారులు అయిన ధనవంతులవద్ద ధనము సేకరించుటకు సమితి నిశ్చయించుకొన్నది. విజయనగర మహారాజా, పిఠాపురము మహారాజా, తిరుపతి దేవస్థానము కమిటీ, సింహాచలము దేవస్థానము కమిటీ, శ్రీ వి. రామకృష్ణ, ఉయ్యూరు షుగర్ ఫ్యాక్టరీ, శ్రీ గోగినేని వెంకటసుబ్బయ్య మొదలగువారు ప్రశంసనీయమైన ఔదార్యముతో విరాళము లిచ్చియున్నారు. దాతలనుండి చేకూరిన మొత్తము రూ 2,50,000. ప్రత్యేక ఆంధ్ర రాష్ట్రమేర్పడక మునుపు ఉమ్మడి మద్రాసు ప్రభుత్వమువారు సంవత్సరమునకు లక్ష రూపాయలు చొప్పున ఐదు సంవత్సరములకు ఐదు లక్షలు ఇచ్చుటకు వాగ్దానము చేసిన విరాళములో అక్టోబరు 1970 నాటికి మద్రాసు, ఆంధ్రప్రదేశ్ ప్రభుత్వములు ఇచ్చిన మొత్తము రూ. 5,49,999.87. మార్చి 1970 నాటికి కేంద్ర విద్యాశాఖ రూ. 4,37,000 గ్రాంటుగా ఇచ్చినది. వీరందరికిని, సమితి భవన నిర్మాణమునకై దీర్ఘకాల కౌలుపద్ధతి మీద ఎ. 1.50 సెంట్లు (0.603 హెక్టేరులు) భూమిని తమ ప్రాంగణమున కేటాయించి ఇచ్చిన ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ మాజీ వైస్ ఛాన్సలరు డాక్టరు డి. ఎస్. రెడ్డి, ఇప్పటి వైస్ ఛాన్సలరు శ్రీ రావాడ సత్యనారాయణ, మద్రాసు యూనివర్సిటీ భవనములందు తెలుగు భాషా సమితి కార్యస్థానమును నెలకొల్పుకొనుటకు అవకాశము కల్పించి అనేక విధములగు సౌకర్యములు కలుగజేసిన మాజీ వైస్ ఛాన్సలరు డాక్టరు సర్. ఆర్కాటు లక్ష్మణస్వామి మొదలియారు, ప్రస్తుతము వైస్ ఛాన్సలరు ఎన్. డి. సుందరవడివేలు, వాల్తేరులో శాఖా కార్యాలయము ఉన్నంత కాలము (1963 వరకు) తమ భవనములలో ఉచితముగ స్థలము ఇచ్చిన ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయము వైస్‌ఛాన్సలరులు మా కృతజ్ఞతా పాత్రులు.

ఈ సంపుటమును సాధ్యమైనంత నిర్దుష్టముగను, అందముగను, ఆకర్షకముగను ముద్రింపించిన కళా ప్రింటర్స్, హిందీ ప్రచార ప్రెస్ కార్యకర్తలకు మా ధన్యవాదములు.

శక 1892 ఆశ్వయుజ, 18 - శనివారము

1970 అక్టోబరు, 10 శనివారము

మోటూరి సత్యనారాయణ
దండా వేంకట సుబ్బారెడ్డి
కార్యదర్శులు
తెలుగు భాషా సమితి

బెజవాడ గోపాలరెడ్డి
అధ్యక్షులు
తెలుగు భాషా సమితి

తెలుగు భాషా సమితి

కార్య నిర్వాహక వర్గము

అధ్యక్షులు : డాక్టరు బెజవాడ గోపాలరెడ్డి

ఉపాధ్యక్షులు : శ్రీ జె. వి. నరసింగరావు

శ్రీ ఎమ్. ఆర్. అప్పారావు

కోశాధ్యక్షులు : శ్రీ పర్వతనేని బ్రహ్మయ్య

కార్యదర్శులు : శ్రీ మోటూరి సత్యనారాయణ

డాక్టరు దండా వేంకటసుబ్బారెడ్డి

సభ్యులు : శ్రీ పూసపాటి విజయరామ గణపతిరాజు

డాక్టరు ఎస్. బి. పి. పట్టాభిరామారావు

శ్రీ పసల సూర్యచంద్రరావు

శ్రీ పందిరి మల్లిఖార్జునరావు

శ్రీ తుమ్మలపల్లి వీరభద్రరావు

శ్రీమతి యశోదా రెడ్డి

శ్రీ ఖండవల్లి లక్ష్మీరంజనము

శ్రీ దేవులపల్లి రామానుజరావు

శ్రీ కొత్త సచ్చిదానందమూర్తి

సర్వస్వ విధాన నిర్ణయ సమితి

1. డాక్టరు సర్ ఆర్కాటు లక్ష్మణస్వామి మొదలియార్, ఎమ్. డి., ఎల్. ఎల్. డి, డి. ఎస్‌సి., డి. సి. ఎల్. (ఆక్సన్): ఎఫ్. ఆర్. సి. ఓ. జి., ఎఫ్. ఏ. సి. ఎస్.
2. శ్రీ టి. ఎస్. అవినాశలింగం చెట్టియార్, బి. ఏ., బి. ఎల్.
3. శ్రీ మామిడిపూడి వేంకటరంగయ్య, ఎమ్. ఏ.
4. శ్రీ డాక్టరు గిడుగు వేంకట సీతాపతి, బి. ఏ., ఎల్. టి., డి. లిట్.
5. శ్రీ మాగంటి బాపినీడు, బి. ఎస్‌సి. (కార్నెల్), ఎమ్. ఎస్‌సి. (కాలిఫోర్నియా).
6. శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావు, ఎమ్. ఎస్‌సి.

ఉపోద్ఘాతము

ఆధునిక మానవ జీవనమునకు సౌకర్యమును సమకూర్చిన వైజ్ఞానిక విషయములను దేశ ప్రజలు చూచాయగా గ్రహించుటకు తెలుగు భాషలో - విజ్ఞాన సర్వస్వ ప్రణాళికలో - ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ అను విషయములకు సంబంధించిన సంపుటము చేర్చి, దానిని ప్రచురించుటకు తెలుగు భాషా సమితి ఉద్యమించుట సాహసముతో కూడిన మహా ఘనకార్యముగనే చెప్పవలసి ఉన్నది.

వాస్తవమునకు 16 వ శతాబ్దారంభముననే విజ్ఞానయుగము ఉదయించినదనవచ్చును. పెక్కుమంది కృషి ఫలితముగా విజ్ఞానమునకు సంబంధించిన ఆవిష్కరణలు అనేకములు బయటపడుటతో ప్రకృతి నైజము మానవునకు తెల్లమగుట ఆరంభమయ్యెను. ఈ విజ్ఞాన విశేషములు మానవ ప్రయోజనమునకు అందుబాటులోనికి తెచ్చుటకు ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ అభివృద్ధి సహకరించినది. అటు సిద్ధాంతస్థాయిలో కొట్టుమిట్టాడు విజ్ఞాని కృషిని సంఘముయొక్క ప్రయోజనమునకు తెచ్చుటకు ఇంజనీరు సంధానకర్తగా తన స్థానమును నిలబెట్టుకొన్నాడు. ప్రయోజన స్థాయిని సాధించుటకు ఇంజనీరింగు రంగమున బహుళకృషి అవసరము. మాట వరుసకు - చివరకు విద్యుత్తును ఉత్పత్తిచేయు డైనమోను నిర్మించిన కీర్తి ఫారడేకు దక్కినప్పటికి - అంతకుముందు పెక్కుమంది విజ్ఞానుల కృషి ఆయనకు ఉపకరించినది.

దాదాపు నూటయాభయి ఏండ్ల క్రిందట ఇంగ్లండులోని జాతీయ విజ్ఞానపరిషత్తు (నేషనల్ సొసయిటీ ఆవ్ సైంటిస్ట్సు) లో విద్యుత్తు ఉత్పత్తి సూత్రమును ఫారడే వివరించిన తరుణములో తన ఆవిష్కరణలోని ప్రగాఢ సమస్యలు అతనికే తెలియవు ! ఆనాటి సభలో ఒక బాలింత బిడ్డను ఒడిలో పెట్టుకొని ఉపన్యాసమును శ్రద్ధగావిని, తన ఆవిష్కరణ (విద్యుత్తు ఉత్పత్తి) ప్రయోజనమేమని ఫారడేను ప్రశ్నించెను. దానికి సమాధానముగా ఫారడే 'అవునమ్మా ! నీ ఒడిలో ఉన్న బిడ్డ ప్రయోజనమే' మని ఎదురు ప్రశ్నవేసి, 'బిడ్డ పెరిగి, పెద్దవాడయి నీకు ప్రయోజనపడాలి కదా !' అనెనట. అలాగే ప్రశ్నించిన ప్రభుత్వ మంత్రికి కూడ 'విద్యుత్తు వినియోగము నానాటికి పెరిగి, ప్రభుత్వముచేతనే పన్ను విధింపబడవచ్చునని' సమాధానమిచ్చెను. ఈ జోస్యము నిజమై ఈనాడు పెక్కు ప్రపంచ ప్రభుత్వముల ఆదాయములకు విద్యుత్తు ముఖ్యాధారమయ్యెను.

ఈ విధముగా గత రెండువందల ఏండ్లలోనూ వెలుగు చూచిన విజ్ఞానము (సైన్సు) నకు సంబంధించిన ఆవిష్కరణలను ప్రయోజనకరములుగా రూపొందించుటకు ఇంజనీరులు బాధ్యతవహించిరి. ఈ శతాబ్దమున విజ్ఞానము ఉరకలు పరుగులమీద అభివృద్ధిచెందినది. ఇంజనీరు కూడ అమితోత్సాహముతో ఈ పోటీలో పాల్గొని తన విధ్యుక్తధర్మమును నిర్వహించినాడు. ఆధునికయుగపు పౌరులమగు మనకందరికీ ఇంజనీరింగుకు సంబంధించిన వివరములు స్థూలముగానైనను తెలిసి ఉండవలెను. ఈ విషయమును మనస్సునందు ఉంచుకొనియే, ఈ సంపుటపు రూపురేఖలు తీర్చి దిద్దబడినవి.

ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ విషయములకు సంబంధించిన ఈ సంపుటమున ప్రారంభ పుటలలో అనేక రంగములకు చెందిన విషయ వివరణ స్థూలముగా సమీక్ష పేరిట పరిచయము చేయబడినది. నాటి రాతియుగమునుండి నేటి రోదసీయుగమువరకు మానవుడు తన కౌశలమును ఇతోధికము

చేసిన రీతిని ఇంజనీరింగు తథా టెక్నాలజీ క్రమ వికసనము చూచాయగనే అందించబడినది. పంటనీటి వనరుల అభివృద్ధి ఉగ్గడింపబడిన తరుణములో ఆ రంగమున ఆంధ్ర ప్రదేశ్ సాధించిన ప్రగతి వివరించ బడినది. అట్లే, విద్యుత్తు ఉత్పత్తి రంగమున భారతదేశము స్వాతంత్ర్యానంతరము సాధించిన ప్రగతిని పరిచయము చేసినప్పుడు ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో సాధించబడిన ప్రగతి కూడ చర్చింపబడినది. టెలిఫోన్, టెలిగ్రఫీ, ముద్రణ, రవాణా సౌకర్యములు, రోదసీయానము, పరమాణుశక్తి, రాసాయనిక పరిశ్రమ - ముఖ్యముగా ఇనుము, ఉక్కు పరిశ్రమ - వాటి క్రమ వికాసము పొందుపరుపబడినవి. భూ శాస్త్రము కూడ ఈ సంపుటమునందే చేర్చబడినది. ఈ విధముగా సమీక్షా భాగమున స్థూలపరిచయము చేయ బడిన శీర్షికలు పాఠకునియందు ఆసక్తి జనింపజేయగా, రెండవ భాగమయిన అకారాది వివరణమందు ఆ యా శీర్షికలు మరింత విపులముగా విశదీకరింపబడినవి.

ఈ సంపుటమును ఈ రూపములో మీకు అందించుటలో ఆ యా విషయములలో నిష్ణాతు లయిన ప్రొఫెసరు వేపా వేంకటలక్ష్మణరావు (ఎలక్ట్రానిక్స్, కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు, ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు); దెందులూరి వేంకటేశ్వరులు (రాసాయనిక ఇంజనీరింగు), శ్రీ ఎన్. ఎన్. నారాయణరావు (మెకానికల్ ఇంజనీరింగు), డాక్టరు ఏ. నరసింగరావు (భూ శాస్త్రము) నాతో సంపాదక సమితిలో సభ్యులుగా తమ బాధ్యతను నిర్వహించి, సహకరించిరి. సమీక్షాభాగమును సంపుట సంగ్రాహకుడు శ్రీ బుడ్డిగ సుబ్బరాయన్ రూపొందించి, పలువురు ప్రముఖులకు పంపి, వారి సలహాల మేరకు మార్పులు, చేర్పులు చేసి అందించుటయేగాక, ఈ ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ సంపుటపు రూపకల్పనలో తొలినుండి తుదవరకు కార్యభారమునంతటినీ కడు సమర్థతతో నిర్వహించిరి.

న్యూఢిల్లీ
4 - 8 - 1970

మకాం మద్రాసు.

కె. ఎల్. రావు
ముఖ్య సంపాదకుడు
ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ

సంపాదకీయ భూమిక

తెలుగు భాషా సమితి కార్యనిర్వాహకులు పూనుకొన్న విజ్ఞానసర్వస్వ నిర్మాణమున పన్నెండవ దయిన ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ అను ఈ సంపుటమునకు ముఖ్య సంపాదక బాధ్యతను నిర్వహించిన డాక్టరు కె. ఎల్. రావు తమ ఉపోద్ఘాతమున సంపుట ధ్యేయమును గూర్చి వివరించిరి. ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ ఈనాడు బహుతెరగుల పరిణతి చెందినది. సామాన్య పాఠకునికి ఎంతవరకు చెప్పతగును అన్న సమస్య మొదటనే ఎదురైనది.

ఆదిలో విజ్ఞాన సర్వస్వమున భూశాస్త్రము, ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ అను రంగములకు సంబంధించి రెండు సంపుటములు వెలువరుచుటకు తెలుగు భాషా సమితి నిర్ణయించినది. కాని, కారణాంతరములవలన తరువాత ఒక సంపుటమునకే పరిమితము చేయవలసినదని సమితి కోరగా ఆ పని మరింత జటిలముగా పరిణమించినది. శీర్షికలను కొన్నింటిని తగ్గించి, ఉన్న శీర్షికల నిడివిని తగ్గించి మొత్తము మీద ఒకే సంపుటములో ఇమిడ్చి ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీని ఈ విధముగా అందజేయ గలుగుచున్నాము.

ఈ సంపుటమున చేర్చిన వ్యాసావళి వేర్వేరు సాంకేతిక విజ్ఞాన రంగములకు చెంది, ప్రమాణ స్థాయిలో వైవిధ్యము ఉండుట వల్లనూ, రచయితలు ఇంగ్లీషులోనే తమ రచనలు అందించుటవల్లనూ వాటిని ఒక కోవకు గుదికట్టుట క్లిష్టమైనది. తెనిగించినవారు కూడ వేర్వేరు అనువాదకులు కావడము వల్ల వాటి అవగాహన స్థాయిలో తౌల్యమును చేకూర్చుట మరింత జటిలమైనది. అయినప్పటికి తెలుగు భాషా సమితి సంగ్రాహకుడు శ్రీ బుడ్డిగ సుబ్బరాయన్ ఈ పని సాధ్యమనిపించి మాకు తోడ్పడిరి. అర్థించినదే తడవుగా ఆ యా శీర్షికలను వ్రాసి పంపిన రచయితలు, అనువాదకులు ముఖ్యముగా సర్వస్వ పథకమునకు రూపురేఖలు తీర్చిదిద్దుటలో మాకు తోడ్పడిన శ్రీ జె. ఏ. మత్రే (డైరెక్టరు, సెంట్రల్ వాటర్ & పవర్ కమీషన్ న్యూఢిల్లీ), శ్రీ జి. వెంకటేశ్వరులు (రాసాయనిక శాఖ, త్యాగరాజ కాలేజి, మద్రాసు-21), శ్రీ బి. టి. ఏ. సాగర్ (డిప్యూటీ డైరెక్టరు, సెంట్రల్ వాటర్ & పవర్ కమీషన్, న్యూఢిల్లీ) మున్నగువారును మా కృతజ్ఞతకు పాత్రులు.

పారిభాషిక పదములను గూర్చి ఒక మాట చెప్పవలసి ఉన్నది. ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీకి సంబంధించిన శీర్షికలలో తారసిల్లు పదజాలము చాలవరకు ఇటీవల సృష్టించబడినదియే. ఆ యా భావములు కూడ నూతనములే అగుటవల్ల లిపిపరివర్తనకు ప్రాధాన్యమిచ్చి సర్వాంగీకారములయిన అంతర్జాతీయ పదములను యథాతథముగా స్వీకరించడమైనది. అయితే, రూఢమైన తెలుగు పదములు లభించినప్పుడు అవి వాడుక చేయబడినవి. కేంద్రప్రభుత్వ పరముగా కమీషన్ ఆవ్ సైంటిఫిక్ & టెక్నికల్ టెర్మినాలజీ సిద్ధపరచిన పదజాలమునుండి కూడ పెక్కుపదములు గ్రహింపబడినవి.

విజ్ఞాన సర్వస్వములో 12 వ సంపుటము అయిన ఈ ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీని ఈ విధముగా మీకు అందించుటలో మాలో కె. ఎల్. రావు - సివిలు ఇంజనీరింగునకును, వేపా వెంకటలక్ష్మణరావు - ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము, కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు, ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు శాఖలకును,

దెందులూరి వేంకటేశ్వరులు - రాసాయనిక ఇంజనీరింగునకును, ఎన్. ఎన్. నారాయణరావు - మెకానికల్ ఇంజనీరింగునకును, ఏ. నరసింగరావు - భూశాస్త్రమునకును సంపాదకత్వము నిర్వహించుట జరిగినది.

తెలుగు భాషా సమితి తలపెట్టిన విజ్ఞాన సర్వస్వ ప్రచురణమను ఈ మహోద్యమములో ఈ విధముగా మేము కూడ పాల్గొని యథాశక్తి సేవచేయగల అవకాశమును కలిగించిన తెలుగు భాషా సమితి కార్యదర్శులు, ముఖ్యముగా ఈ సంపుటము యొక్క ప్రగతిని ఎప్పటికప్పుడు ప్రోత్సహించిన శ్రీ మోటూరి సత్యనారాయణకు మేము మిక్కిలి కృతజ్ఞులము. ఈ సంపాదకత్వ కార్యనిర్వహణమున అనేకమంది ప్రముఖ విజ్ఞానులు, సాంకేతిక నిపుణులు, పరిశోధకులు మాకు తోడ్పడిరి. మేము దూరముగ ఉన్నను మా అభిమతములను గ్రహించి వ్యాసములను అనువదింపజేయించి, ముద్రణకు సిద్ధము చేయుటలోను మాతో పూర్తిగ సహకరించి పనిచేసిన సమితి కార్యకర్తలకు మా అభినందనలు. ఈ సంపుట ముద్రణ కార్యమును సంగ్రాహకుని పర్యవేక్షణకు లోబడి సమర్థముగా సాగించిన తిరుక్కండియూర్ శ్రీనివాసరామానుజమ్ మా కృతజ్ఞతకు ప్రత్యేకముగా పాత్రుడు. అవసరమైన చిత్రములను అందముగను, నిర్దుష్టముగను తయారుచేసి ఇచ్చిన చిత్రకారులకు, సంపుటమును సర్వాంగ సుందరముగా ముద్రింపించి ఇచ్చిన ముద్రణాలయాధిపతులకును మా ధన్యవాదములు.

ముఖ్య సంపాదకుడు :

కె. ఎల్. రావు.

సంపాదక సమితి

ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ

సంపాదకులు :

వేపా వేంకటలక్ష్మణరావు

దెందులూరి వేంకటేశ్వరులు

ఎన్. ఎన్. నారాయణరావు

ఏ. నరసింగరావు.

మనవి

ఎన్‌సైక్లోపీడియా బ్రిటానికావంటి సంప్రదాయ విజ్ఞాన సర్వస్వ నిర్మాణవిధానమున అనుసర క్రమమునగాక, విషయప్రధానముగా సంపుటములను వింగడించి ప్రకటించుట తెలుగు భాషా సమితి విశిష్టమైన పద్ధతి. ఇంతవరకూ ఇట్టి ప్రయత్నము ఏ భారతీయ భాషల్లోనూ జరిగి ఉండలేదు. అంతియె భాషలు ఇప్పుడిప్పుడు ఆధునిక విజ్ఞాన భావ పరంపరలను అందించుటకు వీలుగా పరిణతి చెందుచున్నవి. సమయమున విషయవారీగా ప్రకటించిన చదువరులకు ఒక్కచోట ఆ యా విషయములకు సంబంధించిన భా లన్నిటినీ సమకూర్చి అందించుట తేలికయని సమితి పథక నిర్ణేతలు భావించి, విజ్ఞాన సర్వస్వ నిర్మాణమునకు పూనుకొ ఇట్టి విధముగ ఇప్పటికి 11 సంపుటములు వెలువడినవి. ఇందులో రెండు, మూడు సంపుటములు తప్ప మిగతావాటన్నిటి తోను నాకు ప్రత్యక్ష సంబంధము కలదు. దాదాపు రెండు దశాబ్దములపాటు విజ్ఞానసర్వస్వనిర్మాణమున నాకు కలిగిన అనుభవపు ఫలితమే ఇది.

ఇక పన్నెండవదయిన ఈ ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ సంపుటమునకు సంబంధించినంతవరకు సమితి వ్యవస్థాపితమైన ప్రారంభ దశ (1948) లో ప్రొఫెసరు వి. వి. ఎల్. రావుగారు ఇంజనీరింగు రంగమునకు సంబంధించిన స్థూల పట్టికలను తయారు చేయించిరి. విజ్ఞాన సర్వస్వ పథకమును పునర్వ్యవస్థీకరించు సందర్భములో (1961) ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీని రెండు సంపుటములుగా వెలువరించుటకు నిర్ణయమైనది. అయితే, 1965 లో వ్యవసాయ, పశుపాలనా, అటవీ శాస్త్రములు, గణిత - ఖగోళశాస్త్రములు, సాంఘికశాస్త్రములు (వరుసగా 8, 9, 10 సంపుటములు) వెలువడిన తరువాతనే దీని నిర్మాణమును గూర్చి పూనిక వహించి, సమగ్రముగ ఆలోచించుట జరిగినది. 1965 ఉత్తరార్ధములో ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ సంపుటమునకు సంబంధించిన ఒక చిత్తు ప్రణాళికను సిద్ధపరచి విజ్ఞులయిన 40 మందికి పంపి వారి విమర్శలను అర్థించగా, పలువురు శ్రద్ధాసక్తులతో జవాబులిచ్చి తోడ్పడిరి. ఇందు పెక్కుమంది ఇంజనీరులు, టెక్నాలజీ రంగమున ప్రసిద్ధికెక్కినవారున్నూ ఉన్నారు. తలపెట్టిన ఈ ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ సంపుటమునకు డాక్టరు కె. ఎల్. రావుగారు ముఖ్య సంపాదకత్వమును నిర్వహించుటకు సమ్మతించుట సమితి భాగ్యము. ప్రభుత్వకార్య భారముతో మునిగి తేలుచున్నప్పటికిని వారు మొట్టమొదటినుండియు సమితి పనికి ప్రాధాన్యమునిచ్చి తోడ్పడుటయే గాక, ఢిల్లీలోని కేంద్ర జలవిద్యుత్తు సంస్థలోని శ్రీ వై. కె. మూర్తి, శ్రీ జె. ఏ. మత్రే, శ్రీ బి. టి. ఏ. సాగరు, ఇంకను పెక్కుమంది నిష్ణాతులయిన ఇంజనీరులను ప్రోత్సహించగా, సంపుట నిర్మాణమున వారందరూ సివిలు ఇంజనీరింగు విభాగ నిర్వాహమున సలహా సహకారములిచ్చి తోడ్పడిరి.

సమగ్రప్రణాళిక 1966 లో సిద్ధమైన తరువాత అకారాది వ్యాసములు సేకరించుటకు కృషిసాగినది. ఆ సంవత్సరాంతమునకు అధికసంఖ్యలో వ్యాసములు పలువురు రచయితలు పంపిరి. అకారాది వివరణములో చేర్చదగు విషయములను పరిష్కరించుటలోను, తగు రచయితలను ఎన్నిక చేయుటలోను సంపాదకులదే అంతిమ నిర్ణయము. ఇట్టి కృషిలో మొదటినుండియు ఎలక్ట్రికల్, ఎలక్ట్రానిక్ ఇంజనీరింగు విభాగములకు సంబంధించిన విషయములందు శ్రద్ధ వహించి చివరవరకూ తోడ్పడిన వేపా వేంకటలక్ష్మణరావుగారు సంపుటము ముద్రణ తుది దశలో ఉండగా దురదృష్టవశాత్తు మరణము పాలయిరి.

దుర్గాపూరులోని సెంట్రల్ మెకానికల్ ఇంజనీరింగు రీసెర్చ్ ఇనిస్టిట్యూట్‌లో ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు విభాగమునకు అధ్యక్ష స్థానమున ఉన్న శ్రీ ఎన్. ఎన్. నారాయణరావుగారు మెకానికల్ ఇంజనీరింగు శాఖకు సంబంధించిన విషయసామగ్రిని చాలవరకు ఆ యా విషయరంగములలో ఆరితేరిన వారిచేత వ్రాయించి పరిష్కరించి పంపిరి.

ఇక రాసాయనిక ఇంజనీరింగునకు సంబంధించినంతవరకూ మద్రాసులోని ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీలో రాసాయనిక ఇంజనీరింగు శాఖకు అధ్యక్ష స్థానమున ఉన్న డాక్టరు దెందులూరి వేంకటేశ్వరులు గారు ఆధ్వర్యవము వహించిరి, బొంబాయిలోని డాక్టరు పి. ఎస్. మూర్తి, మద్రాసులోని త్యాగరాయకాలేజి

ాయనిక శాఖ అధ్యక్షులు శ్రీ జె. వేంకటేశ్వరులు చేదోడు వాదోడుగా ఉండి, ఈ పనిలో పాలు పంచుకొనుటవలననే ్నంత మేరలో అంత విషయసామగ్రిని సంపుటమున చేర్చుటకు సాధ్యపడినది.

భూశాస్త్ర విభాగమును ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ సంపుటమున చేర్చుటవలన దానికి సంబంధించిన విషయ సేకరణలో ఆంధ్ర యూనివర్సిటీ భూశాస్త్రశాఖలో రీడరుగా ఉన్న డాక్టరు ఏ. నరసింగరావుగారు సకల విధముల సహకరించిరి.

విజ్ఞాన సర్వస్వ నిర్మాణమున తెలుగు భాషా సమితి అవలంబించిన పథకమును ననుసరించి ప్రతి సంపుటమున పూర్వభాగమున ఆ యా విషయములనుగూర్చి చారిత్రాత్మకమగు స్థూలపరిచయము ఉండవలెనని సంప్రదాయము. దానికి లోబడి సమీక్షను సిద్ధపరచుటకు ఒక ప్రత్యేక విధానము అనుసరించబడినది. 1967 లో దాదాపు 150 పుటలు గల ముసాయిదా సమీక్ష నొకదానిని ఇంగ్లీషులో సిద్ధపరచి దాని ప్రతులను విజ్ఞులయిన పలువురు ప్రముఖ విద్యాధికులకు పంపి వారి సలహాల మేరకు మరల దానిని పునఃరచియించి, అప్పుడు తెలుగుసేత కొనసాగించడమైనది.

ఈ సంపుటము ముద్రణ 1968 ఆగస్టులో ప్రారంభింపబడగా, 1970 అక్టోబరు 10 నాటికి ముగిసినది. అయితే, ఈలోగా 1967, 1968 సంవత్సరములలో ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ సంగ్రాహక కార్యకలాపములతోబాటు పదకొండవ సంపుటము (న్యాయ, పరిపాలన శాస్త్రము), మొదటి సంపుటము (చరిత్ర - రాజనీతి) రెండవ కూర్పు ముద్రణ కార్యము కూడ నిర్వహింపవలసివచ్చినది కనుక కొంత ఆలస్యమైనది. 1969 లో సమితి నిధులు కొరవడుటవలన ముద్రణ కార్యము వెనుకపడినది. మొత్తము మీద ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ సంపుటపు పాఠ్యభాగము ముద్రణ అక్టోబరు, 1970 నాటికి ముగిసినది. ఇంకను పాఠ్యభాగమునకు ముందు వెనుకల ఉండు పరిభాష, పట్టికలు ఇత్యాది సమకూర్చుటకును, మధ్య మధ్య చిత్రములు గల ప్లేటులకు అనువగు ఫోటోగ్రాఫులను తెప్పించి ముద్రణ కార్యమును ముగించుటకును మరికొంత కాలము పట్టినది.

పరిభాష విషయములో తగు సూచనలను సేకరించుటకుగాను 1967, జనవరి 26 తేదీన దక్షిణభారత పుస్తకసంస్థ సహకారమున తెలుగు భాషా సమితి ఒక సదస్సు నొకదానిని మద్రాసులో ఏర్పాటు చేసి, నిర్వహించినది. అందులో మద్రాసులోని పెక్కుమంది విద్యాధికులు పాల్గొని ప్రయోజనాత్మకమగు సూచనలను చేసిరి. దాదాపు ఈ సూచనలను దృష్టియందుంచుకొని ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీకి సంబంధించిన పదజాలము నిర్మింపబడినది.

మొత్తము సుమారు నూరుమందికి పైగా రచయితలు అకారాది వ్యాసములు వ్రాసి పంపిరి. ఇందులో దాదాపు అన్నియు ఇంగ్లీషున వ్రాయబడినవియే. తెలుగుసేతలో శ్రీ మేడేపల్లి వరహ నరసింహస్వామి, శ్రీ బొమ్మకంటి శ్రీనివాసాచార్యులు, టి. ఎల్. నరసింహారావు మున్నగు వారు సహకరించిరి. ముఖ్య సంపాదకులు డాక్టరు కె. ఎల్. రావుగారికిని, సంపాదకులు శ్రీ వేపా వేంకటలక్ష్మణరావు, శ్రీ ఎన్.ఎన్. నారాయణరావు, శ్రీ దెందులూరి వేంకటేశ్వరులు, శ్రీ ఏ. నరసింగరావుగారలకు ప్రత్యేక కృతజ్ఞతాభినందనలు. సమీక్ష, అకారాదిక్రమభాగములను వ్యవస్థీకరించుటలో తోడ్పడిన వారికిని, వ్యాసరచయితలకును, అనువాదకులకును, చిత్రములు, ఫోటోగ్రాఫుల విషయమున తగు సలహాలను ఇచ్చిన శ్రీ దశిక రామలింగేశ్వరరావుగారికిని కృతజ్ఞతాభినందనలు. నన్ను ఈ కార్యమునకు నియోగించుటయే కాక, ఎప్పటికప్పుడు నాకు ప్రోత్సాహమిచ్చిన సమితి కార్యదర్శి శ్రీ మోటూరి సత్యనారాయణగారికి నా కృతజ్ఞతాపూర్వక నమస్కారములు. ఇక కార్యరంగమున శ్రీ చీమకుర్తి శేషగిరిరావు (సంగ్రాహకుడు, హైదరాబాదు) సమితి బ్రాంచి మేనేజరు శ్రీ ఈరంకి రాయన్న, నాకు సహాయకులుగా ఉన్న సమితి సిబ్బంది ఆలమూరు వెంకటాచలము, పొట్లూరి లక్ష్మీనారాయణరావు, యామిజాల ఆనందన్, ముఖ్యముగా ఈ సంపుట నిర్మాణమున ఆదినుంచి తుదివరకు నాకు సహకరించిన తిరుక్కండియూర్ శ్రీనివాసరామానుజమ్ నా కృతజ్ఞతకు పాత్రులు.

బుడ్డిగ సుబ్బరాయన్
సంగ్రాహకుడు
తెలుగు భాషా సమితి

మద్రాసు
అక్టోబరు 10, 1970

రచయితలు

అ. న. నరసింగరావు, అ.; ఎమ్.ఎస్ సి., పి. ఎచ్ డి (లండన్), డి.ఐ.సి. (లండన్), ఎఫ్. జి. ఎస్. (లండన్), ఎఫ్. జి. ఎస్ (ఇండియా) రీడరు, జియాలజీ, ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.

ఖనిజములు; ఖనిజములు – వర్గీకరణము; ఖనిజ శాస్త్రము; ఖనిపరిశ్రమ; భూగర్భ ఖనిపరిశ్రమ; భూ రాసాయనిక ఖనిజ అన్వేషణ; భూ రాసాయనిక శాస్త్రము; రాగి ఖనిజములు; శిలా ఖనిజములు; శిలాశాస్త్రము.

అహుజ. అహుజ, పి. ఆర్.,

జాయింటు సెక్రటరీ, మినిస్టరీ ఆవ్ ఇరిగేషన్ & పవర్; గవర్నమెంటు ఆవ్ ఇండియా, న్యూఢిల్లీ.

జలశాస్త్రము; నీటివనరుల అభివృద్ధి – భారతదేశము.

అ. జో. జోగారావు, ఏ., ఎమ్. ఎస్ సి., డి. ఎస్ సి.,

ద్వారకా నగర్, విశాఖపట్టణము - 4.

విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమ.

అ. వెం. వెంకటాచలము, అలమూరు, బి. ఎస్ సి.,

మాజీ సహాయ సంగ్రాహకుడు, తెలుగు భాషా సమితి, యూనివర్సిటీ భవనములు, మద్రాసు-5.

ఆయిల్ అండ్ నాచురల్ గాస్ కమీషన్; ఆర్క్ రైట్, రిచర్డ్; ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ పెట్రోలియమ్: ఇండియన్ స్కూల్ ఆవ్ మైన్సు; ఇండియన్ స్టాండర్డ్ ఇనిస్టిట్యూషన్; ఇన్సడాక్స్; ఎడిసన్, థామస్ ఆల్వా; కాక్స్టన్, విలియమ్; కాటన్, ఆర్థర్; కామేశం, కొంరి; క్రప్, ఆల్‌ఫ్రెడ్; గాలి సదుపాయములు; గుడ్ ఇయర్, ఛార్లెస్; గ్యూటెన్‌బర్గ్, జాన్; జెంకిన్, హెన్రీ, ఛార్లెస్ ఫ్లెమ్మింగ్; జెప్లిన్, కౌంట్ వాన్ ఫెర్డినాండ్; జ్వార్‌కిన్, వ్లాడిమిర్ కోస్మా; టెల్‌ఫోర్డ్, థామస్; డాగరీ, లూయీ జాక్వియస్ మాండీ; డేవిస్, జాన్; బున్‌సెన్, రాబర్ట్ విల్‌హెల్మ్; రూపాంతర శిలలు.

ఆర్. ఎస్. గ. గల్హోట్, ఆర్. ఎస్, సి. ఇ., ఎమ్. ఐ. ఇ. (ఇండియా),

జనరల్ మేనేజరు (కమర్షియల్), త్రివేణి స్ట్రక్చరల్స్ లిమిటెడ్, అలహాబాదు.

కార్ఖానా నిర్వహణ.

ఆర్. సు. సుబ్రమణియన్, ఆర్.,

లెక్చరర్, కెమికల్ ఇంజనీరింగు శాఖ, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు - 36.

అమోనియా విశ్లేషణ; ఆక్సీకరణము; ఆల్కిలేషన్.

ఎ. ఎన్. ఆర్. నారాయణరావు, ఎ.

ద్వారకా, మద్రాసు - 4.

యంత్రపరికరములు.

ఎన్. ఎన్. నా. రా. నారాయణరావు, ఎన్. ఎన్., బి. ఇ. ఎ. ఎమ్. ఐ. ఇ.,

రీసెర్చి అండ్ డెవలప్‌మెంట్ డిపార్ట్‌మెంట్, కిర్లోస్కర్ ఆయిల్ ఇంజన్స్ లిమిటెడ్, కిర్‌కీ. పూనా - 3.

అకర్మన్ స్టీరింగు, ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు, ఆటోమోటివ్ స్టీరింగు,

ఎస్. ఎస్. ఆర్. ఆం. ఆంజనేయులు, ఎస్. ఎస్. ఆర్.
ఫెర్టిలైజర్ కార్పొరేషన్ ఆవ్ ఇండియా. సింద్రీ, బీహార్.
అమోనియా.

ఎస్. ఎస్. ఎల్. రావు. లక్ష్మణరావు, ఎస్. ఎస్.,
మాజీ సూపరింటెండింగు ఇంజనీరు, సెంట్రల్ పి. డబ్ల్యు. డి., కలకత్తా - 27.
విమానాశ్రయములు.

ఎమ్. బి. ఆర్. ఆర్. రామచంద్రరావు, ఎమ్. బి., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఎఫ్. ఎ. ఎస్‌సి., ఎఫ్. జి. ఎస్. (లండన్).
నెం. 3, బ్లా - II, కుమారా పార్క్ వెస్ట్, బెంగుళూరు - 20.
ఖనిజ అన్వేషణ - భూ భౌతిక పద్ధతులు.

ఎమ్. రా. రా. రాజారావు, ఎమ్., డి. ఎస్‌సి.,
అసిస్టెంట్ ప్రొఫెసర్ ఆవ్ కెమికల్ ఇంజనీరింగు, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, బొంబాయి.
అధిచూషణ; ఆర్ద్రీకరణము, వాతానుకూలనము.

ఎమ్. వి. ఎస్. పి. సూర్యప్రకాశం, ఎమ్. వి.
రిటైర్డ్ సూపరింటెండింగు ఇంజనీరు (పబ్లిక్ హెల్త్) ఆంధ్రప్రదేశ్.
ప్రజారోగ్య శాస్త్రము.

ఎమ్. వె. రా. వెంకటరావు, ఎమ్., బి. ఏ., బి. ఇ. (ఆనర్సు), సి. ఇ. (ఆనర్సు), ఏ. ఎమ్. ఐ. ఇ.,
సూపరింటెండింగు ఇంజనీరు, శ్రీ శైలము డాము, మహబూబ్ నగరము జిల్లా.
అంచనా; టెండర్లు, కాంట్రాక్టులు; టెండర్లు, స్పెసిఫికేషన్‌లు; మదింపు.

ఎమ్. శ్రీ. రా. శ్రీరామారావు, ఎమ్., ఎమ్. ఎస్‌సి., పిఎచ్. డి., ఎఫ్. జి. ఎస్.,
ప్రిన్సిపాల్, మోతీలాల్ విజ్ఞాన మహా విద్యాలయ, భోపాల్.
అగ్నిశిలలు.

ఎమ్. సు. సుబ్బారావు, ఎమ్., డి. ఎస్‌సి.,
లెక్చరర్ ఇన్ జియాలజీ, ఆంధ్రాయూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.
సముద్ర భూశాస్త్రము.

ఎల్. కృ. మూ. కృష్ణమూర్తి, ఎల్., ఏ. ఎమ్. ఇ. ఎస్.,
యూనివర్సిటీ ఆవ్ శాన్‌డీగో, లా జొల్లా, కాలిఫోర్నియా 92021, యు. ఎస్. ఏ.
ఆవిరి ఇంజను (స్టీమ్ ఇంజను); ఆవిరి రైలు ఇంజను (స్టీమ్‌లోకోమోటివ్).

ఎస్. రా. రాఘవాచారి, ఎస్.
రిటైర్డ్ సూపరింటెండింగ్ ఇంజనీరు (డిజైన్స్) నాగార్జున సాగరు డాము కాలువల వ్యవస్థ, ఆంధ్రప్రదేశ్.
ఆనకట్టలు - బరాజులు.

ఎస్. వి. ర. రమణయ్య, ఎస్. వి., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఎఫ్. ఆర్. ఐ. సి.,
చీఫ్ కెమిస్టు, ది ఆంధ్రా వెజిటబుల్ ఆయిల్ ప్రొడక్ట్సు, విజయవాడ.
సబ్బు పరిశ్రమ.

ఎస్. సం. సంపత్తు, ఎస్.,
ప్రొఫెసర్, డిప్యూటీ డైరెక్టర్, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు - 36.
ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్ లు.

ఏ. పి. ష. షర్మ, ఏ. పి.,
డెవలప్ మెంట్ ఇంజనీరు, ప్యూరోలేటర్ లిమిటెట్, న్యూఢిల్లీ.
ఆటోమొబైల్ బ్రేక్; ఇరుసులు; కవాటములు.

ఏ. వి. ఆర్. శాస్త్రి. శాస్త్రి, ఏ. వి. ఆర్., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఎఫ్. జి. ఎస్. (లండన్),
లెక్చరర్ ఆవ్ జియాలజీ, ఆంధ్రాయూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.
అగ్నిపర్వతములు; భూకంపములు.

ఏ. వి. కు. కుప్పుస్వామి, ఏ. వి.,
ప్రిన్సిపాల్, ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ కేటరింగు టెక్నాలజీ అండ్ అప్లైడ్ న్యూట్రిషన్,
అడయారు, మద్రాసు - 20.
ఆహార పరిశ్రమలు, ఉత్పత్తులు; ఆహారములు, నిల్వ.

కరుణాకర్. కరుణాకర్, సి. వి.,
కేంద్ర జల విద్యుత్తు సంస్థ, న్యూఢిల్లీ.
తరలింపు సొరంగములు.

కామేశ్వరరావు. కామేశ్వరరావు, కె., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఎఫ్. జి. ఎస్. (ఇండియా).
లెక్చరర్ ఇన్ జియాలజీ, ఆంధ్రాయూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.
మైనింగు ఇంజనీరింగు.

కృష్ణన్. కృష్ణన్, ఎమ్. ఎస్.,ఎమ్. ఏ.: పిఎచ్. డి., ఎఫ్. ఏ. ఎస్‌సి., ఎఫ్.ఎన్.ఐ., పద్మభూషణ.
మాజీ డైరక్టర్, జియలాజికల్ సర్వే ఆవ్ ఇండియా.
ఆర్థిక భూశాస్త్రము; జింకు, సీసము.

కె. ఎస్. చౌదరి. శేషాచలం చౌదరి, కె., ఎమ్. ఏ.,
ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ లెదర్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు.
తోళ్లపదును.

కె. కె. రా. రావు, కె. కె.
డిప్యూటీ డైరెక్టరు, సెంట్రల్ వాటర్ & పవర్ కమీషన్, న్యూఢిల్లీ - 22.
భూకంపములు - ఇంజనీరింగు నిర్మాణములు.

కె. పి. గో. ర. గోపాలరత్నం, కె. పి.,
కెమికల్ ఇంజనీరింగు శాఖ, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు - 36.
ఉపోత్పన్నములు.

కె. రా. మూ. రామమూర్తి, కె., ఎమ్. టెక్.,
కెమికల్ ఇంజనీరింగు శాఖ, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు - 36.
ఎరువులు.

కే. వి. కృ. — కృష్ణమూర్తి, కే. వి., బి. ఇ. (సివిల్), ఏ. ఎమ్. ఐ. ఇ.,
డైరెక్టర్, సెంట్రల్ వాటర్ & పవర్ కమిషన్, న్యూఢిల్లీ.
కోసీ ప్రాజెక్టు; చంబల్‌లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక; టెన్నసీలోయ ప్రణాళిక; తుంగభద్రా డాము; దామోదర లోయ ప్రణాళిక; భాక్రా-నంగల్ ప్రణాళిక; రాజస్థాన్ కాలువ ప్రణాళిక; శ్రీశైలము ప్రాజెక్టు; హీరాకుడ్ డాము.

కె. శ్రీ. — శ్రీనివాసరావు, కె., బి, ఇ., పిఎచ్. డి.,
డివిజనల్ ఇంజనీరు (హైవేస్), 2. రండాల్స్ రోడ్డు, మద్రాసు - 7.
రోడ్డు నిర్మాణము; వంతెనలు.

కె. సు. రా. — సుబ్బరాజు, కె.,
డిపార్ట్‌మెంట్ ఆవ్ కెమికల్ ఇంజనీరింగు, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు - 36.
ఉష్ణతా వినిమయము; బాష్పీకరణము.

కో. న. — నరసింహరాజు, కోసూరి,
డిప్యూటి డైరెక్టర్, సెంట్రల్ వాటర్ అండ్ పవర్ కమిషన్, న్యూఢిల్లీ - 22
మట్టి - రాతి డాములు.

క్షీరసాగర్. — క్షీరసాగర్, టి. వి. ఎస్. ఆర్., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
లెక్చరర్ ఇన్ జియాలజీ ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.
నేల బొగ్గు.

గోపాలరావు. — గోపాలరావు, మాటూరు, ఎమ్. ఐ. ఇ.,
సూపరింటెండింగు ఇంజనీరు, కన్‌స్ట్రక్షన్ సర్కిల్, నాగార్జునసాగరు డాము.
నాగార్జునసాగరు డాము - II; నాగార్జునసాగరు డాము - కాలువ వ్యవస్థ.

చంద్ర. — చంద్ర, సి. జె. జి.,
ఫాకల్టీ ఆవ్ ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు, మద్రాసు ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, క్రోమ్‌పేట, మద్రాసు - 44.
గేర్ బాక్స్.

జకేరియా. — జకేరియా జార్జి.,
స్ట్రక్చరల్ ఇంజనీరింగు రీసెర్చ్ సెంటర్, అడయారు, మద్రాసు.
నిర్మాణములు.

జడేజా. — జడేజా, ఎచ్. టి.,
సైన్‌టిస్టు, సెంట్రల్ మెకానికల్ ఇంజనీరింగు రీసెర్చ్ ఇనిస్టిట్యూట్, దుర్గాపూర్ - 9.
ఆవిరి సంగ్రాహకములు.

జార్జి. — జోసఫ్ జార్జి,
సెంట్రల్ బిల్డింగ్ రీసెర్చ్ ఇనిస్టిట్యూట్, రూర్కీ.
నిర్మాణ సామగ్రి.

జి. ఏ. ఎన్. — నరసింహారావు, జి. ఏ., బి. ఇ., ఎమ్. ఐ. ఇ.
ఎక్స్‌పర్ట్, యునైటెడ్ నేషన్స్ ఆర్గనైజేషన్, న్యూయార్కు.
జలనిర్గమన పద్ధతులు.

జి. గో. కృ. మూర్తి. (శాస్త్రి) గోపాల కృష్ణశాస్త్రి, జి., డి. ఎస్‌సి.
జియాలజిస్ట్, అల్యూమినియము కార్పొరేషన్ ఆవ్ ఇండియా లిమిటెడ్, 7, కౌన్సిల్ హౌస్ స్ట్రీట్, కలకత్తా - 1.
అపఘర్షకములు ; కురువిందము.

జి. వెం. వెంకటేశ్వరులు, జి., బి. ఎస్‌సి (ఆనర్సు), టెక్.
హెడ్ ఆవ్ ది డిపార్ట్‌మెంట్ ఆవ్ కెమిస్ట్రీ, సర్ త్యాగరాజ కాలేజి, మద్రాసు - 21.
అడ్‌హెసివ్‌లు ; ఎస్టరీకరణము ; కెసీన్ పరిశ్రమలు ; జిగురులు, రెసిన్‌లు ; దారములు, కృత్రిమ ; నూనెలు, క్రొవ్వులు (అభక్ష్య, భక్ష్య), ప్లాస్టిక్కులు.

జి. వెం. రా. వెంకటేశ్వరరావు, జి.
సెంట్రల్ వాటర్ అండ్ పవర్ కమిషన్, న్యూఢిల్లీ.
డాములు.

జి. సు. సుబ్రహ్మణ్యం, గంటి, బి. ఇ. ఎమ్. ఏ., ఇ. ఇ., ఎమ్., ఐ. ఇ. ఇ. ఇ., ఏ. ఎమ్. ఐ. టి. ఇ.
ప్రిన్సిపాలు నాగార్జున ఇంజనీరింగు కాలేజి, హైదరాబాదు.
ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము ; నౌకాయానమున ఎలక్ట్రానిక్ ఉపకరణములు.

జునేజా. జునేజా, సి. ఎల్.
ఫౌండ్రీ ఇంజనీరు, ఎమ్. ఎమ్. సూరి అండ్ అసోసియేట్స్ (ప్రై) లిమిటెడ్., బి. 18, గ్రేటర్ కైలాస్, న్యూఢిల్లీ - 48.
వడ్రంగము.

జె. ఎస్. ఆర్. కృ. రా. కృష్ణారావు, జె. ఎస్. ఆర్., డి. ఎస్‌సి., ఎఫ్. జి. ఎస్. (ఇండియా)
రీడర్ ఇన్ జియాలజీ, ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.
అభ్రకములు (మైకాలు).

జె. వి. రావు. విశ్వేశ్వరరావు, జె.
ప్రొఫెసరు, సివిలు ఇంజనీరింగు శాఖ, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, ఖరగ్‌పూర్.
హైడ్రాలిక్ శాస్త్రము.

డి. ఎమ్. రా. రావు, డి. ఎమ్.
సైన్‌టిస్టు - ఇన్ - చార్జి, ఎయిరో డైనమిక్స్ డివిజన్, నేషనల్ ఎయిరోనాటికల్ లేబొరేటరీ, బెంగుళూరు - 17.
వాయుగతి శాస్త్రము.

డి. ఎస్. శాస్త్రి. శాస్త్రి, డి. ఎస్., ఐ. ఓ. ఎఫ్. ఎస్.
జనరల్ మేనేజర్, హిందూస్తాన్ ఆర్గానిక్ కెమికల్స్ లిమిటెడ్, రసాయని, మహారాష్ట్ర.
నత్రీకరణము ; నైట్రిక్ ఆసిడ్.

డి. బా. దూ. బాదూరి, డి.
సైన్‌టిస్టు, సెంట్రల్ మెకానికల్ ఇంజనీరింగు రీసెర్చ్ ఇనిస్టిట్యూట్, దుర్గాపూర్ - 9.
ఆవిరి బాయిలరు.

డి. వెం. వెంకటేశ్వరులు, దెందులూరి.
హెడ్ ఆవ్ ది డిపార్ట్‌మెంట్ ఆవ్ కెమికల్ ఇంజనీరింగు, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు - 36.
ఉదజనీకరణము ; ఎమినీకరణము ; శోషణము ; సల్ఫొనేషన్ ; స్వేదనము.

తంబ. తంబ, కె. ఎస్.
సదరన్ లాంగ్వేజస్ బుక్ ట్రస్ట్, 458, పూనమల్లి హైరోడ్డు, మద్రాసు - 10.
ఫోటోగ్రఫీ; ముద్రణ పరిశ్రమ.

తె. సు. సుందరరామయ్య, తెన్నేటి.
జియాలజిస్ట్, గ్రౌండ్ వాటర్ ప్రాజెక్టు; యునైటెడ్ నేషన్స్ డెవలప్‌మెంట్ ప్రోగ్రామ్, మద్రాసు.
భూగర్భజలము.

దత్తా. దత్తా. బి. సి., బి.ఎస్‌సి. (కాల్), బి.సిఎచ్. ఇ. (జాదవపూర్), ఎమ్. టెక్. (ఐ.ఐ.టి), పిఎచ్.డి. (ఐ.ఐ.టి), ఎమ్.ఐ.ఐ., సిఎచ్.ఇ.
కెమికల్ ఇంజనీరు, 29, రుస్సా రోడ్డు (దక్షిణము), 3 వ లైను, కలకత్తా - 33.
అల్యూమినియము.

నరసింహం. నరసింహం, ఆర్. కె. వి.
ఇంజనీరింగు రీసెర్చ్ ఇనిస్టిట్యూట్, హైదరాబాదు.
హైడ్రాలిక్ నమూనాలు.

న. ల. నా. లక్ష్మీనారాయణ, ఎన్., బి.ఎస్‌సి., డి.ఎమ్. ఐ.టి., ఎ.ఎమ్. ఐ.టి.ఇ., ఎమ్.ఐ. ఇ.ఇ.ఇ.
ప్రొఫెసర్, టెలికమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు, ఇంజనీరింగు కాలేజి, కాకినాడ - 3.
ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేటర్; ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్ రేడియో; ఆంప్లిఫయర్; ఆంప్లిఫయర్ వ్యవస్థ; ఆడియో ఆంప్లిఫయర్లు; కాస్‌కేడ్ ఆంప్లిఫయర్; కేథోడ్ అనుగామి కోయిన్స్‌డెన్స్ ఆంప్లిఫయర్; టెలిగ్రాఫు; టెలిఫోను; టెలిఫోను కేబిలులు.

నాథన్. వైద్యనాథన్, ఆర్., ఎమ్. ఎస్‌సి., పిఎచ్. డి., ఎఫ్. జి. ఎస్. (ఇండియా).
రీడరు ఇన్ జియాలజీ, ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.
నిర్మాణాత్మక భూ శాస్త్రము; రత్నములు.

పరీఖ్. పరీఖ్, జె. జి.
డైరెక్టర్, సిల్క్ అండ్ ఆర్ట్ సిల్క్ రీసెర్చ్ అసోసియేషన్, బొంబాయి - 18.
పట్టు పరిశ్రమ.

పి. ఎన్. మూ. మూర్తి, పి. ఎన్.
జనరల్ మేనేజరు, ఇండియన్ రైల్వే ఎలక్ట్రిఫికేషన్, 1 - ఆచార్య జగదీశ్ బోస్ రోడ్డు, కలకత్తా - 20.
ఎలక్ట్రిక్ రైల్వేలు.

పి. ఎస్. మూ. మూర్తి, పి. ఎస్.
కృష్ణా కుటీర్, 357, సెంట్రల్ అవెన్యూ, చెంబూర్, బొంబాయి - 71.
కాస్టిక్ సోడా; విరంజన చూర్ణము, క్లోరిన్.

పి. ఎస్. రావు. రావు, పి. ఎస్.
డైరెక్టర్, ఫారెస్ట్ రీసెర్చ్ లేబొరేటరీ, గవర్నమెంటు అవ్ ఇండియా, మల్లేశ్వరము, బెంగుళూరు - 3.
దారు పరిరక్షణ; దారు స్వేదనోత్పన్నములు.

పి. శ్రీ. రా. శ్రీనివాసరావు, పి., ఎమ్. ఇ., ఐ.సి.ఇ. సెక్షన్.,
మెకానికల్ ఇంజనీరింగు శాఖ, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు - 36.
కార్నో ఆవృత్తి; డీసెల్ ఇంజనులు.

పొ. ల. నా. లక్ష్మీనారాయణరావు, పొట్లూరి, బి. ఏ.
మాజీ సహాయ సంగ్రాహకుడు, తెలుగు భాషా సమితి, మద్రాసు - 5.
ఈస్ట్‌మన్, జార్జి; కార్నిజ్, ఆండ్రూ; క్రాంప్టన్, సామ్యూల్; గోడర్డ్, రాబర్ట్ హచ్చింగ్; టెస్లా, నికోలా; డీసెల్, రుడాల్ఫ్; డేవీ, హంఫ్రీ; ఫుల్టన్, రాబర్ట్.

బాక్సీ. బక్సీ చంద్రకాంత, బి., ఎమ్. ఇ.
డిపార్ట్‌మెంట్ ఆవ్ మెకానికల్ ఇంజనీరింగు, యూనివర్సిటీ ఆవ్ మినిసోటా, మినియాపోలిస్, యు. ఎస్. ఏ.
ఆవిరి టర్బయిను (స్టీమ్ టర్బయిను).

బి. ఎస్. రా. కృ. రామకృష్ణ, బి. ఎస్., ఎమ్. ఎస్‌సి., డి. ఎస్‌సి.
ప్రొఫెసర్, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ సైన్సు, బెంగుళూరు.
శబ్దలేఖనము - పునరుత్పత్తి.

బి. పి. రాజు. పైడరాజు, బి., బి.. ఏ, బి. ఇ., ఎమ్. ఎస్‌సి.
సెంట్రల్ వాటర్ అండ్ పవర్ కమిషన్, న్యూ ఢిల్లీ.
మట్టిపని ప్రవృత్తకము.

బిసాంజ్. బిసాంజ్, ఆర్. ఎచ్. జె.,
ప్రొఫెసర్, కెమికల్ ఇంజనీరింగు శాఖ, ఐ. ఐ. టి., మద్రాసు - 36,
సెల్యులోస్ - సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములు.

మనోహర్. మనోహర్, ఎమ్.
ప్రిన్సిపాలు, మౌలానా ఆజాద్ కాలేజీ ఆవ్ టెక్నాలజీ, భోపాల్.
హార్బరు ఇంజనీరింగు.

ముర్రే. ముర్రే, జె. ఏ., బి. ఇ., ఎమ్. ఇ. (వి. కె.), ఎమ్. ఐ. ఏ. ఎచ్. ఆర్.
డైరెక్టర్ (వరదల అంచనా విభాగము) సెంట్రల్ వాటర్ & పవర్ కమిషన్, న్యూఢిల్లీ.
అంతర్జాతీయ నదీజలములు, ఒడంబడికలు; కేంద్రజల విద్యుచ్ఛక్తి సంస్థ; పునాది శాస్త్రము; వరదల అంచనా, నివారణ.

మల్లికార్జున్. మల్లికార్జున్, జి. పి.
సెంట్రల్ వాటర్ అండ్ పవర్ కమిషన్, న్యూఢిల్లీ.
పూర్వప్రపీడిత కాంక్రీటు.

మాచిరాజు. మాచిరాజు, ఎస్. ఎమ్.
కెమికల్ ఇంజనీరు, హిందూస్తాన్ ఆర్గానిక్ కెమికల్స్ లిమిటెడ్, రసాయని (మహారాష్ట్ర).
సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్.

మాణేకార్. మాణేకార్, వి. బి.
డైరెక్టర్, డైరెక్టరేట్ ఆవ్ వెయిట్ అండ్ మెషర్స్, మినిస్ట్రీ ఆవ్ కామర్స్, న్యూఢిల్లీ.
తులామానములు.

ముఖర్జీ. ముఖర్జీ, ఆర్. కె.
ఇన్స్‌పెక్షన్ డిపార్ట్‌మెంట్, కిర్లోస్కర్ న్యూమాటిక్స్ లిమిటెడ్, హడాప్సర్, పూనా.
డీసెల్ రైలు ఇంజనులు.

మూర్తి. కృష్ణమూర్తి, వి.
సర్వోదయా కాలనీ, చెంబూర్, బొంబాయి - 71.
అల్పీకరణము.

మే. వ. న. వరాహ నరసింహస్వామి, మేడేపల్లి, బి. ఏ.
నాగానపు వీధి, దాసన్న పేట, విజయనగరము - 2.
వర్ణద్రవ్యములు.

మో. స. నా. సత్యనారాయణ, మోటూరి.
సెక్రటరీ, తెలుగు భాషాసమితి, మద్రాసు - 6.
నాగార్జునసాగరు డాము - 1

మౌళి. ప్రతాప్ మౌళి, పి., బి. ఇ., ఎమ్. ఇ. (పి. ఎచ్); ఎమ్. ఆర్. ఎస్. ఎచ్.
రీడరు, సివిల్ ఇంజనీరింగు శాఖ, శ్రీ వేంకటేశ్వరా ఇంజనీరింగు కాలేజి, తిరుపతి.
ఇంజనీరింగు డ్రాయింగు, డ్రాయింగు పరికరములు, నిర్మాణ సిద్ధాంతములు.

రమణ. రమణమూర్తి, ఇ. వి., ఎమ్. ఎస్‌సి. (టెక్).
ఫ్యాక్టరీ సూపరింటెండెంటు, ప్యారీకంపెనీ లిమిటెడ్, సామర్లకోట.
చక్కెర.

రమేష్. రమేష్ చంద్రా,
స్ట్రక్చరల్ ఇంజనీరింగు రీసెర్చ్ సెంటర్, సెంట్రల్ బిల్డింగు రీసెర్చ్
ఇనిస్టిట్యూట్, రూర్కి.
అంతస్తుల మేడలు.

రా. కృ. రా. రామకృష్ణారావు, ఐ.
ఇనిస్ట్రుమెంట్ టెక్నాలజిస్ట్, 16-3-5 అఫిషియల్ కాలనీ, విశాఖపట్టణం - 3.
క్రోనోగ్రాపు; క్రోనోమీటరు; టెలిమీటరింగు.

రాజరత్నం. ఎడ్వర్డ్ రాజరత్నం, బి. ఏ., బి. ఇ., బి. ఎస్‌సి. (ఆనర్స్), ఏ. ఎమ్. ఆర్. ఐ. ఎన్. ఏ.,
గార్డెన్ రీచ్ వర్క్‌షాప్స్, కలకత్తా.
నౌకానిర్మాణము, నౌకాయానము.

రాజు. రాజు, సి. ఎస్. ఎన్.
జనరల్ సూపరింటెండెంటు, హిందూస్తాన్ స్టీల్ లిమిటెడ్, దుర్గాపూరు - 3.
ఇనుము, ఉక్కు.

రామారావు. రామారావు, బి. వి.
ప్రొఫెసర్ ఆవ్ సివిల్ ఇంజనీరింగు, రైల్వే స్టాఫ్ కాలేజి, బరోడా.
రైల్వే ఇంజనీరింగు.

రెడ్డి. రామారెడ్డి, కె., బి. ఎస్‌సి., ఎమ్. ఇంజనీరింగు (లివర్‌పూల్) ఏ. ఎఫ్., ఆర్. ఎ. సి. ఎస్.
డిజైను ఇంజనీరు, ఎచ్.ఏ.ఎల్. 60, ఛార్లెస్ కాంపెల్ రోడ్డు, కాక్స్‌టౌన్, బెంగుళూరు - 5.
విమాన చలనము.

లక్ష్మిమణి. లక్ష్మిమణి, వి.
అసిస్టెంటు డైరెక్టరు, సెంట్రల్ వాటర్ & పవర్ కమిషన్, ఆర్. కె. పురమ్, న్యూఢిల్లీ.
జలవిద్యుచ్ఛక్తి (భాగము); జలవిద్యుత్తు కేంద్రములు (భాగము)

వర్మ. వర్మ, వై. వి. జీ.
కెమికల్ ఇంజనీరింగు డిపార్ట్‌మెంట్, ఐ. ఐ. టి. మద్రాసు.
ఇంధనములు, ఉపోత్పన్నములు; కోల్తారు స్వేదనోత్పత్తులు; నేలబొగ్గు, కర్బనీకరము; పెట్రోలియమ్.

వాల్టర్. వాల్టర్, జె., బి. ఏ., బి. ఇ. ఎమ్., ఇర్రిగేషన్ ఇంజ. (కొలరాడ్), ఎమ్. ఐ. ఇ. (ఇండియా).
సూపరింటెండింగు ఇంజనీరింగు, చీపాక్, మద్రాసు - 5.
సిమెంటు.

వి. ఆర్. నాథన్. రామనాథన్, వి.
ఫిలిప్స్ ఇండియా లిమిటెడ్, కలకత్తా.
దీప్తి.

వి. కె. శ్రీ. శ్రీరాములు, వి. కె.
మాజీ ప్రిన్సిపాలు, రీజనల్ స్కూల్ ఆవ్ ప్రింటింగు, మద్రాసు - 1.
అట్ట కట్టుట.

వి. కె. ష. షర్మ, వి. కె.
డైరెక్టర్, సెంట్రల్ వాటర్ అండ్ పవర్ కమిషన్, ఫరీదాబాదు, హర్యానా.
భూసార రక్షణ.

వి. కృ. మూ. కృష్ణమూర్తి, వి.
హెడ్, సెరామిక్స్ సెక్షన్, అటామిక్ ఎనర్జీ ఎస్టాబ్లిష్‌మెంట్, గవర్నమెంట్ ఆవ్ ఇండియా ఇంజనీరింగ్ హాల్, ట్రాంబే, బొంబాయి - 74.
గాజు; బంకమన్నులు; రిఫ్రాక్టరీలు.

వి. పాం. పాండురంగ. వి.
సైన్‌టిస్ట్, సెంట్రల్ మెకానికల్ ఇంజనీరింగు రీసెర్చ్ ఇనిస్టిట్యూట్, దుర్గాపూరు - 9.
ఆటోమోటివ్ ఇంజనులు, ఉష్ణ యంత్రములు.

వి. బి. కె. మూర్తి. మూర్తి, వి. బి. కె.
మేనేజింగు డైరెక్టరు, మైనింగ్ అండ్ అలైడ్ మెషినరీ కార్పొరేషన్, దుర్గాపూర్ - 8.
ఖనిజ పరిశ్రమ, - భద్రత.

వి. వి. ఎల్. రావు. వేంకట లక్ష్మణరావు, వేపా, బి. ఇ. (ఎలక్ట్రికల్), డి. ఐ. సి (లండన్), ఎమ్. ఐ. ఇ.(ఇండియా), డిప్లొమా ఎమ్. ఎస్. డబ్లియు. సి. (చెమ్స్‌ఫర్డ్), రిటైర్డ్ ప్రిన్సిపాల్.
అతిశీతకరము; అధిక వోల్టేజి త్వరణమాపి; ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మరులు; ఆసిలోగ్రాఫ్; కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు; గృహపరికరములు; టెలివిజన్; తాపస్థాపకము; తెర్మో అయానిక్ వాల్వు; పరమాణుశక్తి; మాగ్నెటో హైడ్రో డైనమిక్స్; మిసైల్‌లు, గైడెడ్; మేసర్, లేసర్; రాడార్; రేడియో ప్రసారము; రోదసీ విజ్ఞానము; వాక్యూమ్ ట్యూబ్ లక్షణములు; వార్తా ప్రసారక ఉపగ్రహములు; విద్యుత్తు, ఆవర్తి - ఋజు; విద్యుత్తు కొలమాన పరికరములు; విద్యుత్తు జనిత్రము, ఆవర్తి - ఋజు; విద్యుత్తు ట్రాన్స్‌ఫార్మరు; విద్యుత్తు ప్రసారము; విద్యుత్తు మోటారు; విమానములు; సిస్టమ్ ఇంటర్నేషనల్ యూనిట్లు; సెమికండక్టర్‌లు; సైరన్.

వి. వి. కె. శాస్త్రి. శాస్త్రి, వి. వి. కె., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఏ. ఆర్. ఐ. సి.
ఆంధ్రప్రదేశ్ అగ్రికల్చరల్ యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు.
రబ్బరు పరిశ్రమ.

విశ్వనాధ్. విశ్వనాధ్, ఎస్. ఎన్., డి. ఎస్‌సి., ఎఫ్. జి. ఎస్. (ఇండియా).
జియాలజిస్ట్, ఆయిల్ ఇండియా లిమిటెడ్, ధులిజాన్ పోస్టు, అస్సామ్.
బంగారము ; వజ్రము.

వి. సి. వెం. వెంకటేష్, వి. సి., డి. ఎస్‌సి. డిప్లమా ఇన్ బి. ఇ. ; ఏ. ఎమ్. ఐ., ప్రొడక్షన్ ఇ. మెంబరు (కరస్పాండెంటు) సి. ఐ. ఆర్. పి.
ప్రొఫెసర్, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు - 36.
ఉత్పత్తి శాస్త్రము

వీ. భా. భాస్కరరావు, వీ., ఎమ్. ఎస్‌సి., పిఎచ్.డి. (సిడ్నీ).
ప్రొఫెసర్, భూభౌతిక శాస్త్రశాఖ, ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.
భూభౌతిక శాస్త్రము.

వై. కె. మూ. మూర్తి, వై. కె.
మెంబరు, సెంట్రల్ వాటర్ & పవర్ కమిషన్, న్యూ ఢిల్లీ - 22.
జలవిద్యుచ్ఛక్తి (భాగము); జల విద్యుత్తు కేంద్రములు (భాగము).

శాస్త్రి. శాస్త్రి, బి. జి.
డెవలెప్‌మెంట్ ఆఫీసరు, ఇంటర్నేషనల్ నికెల్ (ఇండియా) ప్రైవేట్ లిమిటెడ్, బొంబాయి - 1.
నికెల్.

శ్రీవాత్సవ. శ్రీవాత్సవ, సి. పి.
మెయింటెన్స్ ఇంజనియర్, హెవీ ఇంజనీరింగు కార్పొరేషన్, రాంచీ.
టంకము వేయుట ; వెల్డింగు.

షెట్టీ. షెట్టీ, కె. వి.
మానేజింగు డైరెక్టర్, స్ట్రిక్చరల్ ఇంజనీరింగు లిమిటెడ్, బెంగుళూరు.
రివెటింగు.

సత్యనారాయణ. సత్యనారాయణ, ఎమ్.
రాసాయనిక ఇంజనీరింగు శాఖ, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు - 36.
నీరు, నీటి శోధన.

సాగర్. ఆనంద సాగర్, బి. టి.
డిప్యూటీ డైరెక్టర్, (డామ్స్ - 1), సెంట్రల్ వాటర్ అండ్ పవర్ కమిషన్, న్యూ ఢిల్లీ - 22.
క్రేనులు (భాగము) ; నిర్మాణములు, ఉక్కు ; రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు.

సి. ఎస్. పి. రావు. రావు, సి. ఎస్. పి.
కెమికల్ ఇంజనీరింగు డిపార్ట్‌మెంట్, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు-36.
ద్రావణీయ సిలికేట్‌లు.

సి. కో. రా. కోటేశ్వరరావు, సి., బి. ఎస్‌సి., ఎమ్. ఎస్., సి. పిఎచ్. డి.
సైన్‌టిస్ట్, సి. ఎల్. ఆర్. ఐ., అడయారు, మద్రాసు - 20.
జిగురు మత్స్య సరస.

సిద్ధేశ్వర్ సిద్ధేశ్వర్, ఎన్.

ప్రొఫెసరు, మెకానికల్ ఇంజనీరింగు, బిర్లా ఇంజనీరింగు కాలేజి, పిలాని, రాజస్థాన్.

అంతర్దహన ఇంజను.

సుబ్బారావు. సుబ్బారావు, బి.

కెమికల్ ఇంజనీరింగు డిపార్ట్‌మెంట్, ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు-36.

పారిశ్రామిక వాయువులు.

సుబ్రహ్మణ్యం. సుబ్రహ్మణ్యము, కె.

డిప్యూటీ డైరెక్టరు, సెంట్రల్ వాటర్ & పవర్ కమిషన్, న్యూఢిల్లీ - 22.

తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములు ; ప్రాక్ నిర్మాణములు.

హ. ఆ. శే. ఆదిశేషువు, హరి., ఎమ్. ఎస్‌సి.

రిటైర్డ్ లెక్చరర్, కెమిస్ట్రీ డిపార్ట్‌మెంట్, గుంటూరు మెడికల్ కాలేజి, గుంటూరు.

క్రిమిహర పదార్థములు.

విషయ సూచిక

ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ సమీక్ష			పుటలు
ప్రస్తావన	...	...	1
సివిలు ఇంజనీరింగు	...	...	3
మెకానికల్ ఇంజనీరింగు	...	...	4
ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు	...	...	5
కెమికల్ ఇంజనీరింగు	...	...	8
టెక్నాలజీ అనగా ఏమి ?	...	...	9
చరిత్ర పూర్వయుగము (క్రీ. పూ. 4000 వరకు)	...	...	11
శిలాయుగము	...	...	11
ప్రాచీనయుగము (క్రీ. పూ. 3999 - క్రీ. పూ. 525)	...	...	13
సముద్రయానము	...	...	15
తూనికలు - కొలమానములు	...	...	16
ప్రాచీన రాసాయనిక శాస్త్రము	...	...	16
నాణెములు	...	...	17
గణితము	...	...	17
కాలగణనము	...	...	17
నగరవాస్తు నిర్మాణవిద్య	...	...	18
పంటనీటి వనరులు	...	...	19
ప్రచార సాధనములు	...	...	20
చక్రము	...	...	21
వడ్రంగము	...	...	21
బాటలు	...	...	21
పింగాణీ పరిశ్రమ	...	...	22
సైనిక విజ్ఞానము	...	...	22
మధ్యయుగము (క్రీ. పూ. 524 - క్రీ. శ. 1760)	...	...	23
పంచాంగము	...	...	25
గణితము	...	...	25
భారతీయ విజ్ఞానము	...	...	26
అరబ్బుల విజ్ఞానము	...	...	26
చీనా విజ్ఞానము	...	...	26
నౌకాయానము	...	...	26

వస్త్ర పరిశ్రమ	...	...	27
ఖని పరిశ్రమ	...	...	28
ధాతు సాధన శాస్త్రము	...	...	29
నాణెములు	...	...	30
సివిలు ఇంజనీరింగు	...	...	31
భవన నిర్మాణము	....	...	32
రోడ్డు	...	...	33
పంటనీటి వనరులు	...	...	34
పరిశ్రమలు	...	...	35
మెకానిక్స్	...	...	36
పారిశ్రామిక విప్లవము - ఆ తరువాత	...	...	37
మెకానికల్ ఇంజనీరింగు	...	...	41
ఇంజనులు - వాని అభివృద్ధి	...	...	42
మోటారు పరిణామరీతి	...	...	45
సివిలు ఇంజనీరింగు	...	...	48
ప్రపంచమున పంటనీటి వనరులు	...	...	50
భారతదేశమున పంటనీటి వనరులు	...	...	51
రిజర్వాయరుల యుగము	...	...	56
భారీ డాముల యుగము	...	...	58
ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు	...	...	61
భారతదేశమున విద్యుత్తు ఉత్పత్తి	...	...	63
ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో విద్యుత్తు అభివృద్ధి	...	...	64
ప్రచార సాధనములు	...	...	65
టెలిగ్రాఫు - టెలిఫోను	...	...	65
రేడియో టెలిగ్రాఫు - రేడియో టెలిఫోను	...	...	67
రేడియో ప్రసారములు	...	...	68
టెలివిజన్	...	...	68
రాడార్	...	...	70
ఫోటోగ్రఫీ	...	...	70
ముద్రణాభివృద్ధి	...	...	72
యాంత్రిక ముద్రణ	...	...	73
యాంత్రికముగా అక్షరముల కూర్పు	...	...	73
ఆధునిక ముద్రణాభివృద్ధి	...	...	73

రవాణా సౌకర్యములు	...	...	74
నౌకాయానము	...	...	77
విమాన యానము	...	...	77
రాసాయనిక ఇంజనీరింగు	...	...	79
భారత దేశమున పారిశ్రామిక వికసనము	...	...	80
ఇనుము, ఉక్కు పరిశ్రమ వికసనము	...	...	83
ఇటీవలి ప్రయత్నములు	...	...	85
రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి వికసనము	...	...	86
ఎరువులు	...	...	89
వస్త్ర పరిశ్రమ	...	...	93
పింగాణీ పరిశ్రమ	...	...	94
విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమ	...	...	95
సిమెంటు	...	...	96
కార్బన్ రాసాయనిక పరిశ్రమల వికసనము	...	...	96
వర్ణ ద్రవ్యములు	...	...	98
పెట్రో - కెమికల్ పరిశ్రమ	...	...	99
కృత్రిమ దారములు	...	...	100
కృత్రిమ రబ్బరు	...	...	101
ప్లాస్టిక్కు రాసాయనిక ద్రవ్యముల తయారీ	...	...	102
ఆల్కహాల్	...	...	103
సబ్బు పరిశ్రమ	...	...	103
క్రిమి సంహారులు	...	...	104
ఔషధములు	...	...	105
భారతదేశమున ఇంజనీరింగు పరిశ్రమ	...	...	107
టెక్నాలజీ భవిష్యత్తు	...	...	109
భూ సాంకేతిక శాస్త్రము	...	...	111
జలకృషి	...	...	112
ఉప్పునీటిని మంచినీరుగా మార్చుట	...	...	113
పరమాణు శక్తినుండి విద్యుత్తు	...	...	114
కంప్యూటర్ టెక్నాలజీ (గణిత్ర శాస్త్రము)	...	...	115
విద్యుత్తు ఉత్పత్తి - మరికొన్ని ఆధారములు	...	...	115
సముద్రపు అటు - పోటులనుండి విద్యుచ్ఛక్తి	...	...	116

ముక్తాయింపు	...	...	161
భూశాస్త్ర సమీక్ష			
ప్రస్తావన	...	...	121
భూశాస్త్రము చారిత్రకవికాసము	...	...	122
భూశాస్త్రము - ఉపవిభాగములు	...	...	124
భూశాస్త్రము - సంబంధి శాస్త్రములు	...	...	125
భూమి	...	...	126
భూమి వయస్సు	...	...	127
భూమి - ఆకార పరిమాణములు	...	...	128
భూ సాంద్రత	...	...	128
భూమి - ఉష్ణధర్మములు	...	...	129
భూమి - అయస్కాంత ధర్మములు	...	...	129
భూమి - అంతర్నిర్మాణము, సంఘట్టనము	...	...	130
వాతావరణము	...	...	131
జలావరణము	...	...	133
జీవావరణము (బయోస్ఫియర్)	...	...	134
శిలావరణము	...	...	135
యుగయుగాల జీవనము	...	...	137
శిలావరణము గతిశాస్త్రము (జియోటెక్టోనిక్స్)	...	...	141
ఆర్థిక భూశాస్త్రము	...	...	144
భూ శాస్త్రము - వినియోగములు	...	...	147
భారత భూతత్త్వ చరిత్ర సంగ్రహము	...	...	149
అకారాది వివరణ	...	...	151-816
సూచిక	...	...	[1] - [54]
పారిభాషిక పదసూచి			
ఇంగ్లీషు - తెలుగు	...	...	[55] - [80]
తెలుగు - ఇంగ్లీషు	...	...	[81] - [114]
అధ్యేయ గ్రంథ పట్టిక (బిబ్లియోగ్రఫీ)	...	...	[115] - [120]

ప్రముఖ చిత్రములు

త్రివర్ణ చిత్రము

1. నాగార్జున సాగరు డాము రేఖా చిత్రము

ఏకవర్ణ చిత్రములు

	పుట
1. మోటారు పరిణామ రీతి	44
2. ప్రాచీన నిర్మాణములు	48
3. ప్రపంచములోని డాములు	50
4. ముద్రణ విధానముల పరిణామము	72
5. అంతస్తుల మేడలు	160
6. ఆనకట్టలు, బరాజులు	202
7. ఆవిరి ఇంజనులు	216
8. ఇనుము, ఉక్కు	240
9. ఎరువులు	268
10. ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్లు	278
11. ఎలక్ట్రిక్ రైల్వేలు	284
12. చంబల్ లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక	314
13. చక్కెర పరిశ్రమ	342
14. జలవిద్యుత్తు కేంద్రము	354
15. టెలిఫోను	393
16. డాములు	416
17. డీసెల్ రైలు ఇంజనులు	422
18. తరలింపు సొరంగములు	426
19. దామోదరలోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక	451
20. దీప్తి	468
21. నాగార్జున సాగరు డాము	476
22. నిర్మాణములు, ఉక్కు	492
23. నీరు, నీటి శోధన	528
24. పరమాణుశక్తి	560
25. భాక్రానంగల్ ప్రణాళిక	606
26. భూగర్భ ఖనిపరిశ్రమ	612
27. భూసార రక్షణ	633
28. రైల్వే ఇంజనీరింగు	681
29. రోడ్లు	687
30. రోదసీ విజ్ఞానము	689
31. వంతెనలు	696
32. వరదల అంచనా నివారణ	704
33. వార్తాప్రసార ఉపగ్రహములు	720
34. విమానములు	756
35. శబ్దలేఖనము పునరుత్పత్తి	769
36. శ్రీశైలమ్ ప్రాజెక్టు	776
37. హీరాకుడ్ ప్రాజెక్టు	808

ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ సమీక్ష

ప్రస్తావన

సైన్సు, ఇంజనీరింగు, టెక్నాలజీ అనునవి ఒక దాని నుండి వేరొక దానిని వేరుపరచుటకు వీలుపడని రీతిగ ముడివడి ఉన్న శాస్త్ర శాఖలు. మాట వరుసకు ఐన్‌స్టయిన్ [చూ. సం-2-పు. 232] కనుగొనిన $E = mc^2$ అను గణిత సూత్రమును తీసికొందము. ఈ సూత్రము పరమాణు శక్తి ఉత్పత్తికి పరిణామభూతమును, పరమాణువు నుండి విద్యుచ్ఛక్తిని పుట్టించుటకు హేతుభూతమును అయినది. ఈ సూత్రము అచ్చముగ సైన్సునకు గాని లేదా ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీలలో ఏ ఒక శాస్త్రశాఖకు గాని చెందినటుల చెప్పుటకు వలనుపడదు. ఏదియో ఒక విధముగ ఆ శాస్త్ర శాఖలలో ప్రతి యొక దాని తోడను ఆ సూత్రమునకు సంబంధము కలదు. ఆ సూత్రపు మూలతత్త్వమును వివరించు పట్టున అది సైన్సునకు చెందినదిగ పరిగణింపబడుట సహేతుకముగ కన్పట్టును; ఆ సూత్రపు వినియోగ ప్రక్రియను వివరించు సందర్భమున అది ఇంజనీరింగునకు చెందినదిగ వ్యవహరింపబడుట సముచితముగ తోచును. అటుగాక, సమాజ శ్రేయమునకై ఆ గణిత సూత్రమును వినియుక్తపరచు తీరుతెన్నులకు రూపకల్పన జరుపునపుడు అది టెక్నాలజీకి చెందినటుల భావించుట సమంజసముగ కాననగును.

పై గణిత సూత్రమునే వేరొక దృక్కోణము నుండియు మనము పరికించి, అందు ఆ యా శాస్త్రశాఖలు ముడివడి ఉండుట విశదీకరింపవచ్చును. ఆ గణిత సూత్రము వలన పరమాణు కేంద్రకమును విదళనము చేసినపుడు గాని లేదా విలయనము చేసినపుడు గాని ఉద్భవించు శక్తి యొక్క విలువ ఆ పరమాణు ద్రవ్యరాశిని కాంతి వేగపు (సెకనుకు ముప్పది కోట్ల మీటరుల) వర్గముతో గుణింపగ లభ్యమగు మొత్తమునకు సమానము అని స్పష్టపడుచున్నది. ఈ సూత్రపు ఆవిష్కరణ మౌలిక శాస్త్ర శాఖయగు అటామిక్ ఫిజిక్స్ (భౌతిక శాస్త్రశాఖ)కు సంబంధించినది; ఆ సూత్రముచే ఉద్దేశితమగు శక్తిని సంచయనము చేసి వశమునకు తెచ్చుకొన వీలగు ప్రక్రియలను తెలియజేయు శాస్త్రశాఖయే 'న్యూక్లియర్ ఇంజనీరింగు' అని ప్రసిద్ధి వహించినది. ఇక ఆ ప్రక్రియలను ఉపయోగించి సముచితరీతిలో, ఆర్థికముగ లాభదాయకమగు పద్ధతిలో ఆ శక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగ పరివర్తన చేయు విధానమును వివరించుటను టెక్నాలజీ నిర్వహించును. ఈ విధముగ ఇంజనీరింగును, టెక్నాలజీయును అవిభజనీయతను సంతరించుకొనినవి. అంతేకాదు, స్థూలరీతిలో చెప్పవలెనన్నచో మానవుని ఐహిక సౌఖ్యమునకై ద్రవ్యరాశిని, తదంతర్గతమగు శక్తిని సమర్థముగ వినియోగించుటకు తొలుతటిది శాస్త్రముగను, రెండవది కళగను ఇంజనీరింగు-టెక్నాలజీ క్రమముగ ఉపకరించుచున్నవని నిర్వచింపదగును. సైన్సును మనము విజ్ఞానమని వ్యవహరించుచున్నాము. ప్రకృతి రహస్యములను ఒక క్రమబద్ధ సూత్రావళిగ క్రోడీకరించి విజ్ఞానమనుచున్నాము. విజ్ఞాన అనుభవమును ప్రయోజనాత్మకముగ ప్రయోగించుట ఇంజనీరింగు ధ్యేయము. యుక్తితో సులువు బలువులను తెలిసికొని సైన్సు ప్రాతిపదికగ ఇంజనీరింగు ద్వారా టెక్నాలజీ ఫలించినది. ఇందువలననే ఇంజనీరింగును, టెక్నాలజీని, ఈ రెండింటికి ప్రాతిపదికయగు సైన్సును - ఈ మూడింటిని-పర్యాయ పదములుగ ఒక్కొక సమయమున వాడుట కూడ కద్దు.

ఒకప్పుడు 'ఇంజనీరు' అనగా ఆయుధములు, మందుగుండు సామగ్రి వంటి యుద్ధపరికరములు తయారుచేయు వ్యక్తి అని అర్థము ఉండెడిది. కాని, కాలక్రమమున ఆ అర్థము కొంత మార్పును పొందినది. తత్ఫలితముగ నేటి సినిమాయంత్రపు మూలసూత్రమును కనుగొనిన ఎడిసన్, రైలు ఇంజనులో ఉపయోగించు ఆవిరియంత్రపు తొలి రూపమును నిర్మించిన జేమ్సు వాట్ సుప్రసిద్ధులగు ఇంజనీర్లుగ లెక్కింపబడిరి. వారు లాంఛనప్రాయమగు శిక్షణ

వల్ల గాక, యంత్రనిర్మాణమునందు వారికి గల ఉపజ్ఞ వల్లను, క్రియాచరణ కౌశలము వల్లను, పనితనమువల్లను ఇంజనీర్లుగ ప్రఖ్యాతి పడసిరి. పారిశ్రామిక విప్లవానంతరము—సుమారు 1760 ప్రాంతమున - 'ఇంజనీరింగు' అను మాట విపులతరమగు అర్థమును సంతరించుకొనినది. డిజైనులు సిద్ధపరచుటయందును; భవనములు, ఆనకట్టలు నిర్మించుటయందును; రోడ్లు, రైలు మార్గములు వేయుటయందును; మోటారు కారులు, విమానములు తయారు చేయుటయందును కుశలుడగు వాడే నేటి ఇంజనీరు. ఇంజనీరు సహాయము లేనిదే విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయుట, రేడియోలో వార్తలను గాని, సంగీతమును గాని ప్రసారము చేయుట కష్టసాధ్యము; నగరము కానిండు లేదా మహానగరము కానిండు ఇంజనీరు లేక అది పరిశుభ్రముగ ఉండనేరదు. ఇక భూగర్భమునందు ఉన్న నేల బొగ్గునో, పెట్రోల్‌నో పైకి తెచ్చుటకు ఖనిజశాస్త్ర పట్టభద్రుడగు మైనింగ్ ఇంజనీరు సహాయము తప్పనిసరి. ఇంతేకాదు, రోగ నివారకములు, ఆరోగ్యదాయకములు అయిన పెన్సిలిన్ వంటి ఔషధములు, విటమినులు కెమికల్ ఇంజనీరు తోడ్పాటు లేనిదే సిద్ధము కానేరవు; ప్లాస్టిక్ పాత్రలు గాని, టెరిలిన్ వస్త్రములు గాని ఉత్పత్తి కానేరవు. వేయేల, ఇంజనీరింగు లేకున్నచో ఆధునిక నాగరకజీవితమే ఉండనేరదు. ఇటుల ఇంతకు ముందు నుడివినట్లు ఆధునిక పద్ధతులను, పరికరములను వినియోగించుకొని సమర్థము గాను, పొదుపు గాను వస్తువులను తయారుచేయు ప్రక్రియయే టెక్నాలజీ అనబడుచున్నదని మనము గ్రహించవచ్చును.

ఇంజనీరింగును ఆరు ప్రధాన వర్గముల క్రింద మనము స్థూలముగ వింగడించవచ్చును :

ఇంజనీరింగు

సివిలు	మెకానికల్	ఎలక్ట్రికల్	ఎలక్ట్రానిక్స్, కమ్యూనికేషన్స్	కెమికల్	ఖని, ధాతు సాధన
భవనములు, ఆనకట్టలు, రోడ్లు, పౌరశాచమునకు సంబంధించిన కట్టడములు, సాధనములు మొదలగు వాటి నిర్మాణములు.	ఇంజనులు, యంత్రములు, యంత్ర పరికరములు, విమానములు, మోటారు కార్లు, టైప్‌రైటర్లు, సైకిళ్లు, కుట్టు యంత్రములు మొదలగు వాటి నిర్మాణములు.	విద్యుత్ ఉత్పత్తి, ప్రసార, వినియోగములు; ఇండ్లలో వాడుకొను దీపములు, ఇస్త్రీ పెట్టెలు, పంకాలు, లిఫ్టులు; వంటకు, బట్టలుతుకుటకు, క్షురకర్మకు వలయు పరికరములు; పరిశ్రమలలో మోటార్లు, లేత్‌లు, వెల్డింగ్ ఉపకరణములు; రవాణాలో ఎలక్ట్రిక్ రైళ్లు, ట్రాములు, విమానములు, నౌకలు మొదలగునవి.	లైన్ టెలిగ్రఫీ (తీగ తంతి); టెలిఫోన్, రేడియో - తత్సంబంధ ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములు; ట్రాన్సిస్టరులు - తత్సంబంధ పరికరములు; రేడియో ప్రసారము, టెలివిజన్, రాడార్, మైక్రోవేవ్స్, రేడియో ద్వారా వార్తా ప్రసారము (కృత్రిమ ఉపగ్రహముల ప్రసారముతో సహా), కంప్యూటర్లు, బోధన యంత్రములు, పారిశ్రామిక ఎలక్ట్రానిక్స్, స్వతశ్చలనము, టెలిమెట్రీ, టెలి కంట్రోల్, లాసర్‌లు, వైద్యమున ఎలక్ట్రానిక్స్ వినియోగము, ఎలక్ట్రానిక్స్ కొలత పరికరములు.	రాసాయనిక యంత్రముల డిజైనింగు; ఎరువులు, ఔషధములు, ఆహారముల తయారీ, పంచదార, పరిమళ ద్రవ్యములు, సిమెంటు, ఆల్కహాల్, పెట్రోలు, రంగులు, ప్లాస్టిక్కులు, రాసాయనిక ద్రవ్యములు మొదలగు వాటికి సంబంధించిన కృషి.	

ఇంజనీరింగు విద్య స్థూలరీతిలో ఈ విధముగ ఆరు వేర్వేరు శాఖలుగ విభక్తమై ఉన్నను, సాధారణముగ ఒక ఇంజనీరింగు శాఖకు వేరొక శాఖతో ఎప్పుడును సంబంధము తప్పని సరిగ కన్పట్టుచునే ఉండును. ఉదా: ఎరువుల కర్మాగారమునే తీసికొందము. ఇది పై విభజనమునుబట్టి స్థూలముగ కెమికల్ ఇంజనీరింగు శాఖకు చెందినదిగ చెప్పదగి ఉన్నది. కాని, దీనికి రూపురేఖలను ఏర్పరుచుటకు అన్నిరకముల ఇంజనీర్లును కలిసి పనిచేయవలసి ఉండును. ఇందలి వివిధ యంత్రభాగములను నెలకొల్పుటకు అవసరమగు భవనముల రూపకల్పనమును, నిర్మాణమును సివిలు ఇంజనీరు చేయును. ఈ కర్మాగారములోని రాసాయనిక యంత్రములు తిరుగుటకు అవసరమగు ఆవిరిశక్తిని గాని, విద్యుచ్ఛక్తిని గాని సరఫరాచేయుటకు ఆవశ్యకమగు బాయిలరును, తక్కిన ఇంజనులను మెకానికల్ ఇంజనీరు నెలకొల్పును. మోటార్లు నడచుటకును, శీతలీకరణమునకును, వాతానుకూలనమునకును అవసరమగు విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తిచేసి, సరఫరా చేయుటయందు ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరు తోడ్పడును. ఇక ఉద్దిష్ట ప్రధానోత్పాదన వస్తువగు యూరియావంటి రాసాయనికపు ఎరువును చౌకగాను, సమర్థముగాను ఉత్పత్తి చేయుటకును, ఏతన్మధ్యమున వెలువడు ఉపోత్పన్నములను కూడ సాధ్యమైనంత నైపుణ్యముతో వినియోగించుకొనుటకును నిర్దిష్ట సాంకేతిక పద్ధతి ఆధారముగ కర్మాగారమును కెమికల్ ఇంజనీరు రూపకల్పన చేయును. ఇటీవల వాడకపు వస్తువులను పొదుపుగ పెద్ద ఎత్తున తయారుచేయుటకు స్వతశ్చలనప్రక్రియ (ఆటోమేషన్) అనుపేరుతో ఎలక్ట్రానిక్ గణిత్రములు వస్తూత్పత్తిరంగమున ప్రవేశించినవి. దీనిని బట్టి రాసాయనికపు ఎరువుల కర్మాగారపు రూపకల్పనలోను, స్థాపనలోను, ఉత్పత్తిలోను అత్యధికమగు పొదుపును సాధించుటకు ఇంజనీరింగునకును, టెక్నాలజీకిని సంబంధించిన అన్ని విధములగు సమన్వయిత కృషి అతి ముఖ్యమని మనకు స్పష్టమగుచున్నది.

ఇందువలన ప్రాతిపదిక భౌతికశాస్త్రముపై ఆధారపడిన ఇంజనీరింగు సూత్రములను సమాజశ్రేయమునకై వినియోగపరచు ప్రక్రియకు టెక్నాలజీ అను పదము వర్తించుననుట మనకు స్పష్టమగుచున్నది. రేడియో, టెలివిజన్ వంటి వాని ఆవిష్కరణలవలన ఇంజనీరింగు, టెక్నాలజీలలో ఎప్పటికప్పుడు నూతన రంగములు ఏర్పడుచున్నవి. ప్రకారాంతముగ చెప్పవలసివచ్చిన, మానవుని భౌతిక సౌకర్యము కొరకు మరింత సరళముగను, చౌకగను వైజ్ఞానిక రంగమున నూతన సృష్టియో, నూతన ఆవిష్కరణమో జరిగిన ఎడల క్రొత్త ఇంజనీరింగు శాఖయో, క్రొత్త టెక్నాలజీ శాఖయో చిగిర్చినదని పూర్తిగ విశ్వసింపవచ్చును. రోదసీ ఇంజనీరింగు, స్వతశ్చలన గణిత్ర (కంప్యూటర్ టెక్నాలజీ) శాస్త్రము, న్యూక్లియర్ ఇంజనీరింగు, సైబర్నెటిక్స్ వంటివి ఇటీవల అభివృద్ధిచెందిన ఇంజనీరింగు, టెక్నాలజీ శాఖలు. ఇటీవలి వరకు టెక్నాలజీని వివిధ దేశములు తమ వ్యాపార రహస్యముగ భావించెడివి. అపుడది అంతర్జాతీయ వాణిజ్య వ్యాపార రంగములలో మహత్తర ప్రధాన్యమును వహించి ఉండెడిది. తరువాత కొంతకాలమునకు యునైటెడ్ స్టేట్స్, సోవియట్ రష్యా, పశ్చిమ జర్మనీ, యునైటెడ్ కింగ్డమ్, ఇటలీ మొదలగు అభివృద్ధిచెందిన దేశములు తమ వైఖరిని మార్చుకొని ఆసియా, ఆఫ్రికా, దక్షిణ అమెరికా ఖండములలోని వర్ధమాన దేశములకు తమ సాంకేతిక విద్యా పరిజ్ఞానమును కొన్ని షరతులపై తెలియపరచసాగినవి.

గణిత, భౌతిక, రాసాయనిక, వృక్ష, జంతు, భూశాస్త్రాది ప్రాతిపదిక విజ్ఞాన శాస్త్రములకు సంబంధించిన పెక్కు విజ్ఞానశాఖలు వ్యష్టిగనో లేదా తక్కిన కొన్నింటితో కలిసి సమష్టిగనో ఇంజనీరింగు – టెక్నాలజీ విద్యలలో ఏదియో ఒక రంగమున ఏదియో ఒక విధముగ వ్యవహరించుట సాధారణముగ కన్పట్టుచున్నది. అటులనే ఇంజనీరింగు విజ్ఞానమును, టెక్నాలజీయందు లభ్యమగు అలువుసుళువుల పరిజ్ఞానమును సమాజమునకు ఉపయోగించు రీతిలో వినియోగించు పట్టున ఆర్థిక వ్యవస్థకు సంబంధించిన తీరు తెన్నులును, సాంఘిక శాస్త్ర విజ్ఞానమును ప్రముఖ పాత్రను నిర్వహించుచున్నవి. కొన్ని ముఖ్యమగు ఇంజనీరింగు, టెక్నాలజీ శాఖల స్వరూప స్వభావములు తెలిసికొనుటకు ఇచ్చట వాని సారాంశములు స్థూలముగ పొందుపరుపబడినవి (వివరములకు అకారాదిని చూడనగును).

సివిలు ఇంజనీరింగు

నివాసయోగ్యములగు భవనములు, ఆనకట్టలు, రోడ్లు, రైలు మార్గములు, నౌకాశ్రయములు, నౌకలను మరమ్మత్తుచేయు కేంద్రము (డాకు)లు, పట్టణపు నీటి సరఫరా వ్యవస్థలు, శానిటరీ ఇంజనీరింగు పనులు, విమానాశ్రయములు మొదలగునవి నిర్మించుటకు సంబంధించిన సివిలు ఇంజనీరింగు ప్రధానమగు ఇంజనీరింగు శాఖలలో ఒక్కటి. ఒకప్పుడు - పైన వివరించినట్లు - 'ఇంజనీరింగు' ప్రత్యేకముగ సైనిక (మిలటరీ) ప్రయోజనములకు మాత్రమే

ఉద్దేశింపబడి ఉండినది. అందువలన భవనములు, రోడ్లు వంటి ప్రజాసౌకర్యముల నిర్మాణమునకు సంబంధించిన ఇంజనీరింగు విద్యను వేరుగ సూచించుటకై 'సివిలు ఇంజనీరింగు' అనుమాట రెండు శతాబ్దముల క్రిందట వాడుకలోనికి వచ్చినది. క్రమముగ 19 వ శతాబ్దమున సివిలు ఇంజనీరింగు నుండి విడివడి మెకానికల్ ఇంజనీరింగు, ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు వంటి ప్రత్యేకశాఖలు రూపుగొనినవి. ఈజిప్టులోని ప్రాచీన యుగపు పిరమిడ్‌లు, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని ఆకాశమునంటు నేటి 102 అంతస్తుల ఎంపైర్ స్టేట్ భవనము (ఎత్తు 375 మీ), ఆధునిక వాస్తు సూత్రములను ఆధారముగ రూపొందించిన ఛండీఘడ్ నగర నిర్మాణము, బౌల్డర్ డాము (ఎత్తు 218 మీ) వంటి గొప్ప డాములు, పంజాబ్‌న సింధు ఉపనదిపై నిర్మించిన భాక్రా (ఎత్తు 222 మీ) డాములు, ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని నాగార్జున సాగర్ (ఎత్తు 123 మీ) డాము సివిలు ఇంజనీరింగునకు ప్రసిద్ధ ఉదాహరణములు. 19 వ శతాబ్దమున ఫ్రాన్స్‌లో నిర్మింపబడిన ఈఫెల్ గోపురము (ఎత్తు 295 మీ) ఉక్కు పనితనపు నిర్మాణమునకు మహత్తరమగు తార్కాణము. గణిత, భౌతిక, రాసాయనిక, భూ శాస్త్రములు మొదలగునవి సివిలు ఇంజనీరింగునకు ఆధారములగు మౌలిక విజ్ఞాన శాస్త్రములు. ఇక, సివిలు ఇంజనీరింగులోను క్రింద పేర్కొన్నట్లు పెక్కు ఉపశాఖలు కలవు:

సివిలు ఇంజనీరింగు

- డిజైన్ ఇంజనీరింగు / వాస్తు శాస్త్రము / నగర నిర్మాణము
- శానిటరీ ఇంజనీరింగు / ప్రజారోగ్యపు ఇంజనీరింగు
- నీటి పారుదల ఇంజనీరింగు
- రోడ్ల ఇంజనీరింగు
- నిర్మాణపు ఇంజనీరింగు
- మురుగునీరు, భూమిని సాగుకు యోగ్యముచేయు ఇంజనీరింగు
- రైల్వే నిర్మాణ ఇంజనీరింగు
- నౌకాశ్రయ ఇంజనీరింగు
- వంతెనల ఇంజనీరింగు

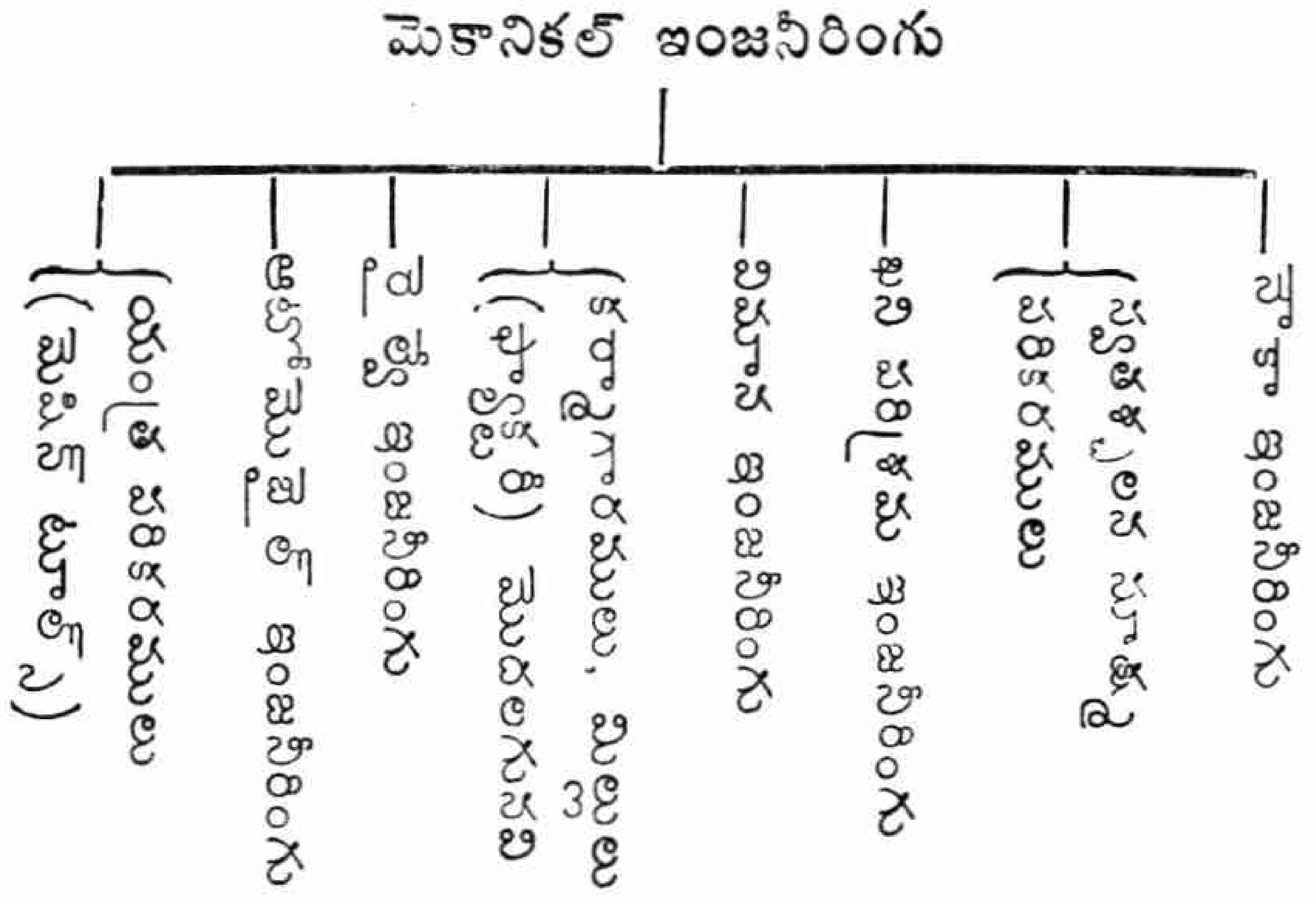
ఈ విధముగ మానవుని నివాసమునకు, ప్రయాణమునకు, శౌచమునకు తగు వసతులు కలిగించుటయందును, త్రాగుటకును, సేద్యమునకును నీటి వసతులను కలిగించుటయందును సివిలు ఇంజనీరింగు ఎంతయో ఉపయుక్తమగుచున్నటుల సువిదితమగుచున్నది.

మెకానికల్ ఇంజనీరింగు

ఇంజనీరింగు రంగము విస్తరించినకొలది-1760 తరువాత పారిశ్రామిక విప్లవము ఫలితముగ యాంత్రిక చలనముపై ఆధారపడిన మోటారుకారు, ఆవిరి ఇంజను, పడుకు మర, విమానము మొదలగునవి ఆవిష్కరింపబడిన తరువాత-ప్రత్యేక విశిష్టతను ఆర్జించిన మెకానికల్ ఇంజనీరింగు వంటి శాఖలు మూల విద్యనుండి విడివడి ప్రత్యేక ప్రతిపత్తిని ఆర్జించినవి. యాంత్రిక సాధనములలో కెల్ల ఆర్కిమీడీజ్ కనుగొన్న తులాదండము, మర దుట్టె (ఆర్కిమీడియన్ స్క్రూ) ప్రాచీనతమములు. తరువాత లెక్కకు వచ్చువాడు ఇటలీ విజ్ఞాని లియోనార్డో డా విన్సీ(1452–1519). ఈతడు విమానము, జలాంతర్గామి మొదలగు వాటికి అనువగు డ్రాయింగులను ఆనాడే ఊహించి సిద్ధపరచెను. రైళ్లను లాగు ఆవిరి ఇంజనులును, లారీలను లాగు డీసెల్ ఇంజనులును, కార్లను, స్కూటర్లను నడిపించే అంతర్దహన (ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్) ఇంజనులును, విమానమును ఆకసమున శబ్దవేగమున ఎగురునట్లు చేయు జెట్ ఇంజనులును మెకానికల్ ఇంజనీరింగు ఫలితములే.

సేద్యరంగమున వాడుకచేయు పంపులు మొదలైనవాటి వంటివి కాని, కార్ఖానాలయందు వాడు లేత్‌లు, డ్రిల్లులు వంటి యంత్రపరికరములు కాని మెకానికల్ ఇంజనీరింగునకు సంబంధించినవే. గని పరిశ్రమలో క్రేనులు, కన్వేయర్ బకెట్లు, విద్యుచ్ఛక్తితో పనిచేయు డ్రిల్లులు వంటి భారీయంత్రములు భూమి అట్టడుగున ఉన్న ఖనిజ నిధులను భూమిపైకి తీసికొనివచ్చుటకు వినియోగింపబడుచున్నవి.

ఆధునిక వ్యవసాయ రంగమున భూమిని సేద్యమునకు తగినదిగ చేయుటకొరకును, నేలను చదునుచేయుటకును బుల్‌డోజరు, దున్నుటకు ట్రాక్టరు, విత్తనములు విత్తుటకు మరగొర్రు (సీడ్‌డ్రిల్లు), కలుపుతీయు యంత్రము, పంట కోతకు సస్యసంగ్రాహకము (కంబైను), ఫలసాయమును చక్కబరచు డీహల్లరు, డీలింటరు, డీకార్టికేటరు, ఆయిల్ ఎక్స్‌పెల్లరు మొదలగునవి, నీటిని పైకి తీయు పంపులు, పంట తెగుళ్లను రూపుమాపుటకు స్ప్రేయరు వంటి మెకానికల్ పరికరములు వాడబడుచున్నవి. ఆఫీసులలో వాడు టైప్‌రైటర్లు, ఇండ్లలో వాడు కుట్టుయంత్రముల వంటి చిన్న యంత్రములును మెకానికల్ ఇంజనీరింగునకు సంబంధించినవే. వాస్తవమునకు ఆధునిక సాంకేతిక ప్రగతి ద్వారా ప్రజాసౌకర్యములను సమకూర్చుట యందు మెకానికల్ ఇంజనీరింగు ప్రముఖ భూమికను నిర్వహించుచున్నది. మెకానికల్ ఇంజనీరింగులోని సూక్ష్మ భేదములు తెలిసికొనుటకు ప్రక్కపుటలోని పట్టిక తోడ్పడ గలదు:



చక్కగ పని చేయగల యంత్రమును గాని, ఇంజనును గాని, యంత్ర పరికరములను గాని తయారు చేయుటకు మెకానికల్ ఇంజనీరుకు తాను వాడుక చేయు వస్తువుల స్వభావ ధర్మముల జ్ఞానము బాగుగా ఉండవలయును. ఉదా : ఎక్కువ వేగముగా తిరుగు లేత్ వంటి ఆధునిక యంత్ర పరికరమును వాడుటకు అతడు అధిక తాపక్రమమును తట్టుకొనగల ఒక విధమైన ప్రత్యేకమగు ఉక్కు (హైస్పీడ్ స్టీల్)ను వాడవలసి ఉండును. ఆ విధముగనే 266 మంది ప్రయాణీకులను శబ్దవేగమును కూడ మించిన గంటకు 2,880 కి. మీ. (1800 మై.) వేగముతో పయనించు సూపర్సానిక్ జెట్ విమానమును రూపొందించుటకు తగిన ధాతుమిశ్రము కావలయునన్న ధాతుశాస్త్రవేత్తయగు మెటలర్జికల్ ఇంజనీరుపై మెకానికల్ ఇంజనీరు ఆధారపడుట తప్పనిసరి.

ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు

ప్రస్తుతము ఒక దేశము సాధించు సాంకేతిక వికసనము ఆ దేశము ఉత్పత్తి చేయు విద్యుచ్ఛక్తి వృద్ధికి అనులోమ నిష్పత్తిలో వర్ధిల్లుచుండునని చెప్పునట్టి పరిస్థితి ఏర్పడినది. అనగా, ఒక దేశపు జీవన ప్రమాణమును లెక్కించుటకు ఆ దేశమునందలి తలసరి విద్యుచ్ఛక్తి వాడుకయే మానదండ మగుచున్నదన్నమాట. ఈ విధముగా మానవ జీవితమునందలి ప్రత్యంశమునందును విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవేశించుచున్నది. స్నానాగారమున చేరి త్వరితముగ ముఖక్షౌరమును ముగింప నెంచు గృహస్థునకును, నిముసముల మీద పిండి రుబ్బకమును పూర్తిచేయ నెంచు ఇల్లాలికిని ఈనాడు ప్రాయికముగ సహకరించునది విద్యుచ్ఛక్తియే. ఆధునిక నాగరకత మానవజాతికి సౌకర్యములు కలిగించుటకు విద్యుచ్ఛక్తిని నమ్మి ఉన్నది; దానిపై ఆధారపడి ఉన్నది. విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగించి నేడు స్వతశ్చలన సూత్రముపై యంత్ర సహాయమున పెద్ద ఎత్తున ఉత్పత్తిని సాధించుట వలన సరుకులును, తక్కిన సౌకర్యములును అందరికిని త్వరగా తక్కువ వ్యయముతో నమ్మకముగ అందజేయ వీలగుచున్నది. ఆహార వస్తువులు కుళ్ళి చెడిపోకుండ ఉంచుటకు శీతలీకరణ (రెఫ్రిజరేషన్) విధానము ఉపకరించుచున్నది. పంటచేలకు నీటివసరులు కల్పించుటకును, పాతాళగంగను పైకి తెచ్చుటకును, గొట్టపు బావులు, ఫిల్టర్ పాయింట్లు మొదలగు వాటిలో విద్యుచ్ఛక్తిని రైతులు విరివిగా వాడుచున్నారు. రైలు బండ్లను వేగము గాను, సమర్థము గాను నడుపుటకు విద్యుచ్ఛక్తి ఉపయుక్తమగుచున్నది. ఇంజనులోని వాయువులను జ్వలింపజేయుటకు అవసరమగు నిప్పురవ్వను సృష్టింపజేయుటలోను, చీకటిలో కూడ మోటారు కారును నడుపుటకు అవసరమగు కాంతిని కల్పించుటలోను విద్యుచ్ఛక్తియే ప్రధాన పాత్ర వహించుచున్నది.

ఆధునిక కర్మాగారమునందు లేత్‌లు, డ్రిల్లులు వంటి యంత్రములు విద్యుచ్ఛక్తి లేని ఎడల ఆగిపోవును. గనుల నుండి ముడి ఇనుము, నేల బొగ్గు మొదలగు ఖనిజములను త్రవ్వి పైకి తీయుటకు విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగమగుచున్నది. అది నూలు వడకి, మన గుడ్డలను నేయుచున్నది. విద్యుచ్ఛక్తి లేని పక్షమున ఔషధములను చౌకగా సిద్ధపరచుటయును కష్టము.

అతి ప్రాచీన కాలమున మానవుడు తన జీవిక కోసము, ప్రాణరక్షణ కోసము జరిపిన పోరాటములలో తన కండరముల బలమును వినియోగించెడివాడు. తన పనులు సుళువుగ జరుపుకొనుటకు క్రమముగ చిన్న చిన్న పనిముట్లను అతడు కనిపెట్టెను. అతడు 18 వ శతాబ్దమున కండరముల బలముతో చేయు పెక్కు పనులను సుళువుగచేయుటకు, కండరబలము అవసరము లేకుండ చేయుటకు ఆవిరి యంత్రమును రూపొందించుకొనెను. ఇప్పుడు పెక్కు వేల మానవుల కండరముల శక్తిని అధిగమించు విద్యుద్యంత్రశక్తిని పనిగొని మానవుడు తనకు కావలసిన పనులను అవలీలగా సాధించుకొనుచున్నాడు.

మానవుడు సూపర్సానిక్ (శబ్దాతీత) విమాన యానమున గాని, రాకెట్ ఇంజనీరింగులో వినియోగపడు నూతన ధాతు మిశ్రములను గాని తయారుచేయుటకు విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగించి అత్యధిక తాపక్రమములను సిద్ధపరచుకొనెను. మానవజాతిని బానిసతనము నుండియు, కష్టముల నుండియు విముక్తిచేయుటను బట్టి విద్యుచ్ఛక్తిని ఒక విధముగ 'సాంఘిక సంక్షేమకారి' అనియు భావింప

వచ్చును. నేడు ఆధునిక కర్మాగారమున పనిచేయు కార్మికుడు వాతానుకూలనము (ఎయిర్ కండిషనింగు), శీతలీకరణము (రెఫ్రిజరేషన్) వంటి పద్ధతులు తన చెప్పు చేతలలో ఉండగా సుఖకరమగు పరిసరములలో పనిచేయుచున్నాడు. ఈ విధముగా విద్యుచ్ఛక్తి మానవునిలోని ఉత్పాదనా కుశలతను ఇతోధికముగ వృద్ధిపరచినది.

ఒకానొకప్పుడు కార్ఖానాలు జలశక్తిపై ఆధారపడి ఉండినవి. తరువాత నేలబొగ్గును ఇంధనముగ ఉపయోగించుకొని ఆవిరిశక్తి రంగమున ప్రవేశించెను. నీటిని మరగించి, ఆవిరిని తయారు చేయుటకు సుదూర ప్రాంతముల నుండి నేల బొగ్గును కార్ఖానాలున్న స్థలమునకు తెచ్చి పెద్ద పెద్ద కొలిమిలలో కాల్చుచుండిరి. ఇప్పుడు రామగుండము, కొత్తగూడెము వంటి పెద్ద విద్యుత్ ఉత్పాదక యంత్రములు దూరమున ఉన్న వందల కొలది కార్ఖానాలను నడుపుటకు చాలినంత శక్తిని ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి.

కార్ఖానాలలో విద్యుచ్ఛక్తి

కార్ఖానాలలో కష్టసాధ్యములగు పనులను పెక్కింటిని విద్యుచ్ఛక్తి నిర్వహించుచున్నది. పోత పోయు యంత్రములు, ధాతువును అదిమి దిమ్మెలుగనో, రేకులుగనో చేయు యంత్రములు, స్వయంచాలక లేత్‌లు, డ్రిల్లులు, క్రేనులు, హాయిస్ట్‌లు, కన్వేయర్లు మొదలగు భారీ యంత్ర పరికరము లన్నియును మానవుని సమయమును, శక్తిని పొదుపు చేయుటకు విద్యుచ్ఛక్తితోనే నడుపబడుచున్నవి.

మోటారు కారు కార్ఖానాలలో ఒకే ఒక డ్రిల్లింగు యంత్రము ఒక దఫాకు ఒక ఇంజను బ్లాకులో పెక్కు రంధ్రములు చేయగలదు. వివిధ యంత్ర భాగములను అమర్చు పనిలో విద్యుచ్ఛక్తితో పని చేయు కన్వేయరు బెల్ట్ వస్తూత్పత్తిని త్వరగను, పొదుపుగను నిర్వహించగలదు. వర్క్‌షాపులలో సరకులను బంగీలు కట్టుటకును, ఎంచుటకును విద్యుచ్ఛక్తి సహాయమున పనిచేయు ఫోటో సెల్ వంటి ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములు వాడబడుచున్నవి. ధాతు భాగములను కోయుటకును, అతికించుటకును విద్యుచ్ఛక్తి వాడబడుచున్నది. ధాతుభాగములను విద్యున్మలామా (ఎలక్ట్రో ప్లేటింగ్) చేయుటకును-అనగా, ఇత్తడిపై క్రోమియమ్‌తో గాని, నికెల్‌తో గాని పూత పూయుటకును, పలుచని రేకు పొర అమర్చుట వంటి పనికిని విద్యుచ్ఛక్తిని వాడుచున్నారు. విద్యుచ్ఛక్తిని విరివిగా వాడి గనులనుండి ఖనిజములను తీయుట, ముడి ఖనిజమునుండి ధాతువును వేరుచేయుట, చక్కబరచుట, మేలురకపు ధాతుమిశ్రములను తయారుచేయుట వంటివి సంబాళించుచున్నారు. విద్యుచ్ఛక్తిని కనిపెట్టిన తరువాత కార్ఖానా కార్మికునికి ప్రయాస తగ్గి, విశ్రాంతి కాలము విరివిగ చేకూరినది.

ఇండ్లయందు విద్యుచ్ఛక్తి

ఇండ్లయందు విద్యుచ్ఛక్తిని ప్రధానముగ దీపములకు వాడుచున్నారు; గాలి సరిగా ప్రసరించుటకై పంకాలను నడుపుటకును వాడుచున్నారు. పట్టణములందును, నగరములందును విద్యుచ్ఛక్తిని ఇండ్లలోను, ఆఫీసులలోను ఎయిర్ కండిషనింగ్‌కును, రెఫ్రిజరేషన్‌కును విరివిగా వాడుచున్నారు. గృహిణి కూరగాయలను, గ్రుడ్లను, పాలను చెడిపోకుండ భద్రపరచుటకు రెఫ్రిజరేటరు (శీతలీకరణ యంత్రము)ను వాడుచున్నది. చట్నీలు, ఫలరసములు మొదలగునవి తయారు చేయుటకు 'మిక్సర్లు (కలుపు యంత్రములు)' వాడబడుచున్నవి. యునైటెడ్ స్టేట్స్, బ్రిటన్, జపాన్ వంటి అభివృద్ధి చెందిన దేశములలో ఇండ్లయందు టెలివిజన్‌ను చూచి ఆనందించుటకు విద్యుచ్ఛక్తిని వాడుచున్నారు. వస్త్రములను ఇస్త్రీ చేయుటకు ఎలక్ట్రిక్ ఇస్త్రీ పెట్టెలు వాడుచున్నారు. గుడ్డలు ఉతుకుయంత్రము, స్టవ్, టోస్టరు వంటి తదితర గృహోపకరణములకును విద్యుచ్ఛక్తి ఉపయోగపడుచున్నది.

ప్రతి వ్యక్తికిని ప్రపంచగతితో సంబంధమును కలిగించు రేడియో వార్తల ప్రసారమునకును, వార్తల గ్రహణమునకును విద్యుచ్ఛక్తి ఉపకరించుచున్నది. ఎక్కడికి కావలసిన అక్కడికి తీసికొని పోదగిన రేడియోలు బ్యాటరీల వల్ల పనిచేయుచున్నవి. చిన్న బ్యాటరీలు వాడు ట్రాన్సిస్టార్ రేడియో అవతరణతో రేడియో ముందుకన్నను జనాదరణను ఎక్కువగ పొందినది.

వార్తాపత్రికలు పాఠకులకు అందుటకు విద్యుచ్ఛక్తిపై ఆధారపడి ఉన్నవి. విద్యుచ్ఛక్తి వలన పనిచేయు టెలిప్రింటర్లు ప్రపంచము నాలుగుమూలలనుండి వార్తలు సమీకరించును. విద్యుచ్ఛక్తితో పనిచేయు లైనోయంత్రములు ఆ వార్తలను అచ్చుకూర్చును. పిదప ఆ వార్తలను అత్యంత వేగముతో విద్యుత్సహాయమున నడచు రోటరీయంత్రములు ముద్రించును. ఇందువలన ఆ వార్తలు చాల తొందరగ పాఠకులకు చేరును. సినిమా తయారుచేయుటయు, ప్రదర్శించుటయు విద్యుచ్ఛక్తితో నడచు యంత్రముల వల్లనే జరుగుచున్నవి. తంతి, టెలిఫోను వార్తలను అందజేయుటకు విరివిగా విద్యుచ్ఛక్తిని వాడుచున్నారు. ఆధునిక వైద్యశాస్త్రమున రేడియాలజీ చికిత్సకును, గాఢ ఎక్స్‌రే చికిత్సకును విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగించుచున్నారు.

సంఘముపై విద్యుచ్ఛక్తి ప్రభావము ఎంత గాఢముగ ఉన్నదనగా, ఏ కారణముచేతనైనను కొంతసేపు విద్యుచ్ఛక్తి సరఫరా ఆగిపోయినట్లయినచో — ఆ మధ్య కొన్ని సంవత్సరముల క్రిందట న్యూయార్క్ నగరమున జరిగినట్లును, ఇటీవల 1967లో కోస్తా ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో సంభవించినట్లును - ప్రజల నిత్యజీవితము వస్తుతః స్తంభించిపోవును. పెక్కు అంతస్తులభవనములలో లిఫ్టులు పనిచేయక ఆగిపోయినట్లయిన జనులు పెక్కు గంటలపాటు కదులుటకు, మెదలుటకు — మెట్లను వాడితే తప్ప — అవకాశము ఉండదు. ఐక్యరాజ్య సమితి (యునైటెడ్ నేషన్స్) కేంద్ర కార్యాలయము నెలకొనిన 38 అంతస్తుల ఆకాశసౌధములో ఇటీవల ఇటువంటిదే సంభవించినది. లిఫ్టు ఆగిపోవుటవలన ప్రధాన కార్యదర్శి ఊ థాంట్ చేతిలో మైనపువత్తి వెలిగించి పట్టుకొని దారి చూచుకొనుచు 38 వ అంతస్తు నుండి మెట్లు దిగవలసి వచ్చెను!

అదృష్టవశమున ఇంత ప్రయోజనకారియగు ఈ శక్తిని జనింపజేయుటకు వనరులు పెక్కు కలవు. ఉత్తర భారత దేశమున సింధునది [చూ. భాక్రా-నంగల్], దక్షిణ భారత దేశమున కృష్ణానది [చూ. శ్రీశైలం ప్రాజెక్టు] మొదలగు గొప్పనదులకు డాములు కట్టి మళ్ళించుకొని వాటి నీటి నుండి విరివిగ విద్యుదుత్పత్తి చేయబడుచున్నది. ఇటుల ఉత్పత్తియగు దానిని జలవిద్యుచ్ఛక్తి (హైడ్రో - ఎలక్ట్రిక్ పవర్) అనుచున్నారు. ప్రత్యేకముగ నిర్మించిన పెద్ద కొలుములలో నేలబొగ్గును గాని, లిగ్నైటు బొగ్గును గాని కాల్చి నీటినుండి ఆవిరిని పుట్టించి, ఆ ఆవిరిని పెద్ద టర్బయినులలో పోనిచ్చుటవలన విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి అగుచున్నది. దీనిని 'తెర్మల్ విద్యుచ్ఛక్తి' అనుచున్నారు. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని రామగుండమున, కొత్తగూడెమున ఉన్న విద్యుత్కేంద్రములు ఈ తెర్మల్ వర్గమునకు చెందినవి. ఇటీవల పరమాణు శక్తిని శాంతికాల ప్రయోజనముల కొరకు వినియోగించుటకు జరుగుచున్న పరిశోధనలలో ఈ పరమాణు శక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుటకు పద్ధతులు కనుగొనిరి. ఈ విధముగ ఉత్పత్తి అగు విద్యుచ్ఛక్తిని పరమాణు విద్యుచ్ఛక్తి అనుచున్నారు. ఇట్టి పరమాణు విద్యుచ్ఛక్తి స్థావరములు భారతదేశమున మహారాష్ట్రములోని తారాపూర్‌లోను, రాజస్తాన్‌లోని కోట అను నగరమునందును, మద్రాసులోని కలపాక్కంలోను నిర్మింపబడుచున్నవి.

ఇప్పటి (1968) ధరవరలను బట్టి జల విద్యుత్కేంద్ర నిర్మాణమునకు అవసరమగు పెట్టుబడి స్థాపిత కిలోవాట్టుకు రూ. 1,200 అని తేలినది. దీనిని బట్టి విద్యుదుత్పత్తికి అగు ఖర్చు యూనిట్‌కు 2 పైసలు. అయితే, తెర్మల్ కేంద్ర నిర్మాణమునకు కావలసిన పెట్టుబడి స్థాపిత కిలోవాట్టుకు రూ. 1,600 నుండి 1,800 మధ్య ఉండును. తెర్మల్ కేంద్రమున విద్యుదుత్పత్తి కగు ఖర్చు యూనిట్‌కు 5·5 పైసలు. కాని, పరమాణు విద్యుత్తు విషయమున పెట్టుబడి ఖర్చు కూడ ఎక్కువయే.

పరమాణు విద్యుత్కేంద్ర నిర్మాణమునకు కావలసిన పెట్టుబడి స్థాపిత కిలోవాట్టుకు రూ. 2,200 నుండి రూ. 2,800 మధ్య ఉండును; విద్యుదుత్పత్తికి అగు ఖర్చు యూనిట్‌కు 5 గాని, 6 గాని పైసలు ఉండును. ఇది అంతయు 75% లోడ్ ఫాక్టర్‌ను ఆధారముగా లెక్క కట్టబడినది.

విద్యుచ్ఛక్తిని కొద్దిపాటి మొత్తములలో - బ్యాటరీలలోవలె - రాసాయనిక ద్రవ్యములను ఉపయోగించి తయారు చేయవచ్చును. టార్చిలలోను, నేడు ట్రాన్సిస్టర్‌లలోను, డ్రైసెల్లులు, మోటారుకారులోని సెకండరీ సెల్లులు ఇందులకు కొన్ని ఉదాహరణములు. రోదసీ పరిశోధనమున ఇటీవల వినియోగింపబడు రాకెట్లు, కృత్రిమ ఉపగ్రహములు సౌరబ్యాటరీలను వాడుచున్నవి. రాకెట్లు ఎగురునప్పుడును, భూమిచుట్టూ పరిభ్రమణము చేయునప్పుడును ఈ సౌర బ్యాటరీలు సూర్యశక్తిని వాటంతట అవి వినియోగించుకొని పని చేయుచున్నవి.

ఇట్టి విద్యుచ్ఛక్తి ఉనికిని క్రీ. పూ. 5 వ శతాబ్దమున గ్రీస్ దేశమునందలి మిలెటస్ నగరమున నివసించిన తేలీజ్ [చూ. సం. 2 - పు. 73] అను నతడు తొలుతగ బయట పెట్టెను. కాని, ఈ వృత్తాంతము దాదాపు రెండు సహస్రాబ్దముల వరకును మరుగుననే ఉండినది. 16 వ శతాబ్దమున ఇంగ్లండులో ఎలిజబెత్ - I కాలమున గిల్బర్ట్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ విషయమును గూర్చి విశేషముగ తెలిసికొనుట సంభవించినది. పిదప 19 వ శతాబ్దమున మరొక బ్రిటిష్ విజ్ఞాని మైకేల్ ఫారడే (మ. 1857) విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయుటకు 'డైనమో' (1831) అను సాధనమును రూపొందించి నిర్మించెను. అతి సామాన్యమగు ఈ ఫారడే డైనమో రెండు శతాబ్దములలో క్రమపరిణామమొంది నేటి మహత్తరభారీవిద్యుదుత్పాదక యంత్రముగారూపొందినది.

గణిత, భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రముల వంటి మౌలిక విజ్ఞాన శాస్త్రములపై ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు ఆధారపడి ఉన్నది. సివిలు ఇంజనీరింగు, మెకానికల్ ఇంజనీరింగు, తదితర వినియుక్త విజ్ఞానశాస్త్రము (అప్లయిడ్ సైన్స్)లు విద్యుదుత్పాదక కర్మాగారములను, వివిధ విద్యుద్యంత్రములను నెలకొల్పుటకు తోడ్పడుచున్నవి. ఎలక్ట్రానిక్స్ అనునది విద్యుచ్ఛక్తిలో మరొక శాఖ. ఇది ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధము తరువాత పెద్ద పరిశ్రమగా వృద్ధి చెందినది.

కెమికల్ ఇంజనీరింగు

ఆధునిక నాగరకత మనుగడకు కారణమైన మరొక ఇంజనీరింగు శాఖ కెమికల్ ఇంజనీరింగు. టెరిలిన్, నైలాన్ వంటి కృత్రిమమైన దారములు, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, గాజు, ప్లాస్టిక్ వస్తువులు, సబ్బు వగైరా పరిమళ ద్రవ్యములు, రంగులు, ఔషధములు, క్రిమి సంహారక ఔషధములు మొదలైనవన్నియును, వ్యవసాయ సంబంధమగు ముడి వస్తువులను గాని, ఖనిజములగు ముడి పదార్థములను గాని వాడుట వలన ఆధునిక రాసాయనిక సాంకేతిక పద్ధతులతో చౌకగా తయారగుచున్నవి. ఈ కెమికల్ ఇంజనీరింగు ప్రధానముగా రెండు పద్ధతులకు సంబంధించినది: 1. ప్రమాణ కార్యములు (యూనిట్ ఆపరేషన్స్)—ఒక ఖండముగా ఒక దానిని గ్రహించి దానిపై రాసాయనిక చర్యను ప్రవర్తింపజేయుట; 2. ప్రమాణ ప్రక్రియలు (యూనిట్ ప్రాసెసెస్) – ఒక ఖండముగా గ్రహించిన దానిని క్రమబద్ధముగ చక్కబరచుట.

శోషణము, ఘనీభవనము, ఉడకబెట్టుట, ఇగరబెట్టుట, వడియగట్టుట, ఒక చోట నుండి మరియొక చోటికి రాసాయనిక ద్రవ్యములను గొట్టముల ద్వారా విరజిమ్ముట, చూర్ణీకరణము, మిశ్రీకరణము, స్వేదనము మొదలగునవి ప్రమాణ కార్యములుగా పేర్కొనబడుచున్నవి. పెట్రోలియమ్ నుండియు, కోల్ తార్ నుండియు వర్ణద్రవ్యములు, క్రిమిసంహారిణులు వంటి రాసాయనిక వస్తువులను తీయుటకు ఆంశిక స్వేదనము అను ప్రమాణప్రక్రియను ప్రయోగింతురు. ఒక పదార్థము నీటిలో చేరినప్పటికిని కరగిపోవునప్పుడు నీటిని పోనిచ్చి తక్కిన వస్తువును శేషింపజేయుటకు వడపోత (ఫిల్టరేషన్) పద్ధతి అనుసరింపబడుచున్నది. ఈ వడపోసిన నీటిలోనో, ద్రవ్యముననో కొంత పదార్థము కరగి ఉన్నట్లయిన దానిని గ్రహించుటకు ఆ ద్రవ్యమును ఇగరబెట్టవలసి ఉండును.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గాని, ప్లాస్టిక్‌లు వంటి రాసాయనిక వస్తువులను గాని పెద్ద ఎత్తున తయారు చేయవలసి ఉన్నప్పుడు, వానికి వాడవలసిన ముడి పదార్థముల నుండి ఉద్దిష్టమగు అంత్య వస్తువును తయారు చేయుటకు క్లిష్ట రాసాయనిక ప్రక్రియను ప్రయోగించుచున్నారు. ఉదాహరణమునకు కృత్రిమముగా రబ్బరును తయారు చేయుటనే తీసికొందము. క్రూడ్ ఆయిల్ నుండి బుటాడీన్ వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యమును, నేలబొగ్గునుండి తయారగు బెన్జీన్ నుండి వచ్చు స్టిరీన్‌ను కలిపి ఒకవిధమైన క్లిష్ట రాసాయనిక ప్రక్రియకు గురిచేయుదురు. దీనిని 'పోలిమరైజేషన్' అందురు. ఇది కూడ ఒక రకమయిన ప్రమాణ ప్రక్రియ (యూనిట్ ప్రాసెసెస్).

వనస్పతినుండి సబ్బు తయారు చేయుటకై ముడి పదార్థమును శుద్ధిపరచు సందర్భమున కాస్టిక్ సోడాను, ఇతర రాసాయనిక ద్రవ్యములను కలుపుచున్నారు. ఈ ప్రక్రియలో 'సబ్బు'తో పాటు 'గ్లిసరీన్' అను పదార్థము ఉపోత్పన్నము (బై - ప్రాడక్టు)గా లభించుచున్నది. ఈ గ్లిసరీన్‌ను మరొక సంపూర్ణ వస్తువును సిద్ధపరచుటకు వాడుదురు లేదా మరొక పరిశ్రమలో ముడిపదార్థముగా వాడుటకు అమ్మివేయుదురు. ముడి సరుకును కుశలతతో వినియోగించి పారిశ్రామికవేత్త గరిష్ఠ లాభమును పొందుటకు కెమికల్ ఇంజనీరింగు సహకరించుచున్నది.

రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి పెక్కు శతాబ్దములుగా జరుగుచున్నను, గత శత సంవత్సరములలో మాత్రమే - ముఖ్యముగ 20 వ శతాబ్దమున - ఆ ఉత్పత్తి అపూర్వముగ వృద్ధి అయినది. రాసాయనిక పరిశ్రమకు జన్మస్థానము ఇంగ్లండు అని పేర్కొనవచ్చును. విజ్ఞాన ప్రయోగములందు ఫలించిన శాస్త్రగత సూత్రావళిని రాసాయనిక పరిశ్రమయందు వినియోగించుటతో రాసాయనిక పారిశ్రామికాభివృద్ధి ఇతోధికమైనది. ఆర్థిక కారణముల రీత్యా లభించు ముడిసరకులను బట్టి వాటిని చక్కబరచి ఇతర వస్తు ఉత్పత్తి పరిశ్రమలయందు వినియోగించుటకుగాను అనేక మధ్యస్థ ద్రవ్యములు తయారు చేయవలసిన అవసరము ఏర్పడినది. ఎప్పటికప్పుడు వస్తు ఉత్పత్తి ఆర్థిక రంగమునకు ముడిపడి ఉండుటచే రాసాయనిక పరిశ్రమ వర్ధిల్లుటకు నిరవధిక పరిశోధన అత్యావసరమయ్యెను. ఇందుకుగాను రాసాయనిక పరిశ్రమ రాసాయనిక పరిశోధనకు పెద్ద ఎత్తున పెట్టుబడి పెట్టవలసి వచ్చినది. ఒక వైపు లభించు ముడి సరుకులు, మరొకవైపు మానవ సుఖజీవనమునకు అవసరమగు వస్తుజాలము - ఈ రెండు అవధులను ప్రాతిపదికగా రాసాయనిక పరిశోధన ఎప్పటికప్పుడు తగు పరిశోధనా ఫలితములను పరిశ్రమలో వినియోగించు రీతిలో సిద్ధపరుపవలెను. రాసాయనిక పరిశ్రమ రంగమున పరిశోధన లేనిచో పరిశ్రమాభివృద్ధి స్తంభించిపోవును. ఆ కారణము చేతనే వెలుగు చూచిన ఏదైనా క్రొత్త ప్రక్రియ వినియోగమునకు రాకుండగనే ఒక్కొక్కప్పుడు పాతబడిపోవును. రాసాయనిక పరిశ్రమాభివృద్ధికి మూలాధారములు మూడు: 1. రాసాయనిక శాస్త్రమున జరిగిన ప్రాతిపదిక

కృషిని బట్టి ద్రవ్యమును పరివర్తన చేయుటయందును, అదుపులో పెట్టుటయందు సాధించిన నైపుణి మీదను, క్లిష్టమైన అణుస్వరూపములను కావలసిన రీతిని రూపొందించుకొనుటలోను; 2. రాసాయనిక ఇంజనీర్లు లేబరేటరీలో ప్రయోగములు చేయగా ఫలించిన పద్ధతులు భారీ ఎత్తున రాసాయనిక పరిశ్రమలయందు వినియోగించు రీతిలో సఫలతను పొందుటయందును; 3. రాసాయనిక పరిశ్రమయందు సిద్ధించిన వస్తూత్పత్తిని సమర్థముగా విక్రయించుట యందును, మానవావసరములను దక్షతతో సమకూర్చుట యందును.

యూరప్ ఖండమునందును, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌నందును గల పరిశోధన సంస్థలు సువ్యవస్థితముగా సాగించుచున్న పరిశోధనలవల్ల ఔషధయోగములు, కృత్రిమ దారములు -కొంగ్రొత్తవి- పెక్కు కనుగొనబడినవి. ఇవి కెమికల్ ఇంజనీరింగు అభివృద్ధికి దోహదము ఇచ్చినవి. రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తిలో పశ్చిమ జర్మనీ, స్విజర్లండ్, ఇంగ్లండు, యునైటెడ్ స్టేట్స్, జపాన్ దేశములు తక్కిన దేశములను అధిగమించినవి.

ఒకప్పుడు భారతదేశము నీలిమొక్కల నుండి నీలిమందును తయారు చేయుటయందు ప్రపంచ ప్రసిద్ధికెక్కినది. అయినను, రాసాయనిక రీతిలో నీలిమందును తయారుచేయు పరిశ్రమ మాత్రము ఇటీవలిదే. అద్దకపు రంగులు, పెయింటింగ్ రంగులు, ఔషధములు, సబ్బులు, సిమెంటు, మద్యములు, పంచదార, ప్రేలుడు వస్తువులు మొదలగు నట్టివి కొన్ని భారతదేశమున తయారగుచున్నవి. ఇటీవల పెట్రోల్ శుద్ధి కర్మాగారములలో ఉపోత్పన్నములుగ లభించు వాయు విశేషములను, నాఫ్తాను ఆధారములుగ గ్రహించిన రాసాయనిక ఎరువుల ఫ్యాక్టరీలు బొంబాయిలోను, విశాఖపట్టణములోను, ఇంకను దేశములో ఇతర చోట్లను యునైటెడ్ స్టేట్స్ మొదలగు అభివృద్ధి చెందిన దేశముల సాంకేతిక సహాకారముతో నెలకొల్పబడినవి.

పెట్రోల్ శుద్ధి కర్మాగారములయందును, ఉక్కు ఫ్యాక్టరీలయందును లభించు ఉపోత్పన్నములను వినియోగించుకొనుటకు కెమికల్ పరిశ్రమ అట్టి స్థలములకు సమీపముననే అభివృద్ధి అగుచున్నది.

భారతదేశమున ట్రాంబే, దుర్గాపూర్, రూర్‌కేలా, నామ్‌రూప్ నగర ప్రాంతములయందును, ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో విశాఖపట్టణమునందును రాసాయనికపరిశ్రమలు అభివృద్ధి అగుచున్నవి. కెమికల్ ఇంజనీరింగుకు రాసాయనిక, భౌతిక, గణిత శాస్త్రములు ముఖ్య ప్రాతిపదికలుగ ఉపకరించుచున్నవి. కెమికల్ ఇంజనీరింగు కర్మాగారముల స్వరూప నిర్ణయమునకును, నిర్మాణమునకును సివిలు ఇంజనీరింగు, మెకానికల్ ఇంజనీరింగు, ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు తోడ్పడుచున్నవి. కర్మాగారములు విశేష సమర్థతతో పనిచేయుటకు స్వతశ్చలన ప్రక్రియ, ఉత్పాదన ఇంజనీరింగు రంగమున ప్రవేశించుటవలన ఎలక్ట్రానిక్స్‌కు ప్రాముఖ్యము ఏర్పడినది.

టెక్నాలజీ అనగా ఏమి ?

మనము నిత్యము వాడుకచేయు పంచదార, ప్రతిరోజూ దూరప్రాంతములకు త్వరగా చేరుటకై ఉపకరించు మోటారు కారు, మనము వాడెడు దుస్తులు ఇవన్నియును టెక్నాలజీ ఫలితములే. చౌకగను, త్వరితముగను మాత్రమే కాకుండ విశ్వసనీయమగు రీతిలో సైతము మానవులకు సరకులను, సౌకర్యములను అందించుటకు ఉపకరించు విధముగ ఇంజనీరింగునకును, తదితర విజ్ఞాన శాస్త్రములకును సంబంధించి, విభిన్న శాఖలనుండి సేకరింపబడిన కొన్ని నిర్దిష్ట ప్రక్రియా వ్యవహారముల క్రమబద్ధ సమన్వయమునకు ఫలితమగు అలువు సుళువుల పరిజ్ఞానమే 'టెక్నాలజీ' అని సంక్షిప్తముగ చెప్పవచ్చును.

ఆధునిక నాగరకతలో - ముఖ్యముగా భారతదేశము వంటి శ్రేయోరాజ్యములలో — ప్రజల విస్తృతావసరములను పూరించుటలో టెక్నాలజీకి ప్రధాన భూమిక కలదు. టెక్నాలజీకి మూలాధారము ఇంజనీరింగు. ఇంజనీరింగునందు మౌలిక విజ్ఞాన శాస్త్రమును ఎట్లు ప్రయోగించవలయునో చర్చింపబడును. అట్టి మౌలిక విజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగములు రాసాయనిక, భౌతిక, గణితశాస్త్రముల వంటివని తెలిసికొనదగును.

మనము ఉత్పత్తి చేయదలచిన వస్తువు ఆహారపదార్థమో, ఔషధద్రవ్యమో అయినప్పుడు జీవశాస్త్రమునకు కూడ ప్రాధాన్యము ఏర్పడును. ఉదా: ఆహారమును చక్కబరుచుటకును, భద్రపరచుటకును సూక్ష్మజీవుల వల్ల కలుగు కిణ్వ ప్రక్రియ యొక్క సమగ్రజ్ఞానము అవశ్యకము. ఈ ప్రక్రియ సూక్ష్మ జీవశాస్త్రము పైనను, ఎన్‌జైమాలజీ పైనను ఆధారపడిన కిణ్వ ప్రక్రియ విజ్ఞానము (ఫర్మెన్‌టేషన్ టెక్నాలజీ) వంటి శాఖలలో అధ్యయనము చేయబడుచున్నది.

అందువల్ల 'టెక్నాలజీ' అనునది భౌతిక, రాసాయనిక, జీవ శాస్త్రములవంటి మౌలిక విజ్ఞాన శాస్త్రముల మీదను, వ్యవసాయము, వైద్యము, ఇంజనీరింగు శాఖలవంటి విని

యుక్త విజ్ఞాన శాస్త్రముల మీదను ఆధారపడి ఉన్నది. దీనినిబట్టి ఆ యా విజ్ఞాన (మౌలిక, వినియుక్త) శాస్త్రముల మధ్య ఒక విధమగు అవినాభావసంబంధము కలదని స్పష్ట మగుచున్నది. పారిశ్రామికరంగమున టెక్నాలజీని భౌతిక, గణిత, రాసాయనిక శాస్త్రముల వంటి మౌలిక శాస్త్రము లలో నిష్ణాతులైన విజ్ఞానుల కృషితో సమీకరించవలసిన అవసరము కలదు. అంతేగాక, ఆ యా మౌలిక విజ్ఞాన శాస్త్రరంగములలో జరుగుచుండు అభివృద్ధిని సూక్ష్మ దృష్టితో గమనించవలసిన అవసరము ఇంజనీరునకును, టెక్నాలజిస్టుకును ఎంతయినా కలదు. అనగా, ఎప్పటి కప్పుడు జరుగుచుండు విజ్ఞానాభివృద్ధిని గ్రహించి, విని యోగపరచుకునే శక్తి ఉన్నప్పుడే టెక్నాలజీ ముంద డుగు వేయగలదు.

నిర్దిష్ట పరిస్థితులలో ఏవిధమగు టెక్నాలజీ తగినట్టిదని నిర్ణయించుటలో అర్థ శాస్త్రమునకు కూడా ప్రసక్తి కలదు. ఉదా: ఉక్కు ఉత్పత్తిలో ఓపెన్ హార్త్ పద్ధతికన్నను లింజ్ డోనా విట్జ (ఎల్. డి.) పద్ధతిని భారతదేశము అభిమానించి నది. ఈ పద్ధతి వల్ల భారతదేశమున దుక్క ఇనుమును చౌక గాను, హెచ్చుగాను ఉత్పత్తి చేయవచ్చునని భావించబడి నది. సాలుసరి ఉక్కు ఉత్పత్తిలో సమానస్థాయిలో ఉండు రెండు విధములగు కర్మాగారములలోను 'లింజ్ డోనా విట్జ' టెక్నాలజీ పద్ధతిపై కర్మాగారమును 'ఓపెన్‌హార్త్' పద్ధతి కర్మాగారమునకు అగు పెట్టుబడిలో 60% పెట్టుబడితో నెలకొల్పవచ్చును. దేశమున లభించు సాంకేతిక నైపుణ్యము కూడ ఏదో ఒక టెక్నాలజీని అభిమానించుట కద్దు.

ఈ విధముగానే భారతదేశమున రాసాయనిక ఎరువుల కర్మాగారముల స్థాపన విషయమున ఒక సందిగ్ధావస్థ పొడ చూపినది. ద్రవరూపమగు అమోనియాను విదేశ ద్రవ్యము విశేషముగా వెచ్చించి దిగుమతి చేసికొని, రాసాయనికపు ఎరువులను తయారు చేసికొనుటయా లేదా దేశములో అచ్చటచ్చట ఉన్న పెట్రోల్ శుద్ధి కర్మాగారములందు ఉపోత్పన్నములుగ-పుష్కలముగ-లభించు నాఫ్తాను రాసా యనిక ఎరువులయందు ముడిసరుకుగా ఉపయోగించుటయా అను మీమాంస ఏర్పడినది. ఈ విధముగా నిర్దిష్టమగు టెక్నాలజీని ఎన్నుకొనుటయందు ఆర్థికశాస్త్రమునకు కూడ కొద్దిగనో, గొప్పగనో ప్రాముఖ్యము ఉన్నదన్న మాట. యునైటెడ్ స్టేట్స్, బ్రిటన్, పశ్చిమ జర్మనీ, జపాన్, సోవియట్ రష్యా దేశములలో ఆధునిక సువ్యవస్థిత విజ్ఞానశాస్త్ర పరిశోధనలకు పెద్ద పెద్ద మొత్తములను ఖర్చు పెట్టుటవలన వస్తువుల ఉత్పత్తికిని, సౌకర్యములు కలిగించు టకును అసంఖ్యాకమైన సాంకేతిక పద్ధతులు కనుగొనబడి నవి. వానిలో దేనినైనను ఎన్నుకొని ఆచరణమునందు పెట్టవచ్చును. భారతదేశము టెరిలిన్ వంటి కృత్రిమ వస్త్రములను రూపొందించుటలో బ్రిటిష్ టెక్నాలజీని అభిమానించినది; ప్రెషర్ బాయిలరు, ట్రాన్స్‌ఫార్మరు, టర్బయిన్ వంటి భారీ విద్యుత్‌యంత్రములను తయారు చేయుటకు జెకోస్లోవాకియా నుంచి ఎలక్ట్రికల్ టెక్నా లజీని గ్రహించినది. ఏమైనను బ్రిటన్, సోవియట్ రష్యా, పశ్చిమ జర్మనీ, జపాన్, నెదర్లండ్స్ మొదలగు దేశముల నుండి గ్రహించిన విభిన్నములగు సాంకేతిక పద్ధతుల సమ్మేళ నము వలన ఉక్కు, రాసాయనికపు ఎరువులు, ఎలక్ట్రా నిక్స్ వస్తువులు, పరిమళ ద్రవ్యములు, మోటారు కారులు, ఇతర ఇంజనీరింగు పరికరములు భారతదేశమున ప్రభుత్వ రంగమునను, ప్రైవేటు రంగమునను తయారగుచున్నవి.

ఈ విధముగా మానవుడు టెక్నాలజీ సహాయమున ఆటవికమైన ఆదిమదశలో మొదట రాతిని, తరువాత కంచును, అటుపిమ్మట ఇనుమును పనిముట్లు చేయుటకు ఉపయోగించెను. ఈ పనిముట్లు క్రమముగా - తన కండర బలమునకు బదులుగా - శక్తిని ఉత్పాదించు నీటిచక్రము, గాలిమర వంటి సరళ యంత్రసాధనములుగా రూపుగొని నవి. నేలను దున్నుటకు పశువుల (గుర్రము, ఎద్దు) బలముచే లాగబడు నాగలిని సిద్ధము చేసికొనెను. అయితే, ఇవన్నియు మానవుని మనుగడకు మాత్రమే ఉపకరించినవి గాని, జీవనప్రమాణములో ఏమంత చెప్పుకొనదగిన మార్పేమియు తీసికొని రాలేదు. 17వ శతాబ్దము తరువాత విజ్ఞాన (సైన్సు) ప్రయోగమును ఆధారముగా గొని మాన వుడు జీవికలో బ్రహ్మాండమైన మార్పును తీసికొనివచ్చెను. ఇట్లు సైన్సు ఆధారముగ - గత నాలుగు శతాబ్దములుగ- పరిశ్రమతో తన స్థాయిని పెంచుకొనెను. ఈ పెక్కు శతాబ్దములలోను టెక్నాలజీ సహాయమున అతడు అధిక ఆహారమునకై మహాశక్తిమంతములగు నదులను ఇచ్చ వచ్చినట్లు మళ్లించుకొన గలిగెను; పరమాణు గర్భములోని అపారశక్తిని హస్తగతము చేసికొనగలిగెను. మానవునికి భూమండలముపై క్షేమమును, భద్రతను ప్రసాదించుటే గాక, జీవితమును సుకరముగ, సౌకర్యములతో గడుపు శక్తిని కూడ టెక్నాలజీ అభివృద్ధి చేయుచున్నది.

ఈ విధముగ నేటి మానవాళి మేలుజీవనమునకు కారణ భూతమైన ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీకి సంబంధించిన వివిధ శాఖలు చరిత్ర పూర్వకాలము నుండి నేటికి కాలానుగత ముగ ఎప్పుడెప్పుడు ఎటుల రూపుగొని ప్రపంచమున అభి వృద్ధి చెందినదియు స్థూలముగా పరిచయము చేయుటకై ఉద్దిష్టమైన సమీక్ష దిగువ పొందుపరుప బడినది.

చరిత్ర పూర్వయుగము

(క్రీ. పూ. 4000 వరకు)

మానవుడు సంఘజీవి. మానవచరిత్రను పరిశీలించిన కొద్దిగనో, గొప్పగనో ఇంజనీరింగు ప్రసక్తితోనే నాగరకత వర్ధిల్లినట్లు తెలియుచున్నది. వాస్తవమునకు నాగరకత ప్రగతికిని, ఇంజనీరింగు వికసనమునకును అనులోమ సంబంధము కలదని చెప్పవచ్చును. ఆదిలో ఇంజనీరింగు కార్యకలాపము అంతయు మనుగడకు అవసరమగు చిన్న పనిముట్లను రూపొందించుటవరకే పరిమితమైనది. ఆది మానవుడు మిగుల ప్రమాదకరమగు జీవితమును గడిపెను. యాదృచ్ఛికముగా దొరికెడి ఆహారముపై అతడు ఆధార పడి ఉండెడివాడు. అడవి మృగములు, పశులు, కంద మూలములు, ఆకులలములు, పండ్లు, కాయలు ఆనాటి మానవుని ఆహారమునకు ఉపకరించినవి. తన పరిసరము లలో పడి పెరిగిన నీవారధాన్యము వంటి గడ్డిగింజలు కూడ అతనికి ఆహారము అగుచుండెడివి. కాని, ఆ పైరు-పంటలు అనిశ్చితములు. గాలి తరువాత నీరు ప్రాణాధారము. అందులకై ఆదిమానవులు జీవనదీతీరములందు ఆవాసములను కల్పించుకొనుచుండిరి. ఎక్కడ జీవనది కనిపించిన దాని తీరములకు మానవులు గుంపులు గుంపులుగా తరలి వెళ్లి నివసించుచుండిరి.

శిలాయుగము

ఆఫ్రికాలోని విక్టోరియా సరస్సు తూర్పు కొనకు 60 కి. మీ. దూరములో రాతి పనిముట్ల రాశిలో లూయీ ఎస్. బి. లీకీ 1959 లో జింజాంత్రాంపస్ శిలాస్థులను చూచెను. ఈ జింజాంత్రాంపస్ దాదాపు $17\frac{1}{2}$ లక్షల ఏండ్ల క్రిందటిదని అంచనా వేయబడుటచే మానవుడు పని ముట్లు వాడుట అప్పటికే ప్రారంభించి ఉండునని విజ్ఞుల అభిప్రాయము. పనిముట్లను ఉపయోగించుట మానవుని మేధ యొక్క విశిష్టత. జంతువులు పనిముట్లను ఉపయోగించలేవు. ఆదిమానవుడు వాడిన పలురకములైన రాతి పనిముట్లు కాలక్రమమున వివిధ యుగములలో అతని చేతులలోనే ఈ ఉపకరణములు మార్పు చెందిన తీరు ఆ నాటి మానవుని కృషిని, కౌశలమున అతడు సాధించిన క్రమాభివృద్ధిని ద్యోతకము చేయుచున్నవి. నూతన శిలా యుగ ప్రారంభమున మానవుడు తన రాతిపనిముట్లతో పాటు కర్ర, ఎముక, దంతములతో పాత్రలను సిద్ధము చేసికొనగలిగెను. అతడు వస్తువులను నున్నగా మలచి, పెక్కు పద్ధతులను రూపొందించుకొనెను. అతడు తాను తయారుచేసిన వస్తువులకు రంధ్రములు కొట్టి కర్ర పిడులు అమర్చుకొనెను. దీనివలన రెండు, మూడు ఉపకరణ ములను కలిపి, క్రొత్త ఉపకరణములను సిద్ధపరచుట నేర్చుకొనెను. అందువలన మనము ఈ యుగమును మానవుడు వస్తువులను తయారుచేయు కళలో తొలి పాఠములను నేర్చిన సమయమని రూఢిగా చెప్పవచ్చును. అతడు కుట్టుటకు సూదిని కనిపెట్టగలిగెను. దానితో మృగముల చర్మమునుండి దుస్తులు కుట్టుకొనగలిగెను. శిలాయుగము ముగియునాటికి అతడు వేటకు ఈటెలను చేసికొనగలిగెను. ఆలిచిప్పలను మలచి, బెజ్జములు వేసి రూపొందించిన ఆభరణ ములను, దంతపు ముక్కపుడకను అతడు చేయ నేర్చుకొనెను. ఈ యుగములోనే నివాసము నిర్మించు కొనుటకు అతడు చేసిన ప్రయత్నములు తెలియవచ్చుచున్నవి. శిలాయుగ మానవుడు భూమిలో పెద్ద పెద్ద బొరియలు చేసి, కర్ర రాటలు నాటి, వానిపై చర్మములను కప్పి తన తొలి నివాసమును నిర్మించుకొనెను. చెట్ల ఉపరిభాగములు, సహజమగు గుహలు కూడ ఆది మానవుని నివాస స్థలములుగా ఉండెను. సైబీరియాలోను, సోవియట్ రష్యా దక్షిణ ప్రాంతములలోను త్రవ్వకములు కొనసాగించి పరిశోధనలు జరిపినందున అట్టి నివాసములు పెక్కు కనపడినవి. శిలాయుగము చివరి రోజులలో స్థిరమైన నివాస ములను నిర్మించుకొనుటకు పరిస్థితి అనుకూలించినప్పుడు అతడు తన పరిమిత సాధన సంపత్తితోనే తనకు ఆనాడు కావలసిన నూతన పరికరములను, వస్తువులను నిర్మించుకొనెను. ఈ శిలాయుగమునకు చాల పూర్వమున నే నిప్పును రగుల్చుట మానవునికి తెలియునని ఇక్కడ చెప్పుట ఉచితము. ఆదిమానవునికి శతాబ్దములుగా నిప్పు వేడిని ఇచ్చుననుట తెలియును. తరువాత అతడు తన గుహను వేడిగా చేయుట ఎట్లనునది నేర్చుకొనెను.

ఆదిమానవుడు విత్తులు నాటుటకు భూమిని కర్రతో త్రవ్వ నారంభించినప్పుడే వ్యవసాయమునకు నాంది ప్రస్తావన జరిగినది. తన పరిసర ప్రకృతిని పరిశీలించుటవలన అతడు వివిధ ఆహార ధాన్యములను, తదితరముల ఉనికిని కనుగొనెను. శిలాయుగ మానవుడు చేసికొనిన అతి ప్రాచీనమైన నాగలి పూర్తిగ దారుమయము. చెకుముకి రాళ్ల ముక్కలను కర్ర చట్రములో బిగించి, అతడు తన తొలి కొడవలిని కూడ సిద్ధపరచుకొనెను. అతడు గొర్రెలు మొదలగు పశువులను మచ్చిక చేసికొనిన మీదట నెమ్మదిగా

వాటిని మందలుగ అభివృద్ధి చేయుట ఆరంభించెను. ఇది క్రీ. పూ. 5000 ఏండ్ల నాడు ఆసియాలో ఎచ్చటనో సంభవించి ఉండునని విజ్ఞుల అభిప్రాయము. ఆ తరువాత యూరప్‌లోని ఆదిమానవుడు మరొక అడుగు ముందుకు వేసి, తన మచ్చిక జంతువులలో కుక్కను కూడ చేర్చుకుని, దానిచేత బరువులు లాగించుట మొదలగు పనులు చేయించి నట్లు తెలియుచున్నది. ఆనాడు గాడిదలనుకూడ వస్తువులను మోసికొని పోవుటకు వాడుచుండుట కనబడు చున్నది. ఇది భూమిమీద చక్రములు లేకుండ సాగిన ఆదిమ రవాణా పద్ధతి. కంకరవేసి సిద్ధపరచిన బాటలు ఆ కాలమున లేవు. ఇటీవల మధ్యప్రాచ్యములోని టైగ్రిస్ - యూఫ్రటీస్ ప్రాంతమున నాటి బాటలు వేయు తీరు బయటపడినది. బాటలు నిర్మించు తీరు రూపుగొని నంతనే రవాణా సౌకర్యములకు అనువగు చక్రములు లేని బండి ఒకటి అవతరించినది.

కాలము గడిచిన కొలది దుస్తుల అవసరము, ఉపయోగము గ్రహించిన శిలాయుగ మానవుడు బొచ్చుతోను, చర్మముతోను దుస్తులు సిద్ధపరచుకొన సాగెను. ఈ సమయమునకు భారత ఉపఖండమునందలి సింధులోయ ప్రాంతమునను, దక్షిణ అరేబియాయందును నివసించిన మానవుడు ప్రత్తి ఉపయోగమును తెలిసికొనెను. శిలాయుగ సమాప్తిలో మానవుని వాసగృహములలో నూతన పరిణామ ప్రమాణములు, కొంగ్రొత్త నైపుణ్యములు కానవచ్చెను; గృహములు పూర్తిగా కఱ్ఱతోనే నిర్మించుట సంభవించెను. దీనితోపాటుగనే బుట్టలు అల్లుట, మన్ను పాత్రలు తయారుచేయుట విశేషముగ అభివృద్ధి అయ్యెను. కుమ్మరిసారె ప్రాచ్యఖండమున ఎక్కడో (మెసపొటేమియాలో) కనుగొనబడి, జనప్రచారము పొందెను. కాల్చిన మన్ను పాత్రలయందు సుళువు బలువులు మానవునికి తెలియగనే కుమ్మరిసారె చక్రమును విరివిగా ఉపయోగించ జొచ్చెను. నాటి కుమ్మరిసారె ప్రయోగములను గురించి పెక్కు లిఖితాధారములు కూడ కలవు. మానవుడు చక్రమును కనుగొన్న తరువాత బరువులు లాగుటకు ఒక రకమగు బండిని కూడ సిద్ధపరచుకొనుట జరిగినది. బుట్టలు అల్లుట యందలి కుశలత క్రమముగ బట్టల నేతకు దారి చూపినది. ఆదిమానవుడు మొదట బల్లకట్లను, పిదప పడవలను తయారు చేసికొనెను. తన పడవ ముందునకు కదలి పోవుటకు గాలి తోడ్పాటుకై తెరచాపను కట్టెను. ఆహార ధాన్యములు హెచ్చుగా పండినప్పుడు వాటిని భద్రపరచుకొని, కరువు కాటకములయందు గాని, వరదలు వచ్చినప్పుడు గాని వాడుకొనవచ్చునని అతడు అనుభవము వలన గ్రహింపగలిగెను. నెమ్మదిగా అతడు ప్రవహించుచున్న నదులకు మన్నుతో అడ్డుకట్టలు వేసి, నీటిని నిల్వచేసికొని, పంటలకు నీటి వసరులు కల్పించుకొనవచ్చునని గ్రహించెను. సంచార జీవితమును, పోడు వ్యవసాయమును అతడు మానుకొని, ప్రకృతి శక్తులను తన ప్రయోజనములకు వినియోగించుకొనగల ప్రాంతములలో స్థిరపడుటకు ప్రారంభించెను. అతడు ఆదిమ ఉపకరణములతో అది వరకు బీడుగా ఉన్న భూములను చదునుచేసి, వ్యవసాయ యోగ్యముచేసి, పంటలు పండించి అనుభవింప సాగెను. ఆదిమానవునికి తగినంత సుఖజీవితము ఏర్పడగనే, మానవ జీవితమునకు దైవముపై ఆధారపడుట పరిమితమైనది. ఇటుల అనాదికాలమున తొలిసారిగా నివాసములను నిర్మించుట, నదులకు ఆనకట్టలు కట్టుట, భూములకు నీరు పెట్టుట మొదలగు వాటిని కనుగొని కుశలతను ఆర్జించిన వారినే మొట్టమొదటి ఇంజనీర్లుగ మనము భావింపదగును. ఇందులకై గణితము ముఖ్యావసరమైనది. ప్రవాహములకు అడ్డుకట్టలు కట్టుటకు, కాలువలు, బోదెలు త్రవ్వుటలో మన్ను రాశిని తీయుట, వేయుట వంటి పనులకు గణితము అత్యవసరమయ్యెను. ఇట్టి పనులు చేయించుటకు కార్మికులను కూడగట్టుకుని, వారిలో బంటా మేస్త్రీలను నియోగించి, వారిపై నేటి సూపర్‌వైజర్‌లను పోలు పర్యవేక్షకులను నియోగించు వ్యవస్థ అవసరమయ్యెను. దీని ఫలితముగ సంఘమున తరగతి వారీ వ్యవస్థ [చూ. సం. 10-పు. 427] ఒకటి రూపుగొని, బట్టలు నేయుటకు, పనిముట్లను సిద్ధపరచుటకు, ఇంకను అట్టి పనిముట్లను, పాత్రలను ఇతర ప్రాంతముల వారి అవసరములకై వర్తకము చేయుటకును ఉపకరించినది. ఈ విధముగ చేతితోకన్న వడిసెలతో ఎగురుచున్న పక్షిపై బలముగను, దూరమునుండియు రాయి విసరగలనని కనుగొన్నవాడును తొలుతటి ఇంజనీరు అని చెప్పవచ్చును. బాణములను, బల్లెములను, గొడ్డళ్లను రూపొందించిన వారు కూడ ఆ కోవకు చెందినవారలే. వ్యష్టిగా గాని, సమష్టిగా గాని ఇరుగు పొరుగు శత్రువుల బారినుండి మానవుడు ఆత్మరక్షణ చేసికొనవలసిన అవసరము నాడు ఎక్కువగా ఉండెడిది.

ఇట్లు ఆదిమానవుడు తన బుద్ధికుశలతను ఉపయోగించి ఆకలిని తీర్చుటకు ఆహారము; కట్టుకొనుటకు వస్త్రము; క్రూరమృగముల బారినుండి తప్పించుకొనుటకు గృహవసతిని కల్పించుకొనుటయే గాక, ఆత్మరక్షణకు రాతి ఆయుధములను సిద్ధపరచుకొని బ్రతుకుతెరువును సాగించుచుండెను. ప్రాథమిక అవసరములు తీరిన పిదప వినోద, విలాసముల వైపు తన మనస్సును సారించెను.

ప్రాచీన యుగము

(క్రీ. పూ. 3999 - క్రీ. పూ. 525)

ఈజిప్టు దేశములోని ఒక సమాధిలో ఒక రాగి గుండు సూది — క్రీ. పూ. 4000 నాటిది కాబోలు — కనిపించినది. బహుశః ఇదియే చరిత్రకు తెలిసిన ప్రాచీనతమ ధాతు వస్తువు.

ఆదిమానవుడు ధాతువులను పెక్కురూపములలో సంపాదించెను. బంగారము కొన్ని విధములగు ఇసుకలలోను, నదీశయ్యలలోను ముద్దలుగా లభించెడిది. అసలైన రాగి, వెండి, బంగారము మెరయుచుండుట వలనను, సుత్తితో కొట్టి సులభముగా ఒక రూపమునకు తేగలిగినవి అగుట వలనను నగలు చేయుటకు అవి ప్రత్యేకించబడినవి. ఏమైనను ఈ ధాతువులు అన్నియు ఆనాడు చాల అరుదుగానే ఉండెడివి.

క్రీ. పూ. 4000 మొదలు క్రీ. పూ. 525 వరకు మానవ జాతి చరిత్ర క్రమ వికసనమొందుటలో ధాతువులు సముచిత పాత్రను నిర్వహించినవి. ఈ యుగమున మానవునికి తెలిసిన మొట్టమొదటి ధాతువు రాగి. అందువల్ల క్రీ. పూ. 4000–2000 వరకును గల కాలము తామ్రయుగముగా పేరొందినది. క్రీ. పూ. 1400 వరకు ఇనుము మానవునకు తెలియదు గనుక, తామ్రము, తామ్ర మిశ్రములు ఈ యుగమున మానవుడు సాధించిన అభ్యుదయమునకు చాల తోడ్పడినవి. ఈజిప్టులోని పిరమిడ్‌లు, బాబిలోనియాలోని దేవాలయములు, సింధు నాగరకతకు చెందిన హరప్పా, మొహెంజొదారో నగరములు తామ్రయుగమునకు చెందినవే. కాలము గడిచిన కొలది తామ్రముకన్నను గట్టియైన ధాతువు అవసరమను భావము ప్రబలెను. అంతట అట్టి ధాతువు - ఇనుము - లభించెను.

వాస్తవమునకు ఇనుమును కనిపెట్టుటకు ముందు ముఖ్యముగ అన్ని ధాతువుల అభివృద్ధి దశలలోను తామ్రపు టెక్నాలజీయే కనిపించుచున్నది. కనుక, బంగారము, వెండి చరిత్రల కన్నను తామ్రమునకు సంబంధించిన ధాతు సాధనాశోధనలకు సంబంధించిన విజ్ఞాన వికసనపు చరిత్ర ముఖ్యము.

ధాతు విజ్ఞానమున కొలుములు, మూసలు వచ్చిన తరువాతనే ఆక్సైడ్, కార్బొనేట్ రూపములలో ఉన్న ముడి ఖనిజములనుండి ధాతువును సాధించి పోతపోయుట సులువైనది. ఇదే ధాతు యుగమునకు నిజమగు నాంది అని చెప్పవచ్చును. తొలుతటి కొలుములు చాల చిన్నవి. బాణపు ములుకుల వంటి చిన్న సాధనములను తయారు చేసికొనుటకు తగినంత ధాతువును మాత్రము ఇవి ఇవ్వగలిగినట్టివి. మొట్టమొదటి కొలుముల వ్యాసము 300 మి. మీ.కు మించలేదు. పోతపోయుటను కనిపెట్టినది మెసపొటేమియాలో (క్రీ పూ. 3,500)నే అని సర్వసాధారణముగ చెప్పుచున్నారు. మూసలను రెండు, మూడు భాగములుగ చేయుటవలన పోతపోయుటలో సౌలభ్యము ఏర్పడినది.

రాగిని తగరముతో కలిపినప్పుడు ఆ మిశ్రధాతువు రాగి కంటె గట్టిగ ఉండుటను ప్రాచీనులు గ్రహించిరి. ఈ మిశ్రధాతువును 'కాంస్యము (కంచు)' అనిరి. నిజమునకు ఆదిమానవుడు ఈ మిశ్రధాతువును కనుగొనుట కాకతాళీయమే అని అనదగును. తామ్రముతో మరియొక ధాతువు కలిపిన తామ్రము మరింత గట్టిపడి 'కాంస్యము' కాగలదన్న పరిజ్ఞానము లేకయే. కొలది తగరముతో కలిసిన ముడితామ్రమును కరిగించినప్పుడు ఈ మిశ్రధాతువగు కంచు ప్రాచీన మానవునకు సిద్ధించెను. ఆదిమానవుడు బహుశా ముదురు గోధుమరంగు గనిరాయిని నీలివాక ఆకుపచ్చరంగున ఉన్న ముడిరాగితోపాటు నిప్పులో వేసినప్పుడు గట్టి మిశ్రధాతువగు కంచు ఏర్పడుట అతడు కనుగొని ఉండవచ్చును. తదుపరి చాలకాలమునకు అతని తరువాతి తరముల వారు రాగిని గట్టిపరచిన వస్తువు అదనముగా చేరిన తగరమే అని తెలిసికొనిరి. ఆ పిదప మంచి కంచును తయారుచేయుటకు తగరమును తగిన నిష్పత్తులలో రాగితో చేర్చుచుండుట జరిగినది.

కరగించిన ధాతుమిశ్రమగు కంచును ఇసుక మూసలలో పోయుటవలన కావలసిన ఆకారములను తీర్చిదిద్దుకొనుట జరిగినది. అందువలన ఆకాలపు మానవుడు ఆకారములను తీర్చుటకు రాతికన్నను కంచు మెరుగనియు, అది మెత్తని రాగికన్నను దృఢమైనదనియు తెలిసికొనెను.

క్రీ. పూ. 2000 ఏండ్లకు కంచు విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినది. తదాదిగ 'కాంస్యయుగము' మొదలయ్యెనని చారిత్రకులు పరిగణించుచున్నారు. ఈ యుగము క్రీ. పూ. 1000వరకు కొనసాగినది. ఆ యుగమున రాగి మిగుల విలువ గల అపురూపమగు ధాతువు. దానిని ముఖ్యముగా యుద్ధమునకు ఉపయోగపడు ఆయుధములను తయారుచేయుటకు వినియోగించుచుండిరి. పౌరజీవితమున కంచును స్త్రీలును, పురుషులును భూషణాదులకై అభిమానించిరి. క్రీట్‌లోని మినోవా తెగవారును, గ్రీక్‌లును నౌకానిర్మాణమునకు కంచును వాడినట్లు తెలియుచున్నది. ఈజిప్టు వాసులును,

సుమేరియన్‌లును తమ దేశమున ఆ ఖనిజసంపద లేనందున తమ దేశములకు ఆవల ఉన్న ఆసియామైనర్‌కు యూరల్ పర్వతప్రాంతముల మీదుగా చేరి రాగికై అన్వేషణ జరిపిరి. క్రీ. పూ. 2000 ప్రాంతమున ఆసియామైనర్‌లో రాగి, తగరపు నిధులు పుష్కలముగ దొరికినట్లు చారిత్రక ఆధారములు కలవు. కార్పేతియన్ పర్వతశ్రేణి ప్రాంతమున కాంస్య ఉత్పత్తి కేంద్రము రూపొందినట్లు తెలియుచున్నది. స్పెయిన్ దేశమునుండి రాగియు, ఇంగ్లండు నైరృతి ప్రాంతమునుండి తగరమును కాంస్య ఉత్పత్తి కేంద్రమునకు చేరసాగెను. ఒకప్పుడు భూమార్గము మీదుగను, ఒక్కొక్కప్పుడు మధ్యధరాసముద్రము మీదుగ-జలమార్గమున-ను ధాతువులను రవాణా చేయుచుండిరి. ఈ ధాతువులను, తయారైన వస్తువులను తీసికొని వెళ్లునప్పుడు వ్యాపారస్థులను దారిలో ఆటవిక జాతులవారు బెదరించి, అడ్డగించుచుండిరి. అట్టి ప్రమాదకర పరిస్థితులలో ఆనాడు ఆ వ్యాపారస్థులకు తమ సరకును భూమిలో గోతులు త్రవ్వి దాచిపెట్టుట తప్ప గత్యంతరము కనిపించ లేదు. వాటిని మరల కనుగొనుటకు ఆ వ్యాపారస్థులు తిరిగి రాలేక పోయెడివారు. అట్టి నిధుల ఉనికి ఇటీవల పురాతత్త్వవేత్తలు జరిపిన త్రవ్వకములలో బయటపడినది. ఈ వ్యాపారస్థులు యూరపియన్‌లతో కలిసి మెలిసి తిరుగువారు అగుటవలన యూరపియన్‌లు కంచును తయారుచేయుట తెలిసికొనగలిగిరి.

రాను రాను రాగి ఖనిజములు లుప్తమైనప్పుడు కంచు ఉత్పత్తి దిగజారినది. అట్టి సమయమున ముడి ఇనుమును కరగించు విధానములో సులువైన పద్ధతిని తెలిసికొనుటతో చౌకయిన ఇనుము రంగములోనికి వచ్చినది. ముడి ఇనుము పెక్కు స్థలములలో లభించుచుండినను, దానిని కరగించు ప్రక్రియ కొంచెము క్లిష్టమైనది. అందువలన కంచువలె ఇనుము ప్రజాదరణ పొందలేక పోయెను. ముడి ఇనుప ఖనిజమును కర్రబొగ్గుతో మేళవించి ఎర్రటి నిప్పులపై కరగించుచుండిరి. ఇనుమును కరగించుటకు అత్యధిక తాపక్రమము గల వేడిమి అవసరము గనుక, ఆ రోజులలో ఇనుమును కరగించుట కష్టమగు పనియే. ఎక్కువ వేడిమికై కొలిమి తిత్తుల సాయము అవసరమయ్యెను. ఈ విధముగా కరగించిన ఇనుమునందు ఎన్నియో మలిన ద్రవ్యములు ఉండెడివి.

ఆదిమానవుడు వాడిన మొట్ట మొదటి ఇనుము ఉల్కాపాతము వలన పడిన ఇనుమై ఉండును. ఈ ఇనుప ముక్కలకు ఉపకరణములుగను, ఆయుధములుగను ఉపయోగపడగల శక్తి ఉండినది. చరిత్ర - పూర్వయుగములో మానవుడు ఇనుమును కనుగొనుట కూడ కాకతాళీయమే కావచ్చును. ఉల్క ఇనుము కాక, మానవ నిర్మితమైన అతి ప్రాచీన ఇనుప ముక్క క్రీ. పూ. 3733 నాటిది ఒకటి పరిశోధకులకు లభించినది. ఈ ధాతువునకు త్రుప్పు పట్టు గుణము ఉండుటవల్ల ఇనుమును ఆదిమానవుడు కనిపెట్టిన తేదీని ఉజ్జాయింపుగనైనను అంచనా వేయుటకు సాక్ష్యాధారములు లేవు.

అంతకు కొన్ని శతాబ్దములకు ముందు ఆసియామైనర్‌ను పాలించిన హిట్టైట్ తెగవారు వెండి ఖనిజమును గనుల నుండి తీయుటకు ప్రయత్నించుచుండిరి; ధాతువుల వ్యాపారము చేయుచుండిరి. హిట్టైట్‌ల రాజ్యము పతనమైన తరువాత, ఇనుము కరగించుట అటు పడమరగా యూరప్ ఖండమునకును, ఇటు తూర్పుగ భారతదేశమునకును వ్యాపించినది. యూరప్‌నకు గాని, భారతదేశమునకు గాని ఈ ఇనుమును కరగించుటకు సంబంధించిన జ్ఞానము క్రీ. పూ. 1000 లో వ్యాపార వర్గము వ్యాపింపజేసినట్లు చరిత్రకారులు చెప్పుచున్నారు.

ఇనుమును కరగించుట మొట్టమొదట కనిపెట్టినది హిట్టైట్‌లు అని, వారు క్రీ. పూ. 1400 లో దీనిని కనుగొనిరని, వారు దీనిని రెండు శతాబ్దముల పాటు ఎవరికిని చెప్పక రహస్యముగా దాచిరని చరిత్రకారులు తెలుపుచున్నారు.

పెద్ద ఎత్తున ముడి ఇనుపఖనిజమును కరగించుట నూతన సాంకేతిక పద్ధతులను సాధనములను, ప్రక్రియల పరంపరను కనుగొని పరిణతిని సాధించుటపై ఆధారపడి ఉండెను. ముడి ఇనుపఖనిజమునందు 'గాంగ్' అని వ్యవహరింపబడు మలినపదార్థము ఉండుట కద్దు. మొదట ఈ మలినములను వెడలగొట్టుటకు ఏదైనా ఫ్లక్స్ (తేట)ను ఉపయోగించవలసి ఉండెను. ముడి ఖనిజమునందు ఇసుకతో కలిసిన గాంగ్ వంటి మలినములు ఉన్నప్పుడు సున్నము వంటి ఫ్లక్స్‌ను ఉపయోగించుట జరుగవలసి ఉండెను. కాని, నాటి ముడి ఇనుమును కరగించినవారు ఫ్లక్స్‌ను వాడకుండుటచే కొన్ని చిక్కులను ఎదుర్కొనుచుండిరి. ఇందువలన కొంత ఇనుము చిట్టెములో కలిసిపోయెడిది. తదుపరి తరములవారు ఆ చిట్టెములను మరల కాల్చి మరికొంత ఇనుమును సాధించెడివారు. ముడి ఇనుప ముద్దలను ప్రత్యేకముగ నిర్మింపబడిన కొలుములలో మరల కాల్చి సమ్మెటలతో అనేకసార్లు కొట్టుటవలన ఆ ముద్దలలో ఇరుకుకొని ఉన్న చిట్టెపు ముక్కలు, బొగ్గు, బూడిద బైటికి పారద్రోలెడివారు. అప్పుడు దుక్క ఇనుప ముద్దలు లభించెడివి. కరగిన ఇనుమునకు, కార్బన్ వంటి

మరొక పదార్థమును (కార్బొరైజేషన్) చేర్చి గుణమును మార్చుట, చల్లార్చుట, కాకబెట్టుట అను ప్రక్రియలు క్రమముగా ఒకదాని పిదప ఒకటిగా వాడుకలోనికి వచ్చినట్లు తెలియుచున్నది. దుక్క ఇనుమునకు కర్రబొగ్గును చేర్చి, కాల్చి, అనేకసార్లు సమ్మెట చేయుటవలన కర్రబొగ్గు నందలి కార్బన్ ఇనుముతో చేరి దానికి గట్టిదనము ఇచ్చుటతో ఉక్కు తయారీకై కార్బొరైజేషన్ వాడకము ప్రారంభమైనది. నాటి కమ్మరి ఉక్కు కాకబెట్టుటలో ఉన్నతస్థాయిని అందుకొనలేక పోయెను. ఇందుకు కారణము అతనికి తెలిసిన పద్ధతులు లోపభూయిష్ఠములగుటయే. ఆనాడు ఉక్కు తయారీకి అతనికి తెలిసిన పద్ధతి తగు మాత్రపు తాపక్రమమువద్ద ఇనుమును కాల్చి నెమ్మదిగా చల్లార్చుట మాత్రమే. అందువలన లభించు ఉక్కు సరియైన కాకకు రాక కొంత దృఢత్వమును కోల్పోయెడిది.

ఈజిప్టువాసులు ఇనుమును కార్బొరైజేషన్ పద్ధతికి గురి చేయుట క్రీ. పూ. 1200 తరువాతనే జరిగినది. క్రీ. పూ. 900-700 మధ్య చల్లార్చుటలో వారు నైపుణ్యము సంపాదించిరి. ఈజిప్టులోని నుబియాలో ఇనుమును కరగించుట క్రీ. పూ. 700 లో ఉన్నట్లు కనిపించుచున్నది. ఈజిప్టు సరిహద్దులలోని గెరార్ అనుచోట గొప్ప ధాతుసాధన కేంద్రము ఉండినది. ఈ స్థలమున లభించిన ప్రాచీనములగు కొలుములు క్రీ. పూ. 1180 కాలమునాటివని చరిత్రకారులు భావించుచున్నారు. ఉత్తర ప్రాంతములనుండి దిగుమతి చేసికొనిన ఇనుప ముద్దలను, కడ్డీలను ఆయుధములు, ఉపకరణములు తయారు చేసికొనుటకు వాడుచుండిరి. క్రీ.పూ. 14 వ శతాబ్దికి సింధులోయ నాగరకత రూపు మాసినది. అందువలన త్రవ్వకములలో బయటపడిన సింధులోయ నగరములలో రాగి వస్తువులు మాత్రమే లభించుచున్నవి. భారతదేశమున తమ సంస్కృతిని, నాగరకతను ప్రవేశపెట్టిన వేదకాలపు ఆర్యులకు ఇనుము తెలియునని కొందరి అభిప్రాయము. వారు 'రాగి'ని 'లోహాయసము (ఎర్రని ఆయసము)' అనియు, 'ఇనుము'ను 'కృష్ణా (కార్ ష్ణా) యసము (నల్లని ఆయసము)' అనియు వ్యవహరించిరి. ఈ సమయమునకు చీనీయులు కూడ ఇనుము సంగతిని తెలిసికొనిరి. ఈ నాగరకతలకు-ముఖ్యముగా ఈజిప్టు వాసులకును, సుమేరియన్‌లకును - ఇనుముకన్నను చాల ముందుగనే బంగారము, వెండి తెలిసి ఉండెను. వారు ఈ రెండు ధాతువులను నగలుచేయుటకై ఉపయోగించుట వలన, క్రమముగ ఆ ధాతువులకు ఇతరముల కన్న ఎక్కువ విలువయు, నాణ్యతయు లభించినది. ఈ అమూల్య ధాతువులకు సంబంధించిన ధాతుసాధనా పరిజ్ఞానమున వారు కుశలతను ఆర్జించి, గనిరాళ్ల నుండి వాటిని సులభముగ వేరు పరుప నేర్చిరి.

గట్టిదనము కలిగియు, చౌకగను, విరివిగను లభించు ఇనుమును కనుగొనుటతో వ్యవసాయమున విప్లవాత్మకమగు మార్పు ఆ నాడు కలిగినది. వ్యవసాయ ఉత్పత్తులు రెట్టింపయినవి. ఇనుపకర్రు నాగలి దుక్కిని సుకరము చేసినది. అందువలన కఠినములగు అటవీప్రాంతములు కూడ సాగులోనికి వచ్చినవి. బాబిలోనియా వ్రాతలవల్లను, వేదకాలపు ఆర్యుల రచనలవల్లను ఈ నాగరకతల వారికి కాలువల వాడకమును, మేలైన నీటివనరుల పద్ధతియును బాగుగా తెలియునని స్పష్టమగుచున్నది. అంతియే కాదు; వ్యవసాయ ఫలమును అభివృద్ధి చేయుటకు ఎరువుల వాడకమును గురించియు వేదకాలపు రచనలు పేర్కొనుచున్నవి. వరిసాగు మాత్రమే తెలిసిన చీనీయులు తప్ప తక్కిన ప్రాచీన నాగరకతలకు చెందిన వారందరును గోధుమలనుకూడ పండించుచుండిరి. వైదికార్యులు భారతదేశపు తూర్పు ప్రాంతములలో అడుగుపెట్టినప్పుడు వరిని గురించి తెలిసికొనిరి.

ఉత్పత్తి పెరుగుటతో శ్రమ విభజన పద్ధతి ఏర్పడి, వివిధ వర్గములవారు వేర్వేరు కళలలో ప్రత్యేక నైపుణ్యమును సంపాదింప ఆరంభించిరి. సమర్థములును, బలిష్ఠములును అగు పరికరములతో వడ్రంగము, శిల్పము పరిణతిని సంపాదించినవి. ఈజిప్టులోని కర్ణక్ దేవాలయము, అస్సీరియా రాజుల ప్రాసాదములు ఆ కాలపు పనితనమునకు ఉత్కృష్టమైన ఉదాహరణలు. వైదిక ఆర్యుల కాలపు నిర్మాణములు కాలప్రవాహమున అంతరించినను, ఋగ్వేదమునను, తరువాతి వైదిక సాహిత్యములోను దుర్గ, ప్రాసాదముల నిర్మాణమున అనుసరింపబడిన వాస్తు విధానపు ప్రసక్తి కలదు.

సముద్రయానము

సముద్రయానము చేయగలుగు ఓడలను తొలుతగ -తామ్రయుగ కాలమున-ఈజిప్టు వాసులు నిర్మింప నేర్చిరి. కాని, ఇట్టి ఓడలను ఉపయోగించి సముద్ర వ్యాపారమును సాగించిన ఖ్యాతి మాత్రము ఫొనీషియన్‌లకు దక్కినది.

ఈజిప్టువాసులు నైలునదిలో ప్రయాణముచేయుటకు బల్లకట్టు వంటి పడవను వాడిరి. ఇదియే సముద్రయానమునకు అనువైన ఓడకు మాతృక అయ్యెను. ఈ పడవలను వారు రెల్లు (పపైరస్) మొక్కల మోపులను ఒకటిగా బిగించి రూపొందించుకొనుచుండిరి (క్రీ. పూ. 2500). ఇవి ముందు భాగమున వంపుగాను, ముఖభాగమున వంగినవిగాను

ఉండెడివి. లావుపాటి పొట్టి పలకలను కర్ర మేకులతో బిగించి ఓడలను నిర్మించుట తదుపరి దశ. మహాసముద్రము లలో ప్రయాణము చేయుటకును, అలల తాకిడిని తట్టు కొనుటకును వీలుగా ఓడ రెండు అగ్రములను భారీ మోకులతో గట్టిగా బిగించుచుండిరి. ఓడలు పెద్ద అలల తాకిడికి తట్టుకొనుటకు క్రీట్‌లోని మినోవాతెగ క్రింది వెన్ను దూలములకు కర్ర చట్రములను, ప్రక్కలకు కల పను వాడి బలమైన ఓడలను తయారు చేసిరి. దీనిని (సిరియా లోని) ఫొనీషియన్‌లు తమ ఓడల నిర్మాణమున అనుక రించిరి.

క్రమముగ సముద్ర వ్యాపారమునకు అనువగు పరి స్థితులు రూపుగొనుట జరిగినది. ఉత్పత్తి హెచ్చుటవల్ల ప్రజలకు మరింతగ సులభమైన సౌకర్యములను పొందవలె నను వాంఛ బయలుదేరినది. ఈ వాంఛవలన ప్రజలు స్థానిక ముగా లభించని వస్తువులను అన్య ప్రాంతములనుంచి సంపాదించుటకు ప్రయత్నించిరి. ఈ విధముగ వ్యాపారము ప్రాచీన నాగరకతల కేంద్రములలో పెద్ద ఎత్తున ప్రారంభ మయినది.

సముద్రతీర సమీప ప్రాంతములలో నివసించిన ఆర్యు లును సముద్రవ్యాపారము చేసినట్లు వేదములవల్ల తెలియు చున్నది. దీనికి ప్రతిగా బాబిలోనియన్‌లు ఆసియా పశ్చిమ ప్రాంతములకును, ఆఫ్రికా ఉత్తర ప్రాంతములకును భూమార్గములను కనుగొని వ్యాపారము కొనసాగించిరి.

తూనికలు - కొలమానములు

వాణిజ్య,వ్యాపారములు అభివృద్ధి చెందుటతో సర్వాంగీ కార యోగ్యమగు, ప్రామాణికమగు తూనికలు, కొలతలు అవసరమని గ్రహించబడినది. ప్రాచీన బాబిలోనియా ప్రజలలో వ్యవహారమున ఉన్న తూనికల, కొలతల పద్ధతి వారి పుస్తకములనుండి తెలియవచ్చుచున్నది. వారి ప్రామాణికమైన తూనిక 'మాన' అని వ్యవహృతమయ్యె డిది. వేదసాహిత్యమునను, వేదకాలమునందును వ్యవ హారమునందు ప్రామాణికమగు 'మాన' అనెడు తూనికను గురించి ప్రస్తావము ఉన్నది. అంతేకాక, ఈ నాగరకతలకు పొడవు, దూరము మొదలగు వాటిని కొలుచుటకు విడి విడిగా కొలతలు ఉండెడివి.

ఈజిప్టులో తూనికలకు అతి ప్రాచీనమగు చిత్రరూప సాక్ష్యము అయిదవ రాజవంశమునాటిది (క్రీ. పూ. 2500) లభించినది. ఇది నగల వ్యాపారులు వాడు త్రాసు. ఇటులనే వివిధ నాగరకతలకు విలక్షణములగు తూనికలు ఉండెడివి. ఉదా: సుమేరియన్‌లును, బాబిలోనియన్‌లును 'నిద్రలో ఉన్న బాతు' ఆకారమున ఉన్న తూనికను, అసీరియన్‌లు 'నక్కి ఉన్న సింహము' ఆకారము గల తూనికను వాడు చుండిరి. సింధులోయ నాగరకతవారును, క్రీ. పూ. 1500 ప్రాచీన ఈజిప్టువాసులు ఎక్కువ ఉపయోగకరమగు ఆకృతి గల తూనికలను వాడుచుండిరి. ఉత్తర భారతమున మెరుగు పెట్టిన దళసరి ఘన ఆకారపు గట్టి రాతిముక్కలను, ఈజిప్టులో అంచులు, కొనలు గుండ్రముగా చెక్కిన చదు నైన దీర్ఘచతురస్రాకారపు రాతి బిళ్లలను వాడుచుండిరి. ఈజిప్టులో క్రీ. పూ. 1450 తరువాత అందమైన, కళాత్మక మైన తూనిక రాళ్లు చేయుట ఆరంభమయ్యెను. మధ్య ప్రాచ్య జాతులకు తెలిసిన ప్రామాణికమైన ప్రాచీనమగు తూనిక 'షెకెల్'. ఇట్టి తూనికలు 120 గ్రెయినులు (7·78 గ్రాములు) మొదలు 218 గ్రెయినులు (14·13 గ్రాములు) వరకు ఉండినవి సుమేరియన్‌ల తూనిక రాళ్లకు 'మినా' అని పేరు ఆయతనమును కొలుచు కొల తలు కూడ నాడు కొన్ని వ్యవహారమున ఉండినవి.

ప్రాచీన రాసాయనిక శాస్త్రము

ఆ తరువాత వేదకాలమున (క్రీ. పూ. 1500 నుండి క్రీ. పూ. 600 వరకు) బంగారము, వెండి వంటి ధాతువులను వాటి వాటి ముడి ఖనిజముల నుండి సాధించు ప్రక్రియలు వాడుకలో కలవు. తోలును పదునుచేయుట, కిణ్వ ప్రక్రియ (ఫర్మంటేషన్) ద్వారా మద్యము వంటి ద్రవములను తయారుచేయుట, వస్త్రములకు ఎరుపు, బ్రౌన్ రంగులు వేయుట నాటి విశిష్టత. ఈ కాలముననే రసవాదవికసనము నకు అంకురార్పణ జరిగినట్లు తెలియుచున్నది.

కౌటిల్యుని అర్థశాస్త్రమున సీసము, ఇనుము, వెండి వంటి దాతువుల సాధన, శోధన ప్రక్రియల గురించి ప్రసక్తి కలదు. బంగారము నాణ్యతను కనుగొను విధానము కూడ ఆనాడే సిద్ధపరచబడినది. విత్తులనుండి చమురును తీయుట, మొక్కల నుండి వర్ణ ద్రవ్యములను తయారు చేయుట, ఓషధులు, ఖనిజములు మొదలగు వాటినుండి ఔషధ యోగములు తయారుచేయు ప్రక్రియలు పై అర్థశాస్త్ర మున ఉదహరించబడినవి.

చరక సంహిత, సుశ్రుత సంహిత వంటి ఆయుర్వేద గ్రంథములందు వైద్యమునందు, శస్త్రచికిత్సయందు నాటికి సాధించిన ప్రగతిని ప్రస్తావించిరి. ఖనిజముల నుండి ఔషధయోగములు సిద్ధపరచి, నాడు వ్యాధి నివారణకు ప్రయోగించు తీరుతెన్నులు కూడా విపులీకరించిరి. ఆ కాలమున కూడా గాజు పూసలు, గాజులు, స్ఫటిక శిలలు, మెరుగు పెట్టబడి గ్లేజు చేయబడిన అలంకారములు గల

మృణ్మయ సామగ్రి వాడుకలో కలవు. నీలి, పసుపు, అర పూస, పటిక, అన్నభేది, అవుపేడ మున్నగు వాటిని ఉపయోగించి వర్ణద్రవ్యములను సాధించగల ప్రక్రియలు కౌటిల్యుని వ్రాతకాలమునకు ఉన్నత స్థితియందు ఉండెను.

నాణెములు

ఆ నాడు సాధారణముగ వాణిజ్య-వ్యాపారములు వస్తు వినిమయ పద్ధతిపై జరుగుచుండెడివి. అయినను, ప్రామాణిక మైన బరువు, దేవాలయ నామధేయ ముద్రయు గల వెండి నాణెములు క్రీ. పూ. 2000 ప్రాంతమున ఆసియామైనర్, మెసపొటేమియా వ్యాపారస్థుల మధ్య క్రమముగ విని మయసాధనములు అయినవి. ఈ నాణెములు బాకు ఆకార మునగో లేదా మేక తోలు ఆకారముననో ఉండెడివి. ప్రతి వ్యాపార సంఘమునకును సొంత నాణెముల పద్ధతి ఉన్నను, ఈ యుగము చివరికి గాని నాణెములను ముద్రించుట జరుగ లేదు. క్రీ. పూ. 700 లో ఆసియామైనర్ రాజు బంగారు, వెండి మిశ్రమమైన 'ఎలక్ట్రమ్' అను నాణెమును ముద్రించెను. 'ఎలక్ట్రమ్' అనగా 'తెల్ల బంగారము' అని అర్థము. తరువాత వచ్చిన ఆ ప్రాంతపు మరియొక రాజు క్రోసెస్ (క్రీ.పూ. 546 వ. - 531) అనువాడు తొలిసారిగ బంగారు, వెండి నాణెములను విడివిడిగ ముద్రించెను.

గణితము

వాణిజ్య - వ్యాపారములు అభివృద్ధిగాంచుటవలన గణిత మునకు ఆవశ్యకము ఏర్పడినది. ఈ విషయము బాబి లోనియా, ఈజిప్టు దేశములలో బాగుగా అభివృద్ధి చెంది నది. నైలునది వరదలు ముంచుకొనివచ్చి, కొన్ని సమయ ములలో భూమిని ముంచివేయుటవల్లను,మరికొన్ని సమయ ములలో నదీగతిమారుటవల్లను క్షేత్రగణితము ఉద్భవించిన దని కొందరి భావన. ఈ క్షేత్ర గణితమువలన ఈజిప్టు వారు తమ భూముల సరిహద్దులను సులభముగ కొలవ గలుగుచుండిరి. కారణము ఏమైనప్పటికిని, ఈజిప్టువారును, బాబిలోనియన్లును క్రీ. పూ. 1800 నాటికే గుణకార మును, భాగహారమును, భిన్నములను నేర్చుకొని ఉండిరి. అయితే, వారు '౦' సున్న విలువను గుర్తించలేకపోవుట వలన లెక్కలలో వారికి చాల చిక్కులు ఏర్పడుచుండెను. నేటి దశాంశ పద్ధతికి భిన్నముగాను, 60 ని ప్రాతిపదికగాను తీసికొని, ఒక అంకెల పద్ధతిని వారు రూపొందించుకొని అనుసరించిరి. ఇప్పటికిని వీని పరిశిష్టరూపము కోణమును, కాలమును కొలుచుటకు వాడుకలో ఉన్నది. బాబిలోనియా ఇంజనీర్లు రేఖాపటములను కూడ వాడుచుండి నటుల దృష్టాంతము కలదు. గూడియా పాలకుడు తన ఒడిలో ఒక స్కేలు పెట్టుకొని ఉన్నట్లు చిత్రింపబడినది. ఈ స్కేలు సమానముగ విభజింపబడినది. బాబిలోనియా నగరముల శిథిలావశేషములందు నేటికినీ కానవచ్చు నిర్మాణ సామగ్రిని బట్టి వారికి గల సాంకేతిక పరిజ్ఞానము రూఢి అగుచున్నది. నేటి ఇరాన్ దేశములో ఇటీవల బయలుపడిన ప్రాచీన శిథిలావశేషములందు నాడు ఉపయోగించిన ఇటుకల మీద నెబ్యుకడ్నెజర్ చిహ్నములు కానవచ్చు చున్నవి.

కాలగణనము

మాసమునకు రోజులు 29 గాని, 30 గాని చంద్రగతినిబట్టి మారుచు ఉండెడివి. కొన్నాళ్ళకు వచ్చు వ్యత్యాసమును ఆ యా సంవత్సరములకు అప్పుడప్పుడు ఒక్కొక్క మాస మును 'అధికమాసము'గ కలుపుచుండెడివారు. గ్రీకుల సంవత్సరములందు మొదటి మాసమునందు 29 రోజులు, రెండవమాసమునందు 30 రోజులు, ఇటుల బేసి సంఖ్యా మాసములలో 29 రోజులును, సరి సంఖ్యా మాసములలో 30 రోజులును ఉండెడివి. అయితే, దీని ఫలితముగ గ్రీక్ సంవత్సరమునకు 354 రోజులు మాత్రమే. అనగా ఇది సౌర సంవత్సరమునకు $11\frac{1}{4}$ రోజులు తక్కువ. ఈ వ్యత్యాస మును పూరించుటకు ప్రతి రెండవ ఏట ఒక అధికమాస మును కలుపుచుండెడివారు. ప్రతి పదెనిమిది ఏండ్లకు ఒక సారి ఈ అధికమాసమును మానుచుండెడివారు.

రోమన్ పంచాంగము వీటికంటె గందరగోళమైనది. ప్రాచీన రోమన్ పంచాంగమునందు ఉదాహరించిన సంవ త్సరమును పది మాసములుగ విభజించిరి. వీరు కూడ చంద్రగతిని బట్టియే మాసములను నిర్ణయించిరి. కొన్నాళ్ల తరువాత పదిమాసముల లెక్కను పండ్రెండు మాసములకు పెంచిరి. రోమ్ నగరమును వ్యవస్థాపించిన సంవత్సర మునే (క్రీ పూ. 753) ఆది సంవత్సరముగ స్వీకరించి, రోమన్ పంచాంగమును వాడుకలోనికి తెచ్చిరి. రోమన్ పంచాంగమున 30 రోజులు కలవి 5 మాసములును, 29 రోజులు కలవి 6 మాసములును, 28 రోజులు కలది ఒక మాసము కలవు. అనగా, రోమన్ సంవత్సరమునకు మొత్తము రోజులు 362. రెండు సంవత్సరములకు ఒక సారి అధిక మాసమును పాటించెడివారు; దీని ఫలితముగ ఆ ఏడాదిలో 375 - 378 రోజులు కూడ ఉండెడివి. క్రీ. పూ. 46 లో జూలియస్ సీజర్ రోమన్ పంచాంగ మును పరిష్కరించి శాసించెను $365\frac{1}{4}$ రోజులు గల పంచాంగము 'జూలియస్ పంచాంగము' అని అనబడును.

ఈజిప్టువారు మొదట 365 రోజులు గల సంవత్సరమును లెక్కకట్టిరి. అయితే, $\frac{1}{4}$ దినము ఏటేట తక్కువ పడుట వలన ఆ పద్ధతి పెక్కు తప్పు లెక్కలకు దారితీసినది. కాని, అటు బాబిలోనియన్‌లు చంద్రగతిని అనుసరించి లెక్కకట్టి సంవత్సరమును 12 చాంద్రమానపు మాసములుగ విభజించిరి. చంద్ర సంచారమండలమును 360 భాగములుగ విభజించినవారు వీరే. వీరు తమ లెక్కలకు 60 ని ప్రాతిపదిక సంఖ్యగా గ్రహించిరి. ఈ 60 యే తరువాతికాలమున గంటలు, నిముషములు, సెకనులు, డిగ్రీలు మొదలగువాటికి ప్రాతిపదిక మానముగ అమలులోనికి వచ్చినది. అంతేకాక, కుజ, బుధ, గురు, శుక్ర, శనిగ్రహముల ఉనికిని మొట్టమొదట కనుగొని, వాటి గతిని గురించి కచ్చితమైన లెక్కలు కట్టినవారును బాబిలోనియన్ జ్యోతిర్వేత్తలే.

వేదకాలపు ఆర్యులలో గణిత, ఖగోళ శాస్త్రములు పరాకాష్ఠను అందుకొన్నవి. వీరు సంవత్సరమును 360 దినములుగా, 12 నెలలుగా విభజించిరి. 13 నెలలు సంవత్సరమని కొన్ని చోట్ల ఉన్న ప్రస్తావము, చాంద్రమాన సంవత్సరములోని వ్యత్యాసమును లెక్కగట్టి సౌరమానముతో దానిని సరిసమానముగ చేయుటకు ఉద్దేశింపబడినది. ఈ పద్ధతి అథర్వవేదమున నిర్వచింపబడినది. ఆ కాలపు చీనీయులును తమ మాస, సంవత్సర పరిగణనమున చాంద్రమానమునే అనుసరించిరి.

నగర వాస్తు నిర్మాణ విద్య

ప్రాచీనులగు ఈజిప్టువారిలో సమర్థులగు ఇంజనీర్లు ఉండియుండురనుటను వారి వివిధ నిర్మాణావశేషములు రుజువొనర్చుచున్నవి. క్రీ. పూ. 3200 వరకు ఈజిప్టు రాజులను, కులీనులను 'మస్తబా' అను పేరుగల ఒక రకమైన ఇటుకలతో నిర్మించిన సమాధు (గోరీ) లలో ఖననము చేయుచుండిరి. క్రీ. పూ. 2700 నాటికి ఇటుకలకు మారు రాళ్ళతో సమాధి కట్టడముల నిర్మాణము ప్రారంభమయ్యెను. అతి ప్రాచీనమగు పిరమిడ్ కైరోకు దక్షిణముగ ఉన్న 'సక్కరా'లో జోసర్ రాజు సమాధికొరకు నిర్మింపబడినది. దీనిని జోసర్ రాజు ఆస్థానమందున్న వాస్తుస్థపతి (శిల్పి) ఇంహొతెప్ నిర్మించెను. స్త్రీ ముఖమును, సింహ శరీరమునుగల యాళి (స్ఫింక్స్) అనబడు మహా శిల్పములును, పిరమిడ్‌లును ఆకాలమున వెలసినవి. వీటిని నిర్మించుటకు కావలసిన రాళ్ళను సుదూర ప్రాంతములనుండి తీసికొని వచ్చుటకు తగిన మార్గములను అన్వేషించిన నిపుణుడే వీనిని నిర్మించి ఉండును. ఈ నిర్మాణములో ఉపయోగించిన శిలలు చక్కగ మలచబడినవి. ఆదిలో మెట్లున్న పిరమిడ్‌లను నిర్మించిరి. ఈ మెట్లు మొత్తము మీద ఆరు వరుసలు. ఈ పిరమిడ్ చుట్టు పెద్ద ప్రాకార కుడ్యము ఉండెడిది. పిరమిడ్ లోపల మరణించిన రాజుకు ఉత్తర క్రియలు జరుపుటకు ఉపకరించు ఆలయము ఉండెడిది. నేడు మౌలిక యంత్రములుగా పరిగణింపబడు ఆరింటిలోను (తులాదండము, చక్రము, ఇరుసు, వాలు బల్ల, కత్తి, స్క్రూ, వెడ్జ్) ఈజిప్షియన్‌లకు తెలిసినవి తులాదండము, వాలుబల్ల, వెడ్జ్, చక్రము. ఇవి ఈజిప్టువారి నిర్మాణము ఉన్నతస్థాయి అందుకొనుటకు ఉపకరించినవి. పెద్ద పెద్ద గ్రానైట్ గండశిలలను నాడు పిరమిడ్ నిర్మాణమునందు ఉపయోగించిరి. గండశిల ఉన్న చోట చుట్టు పనిచేయుటకు వీలుగా మార్గమును ఏర్పరచుకొని, ఆ రాతికంటె కఠినమైన రాతి పని ముట్లను ఉపయోగించి గండశిలను కావలసిన తీరులో మలచుచుండిరి. ఈ రీతిగా సుమారు 15 టన్నుల బరువు గల గండశిలలను కూడ సంస్కరించి, కట్టడ నిర్మాణము నందు ఉపయోగించుచుండిరి. ఈ పనులను సాధించవలెనన్న అంగబలము పెద్ద సంఖ్యలో కావలసి ఉండెను. ఒక పెద్ద పిరమిడ్ నిర్మించుటకు ఆ నాడు ఒక లక్షమంది 20 ఏండ్ల పాటు ఏకధాటిగా శ్రమించవలసి ఉండెను. ఇంత పెద్ద శ్రామిక బలమునకు తిండి, బట్ట మొదలగు జీవితావసరములను కల్పించి, నిర్వహించుటలో ఈజిప్టువారు కడు సమర్థులుగా ప్రసిద్ధికెక్కిరి. వాస్తుస్థపతులు ఊహించిన రూపకల్పన గల పిరమిడ్ నిర్మాణమునకు మొదట డ్రాయింగువేసి, దాని నిర్మాణమును రూపొందించుటలో నాటి నిర్మాతలు కడు సమర్థులు. ఉదా : ఒక పెద్ద పిరమిడ్ పీఠము చతురస్రాకారములో ఉండును. ఒక్కొక్క భుజము నిడివి 230 మీటరులు; ఇంత నిడివిగల భుజమును రూపొందించుటలో 25 మిల్లీ మీటరుల లోపుననే లెక్క తప్పినది. అట్లే కోణముల లెక్కలలో కూడ కొద్ది మినిట్ల వ్యత్యాసము కలదు. పైగా ఇంత పెద్ద నిర్మాణమున చొచ్చుకొని ఉండు శిలా సోపానములు నిర్మించుట కష్టసాధ్యమని గమనింపదగినది. పిరమిడ్‌ల నిర్మాణమునందు ఇంత పెద్ద పెద్ద గండశిలను సరియైన స్థలమునందు ఉంచుటకు ఎట్టి పద్ధతులను ఉపయోగించి, లేవనెత్తిరో నేటికిని వింతగనే ఉన్నది. వారు పిరమిడ్ చుట్టు వాలుగ ఇసుక పోసి, మలచిన గండశిలను పైకి ఎక్కించుచుండిరి. కార్నాల్డ్ వద్ద గల హమాన్ దేవుని ఆలయ నిర్మాణమునందు మరొక పద్ధతి ఉపయోగించినట్లు తెలియుచున్నది. 21 మీటరుల నిడివి గలిగి, 3 మీటరుల వ్యాసముగల రాతి స్తంభములు ఈ దేవాలయ నిర్మాణమునందు ఉపయోగించిరి.

దాదాపు 70 టన్నుల బరువు గల రాతి దూలములను వాటి పైకి లేవనెత్తి ఉంచుటకు ఒక ప్రత్యేక పద్ధతిని అనుసరించినట్లు ఇప్పటి ఇంజనీర్లు భావించుచున్నారు. రాతి స్తంభముల మధ్యన గల ఖాళీస్థలమును ఇసుకతో నింపి, వాలు తలమును పర్పరచి, దానిపై భారమైన రాతి దూలములను మానవ బలమును ఉపయోగించి పైకి త్రోయుచు, స్తంభముల మీద పెట్టుచుండిరి. తరువాత ఇసుకను తోడి వేయుచుండిరి.

వివిధ ధాతువులను టంకము వేయుట (సోల్డరింగ్), వెల్డింగ్, రివెటింగ్, బ్రేజింగ్ చేయుట వంటి యాంత్రిక నైపుణ్యము క్రీ. పూ. 2500 కు ముందుగనే మెసపొటేమియాలో వ్యాప్తియందు ఉన్నటుల 'ఉర్' సమాధులను బట్టి తెలియుచున్నది.

భారత ద్వీపకల్పమున క్రీ. పూ. 3750 - 2000 మధ్య వెలసిన సింధు నాగరకత పేర్కొనదగినది.

సింధునదీ తీరమునందు జరిగిన త్రవ్వకములలో, భారత దేశమునకు వాయవ్యమున ఉన్న మొహెంజొదారో, హరప్పా (ప్రస్తుత పాకిస్తాన్‌లోని భాగములు) ప్రాంతములలో బయటపడిన ప్రాచీన నగరములందు పట్టణ నిర్మాణ ప్రణాళికలు అత్యుత్తమస్థాయిని అందుకొనినవి. ఇటీవలి త్రవ్వకములను బట్టి ప్రస్తుత భారతదేశమునందలి ప్రాంతములగు అలంగిర్‌పూర్, లోతాల్ మున్నగు ప్రాంతములలో కూడ అట్టి నగరములు వెలసినట్లు తెలియుచున్నది. ఇప్పటివలె భూగర్భపు మురుగునీటి కాలువల పద్ధతి సైతము ఆ నగరములలో పర్పడి ఉండుట గమనార్హమగు విషయము. ప్రతి ఇంటికిని ఆవరణ లోపలనే ప్రత్యేకమగు పారిశుద్ధ్యపు పర్పాట్లు ఉండెను. కొలనుల ప్రక్కన స్నానాగారములు ప్రజోపయోగమునకై విడిగా నిర్మింపబడి ఉండెను. ఇట్టి పట్టణ నిర్మాణ ప్రణాళికయే ఒకటి క్రీట్ ద్వీపములోని ప్రాచీన నగరముల త్రవ్వకములలో బయట పడినది.

పంటనీటి వనరులు

టైగ్రిస్ నది తీరమున లేదా యూఫ్రటీస్ తీరమున నివసించు బాబిలోనియా పౌరుడో; యాంగ్‌సీ నదీతీరమున, హోయాంగ్‌హో నదీతీరమున నివసించు చీనాపౌరుడో; నైలునదీతీరమున నివసించు ఈజిప్టుపౌరుడో, సింధునదీ తీరమున, కావేరీ నదీతీరమున నివసించు భారతీయుడో లేదా మరొకదేశములోని ఏదో నదీతీరమున నివసించు మనుజుడో—వీరిలో ఎవరో ఒకడు నదికి కొంత దూరములో ఉన్న తన చేనికి (వరి, గోధుమ, మొక్కజొన్న) నది నుంచి కాలువగుండా పంటనీటివనరులు కల్పించి, ప్రపంచమున మొట్ట మొదటి పంటనీటి వనరులు కల్పించిన వాడై ఉండును. అతడెవడు ? ఎప్పుడు అటుల చేసెను ? అను విషయముల గురించిన సమాచారము మనకు ఏమియు తెలియ వచ్చుటలేదు. కాని, ఆ ప్రాచీన నాగరకతలలో అన్నింట పంటనీటి పారుదలను గురించిన పరిజ్ఞానము కలదనుటకు ఆనాటి వివిధ సాహిత్యములందు ఆధారములు కలవు. ఆనాటి పంటనీటి వనరులు, నీటి పారుదల తీరుతెన్నులు మొదలగు వాటిని గురించి ఆ సాహిత్యము లందు ఎడనెడ కాననగు ప్రసక్తుల పర్యాలోకనము ఈనాడును కుతూహలము రేకెత్తించుచున్నది.

యూఫ్రటీస్ లోయలోను, టైగ్రిస్ లోయలోను రెండు పెద్ద పంట నీటి కాలువల శిథిలములు కనిపించినవి. వీటిలో ఒకటి నహ్రాన్ కాలువ. దీనిని ఇప్పుడు క్రొత్త కాలువలతో కలిపివేసిరి. ఈ కాలువ 9 మొదలు 15 మీ. వరకు లోతుగా ఉండినదని, వెడల్పు 121 మీ. అని తెలియుచున్నది. క్రీ.పూ. 2300 లో మెసపొటేమియాలో బాబిలోనియా రాజు హమ్మురబీచే ప్రవర్తితమైన ధర్మశాస్త్రమున ఒక నియమము ఇట్లుండెను. 'ఎవరైనను తన సొంత పొలమునకు నీరు కట్టుటకు పంటకాలువలను తెరచినప్పుడు, అతని నిర్లక్ష్యమువలన ఆ నీరు పొరుగువాని పొలమును ముంచెత్తి పాడుచేసిన ఎడల ఆ పొరుగువాని పొలమున దామాషాన పండు పంటవిలువను పరిహారముగా ఇవ్వవలయును.'

అసీరియాను క్రీ. పూ. 2000 ప్రాంతమున పాలించిన సెమిరయిమ్స్ రాణి సమాధిపై క్రింది లేఖనము కలదు. 'మహానదిని నేను నా ఇష్టప్రకారము లొంగదీసికొని, పూర్వము నీరులేక, ఊషరముగాను, నిర్జనముగాను ఉన్న భూములకు పంటనీరు పారించుటకు నా సర్వశక్తులను వినియోగించితిని.'

చీనాలో పంటనీటివనరులు కల్పించుట అతిప్రాచీన కాలమునుండియు ఉన్నట్లు—పసుపునది డెల్టాప్రాంతములో ప్రాచీన కాలమునుండియే అభివృద్ధి ఉండుటను బట్టి - గుర్తింపనగుచున్నది.

ఈజిప్టులో మొట్ట మొదటి రాజవంశపు మొదటి ఫారో మెనెస్‌రాజు క్రీ. పూ. 3000లో నైలునది నుండి పంటనీటిని పారించుటలో బేసిన్ పద్ధతిని ప్రవేశపెట్టెను. ఈ పద్ధతియే కొన్ని మార్పులతో, చేర్పులతో నేటికిని ఈజిప్టు వ్యవసాయరంగమున ప్రధాన పాత్రను వహించుచున్నది. క్రీ. పూ. 2000 లో నైలునదీ జలములను దాదాపు 20 కి. మీ. పొడవు కాలువలద్వారా మోరిస్ జలాశయమునకు మళ్లించిరి. వరదల సమయమున వచ్చు అదనపు నీరును ఈ

జలాశయమున నిల్వ చేసెడివారు. అనావృష్టి సమయములలో ఈ పంటనీటిని పరిసర భూములకు వదలెడివారు. క్రీ. పూ. 974 - 945 లో ఈజిప్టులో 'పంటినీటి వనరుల ప్రధానాధికారి' అను అధికారి ఒకడు ఉన్నట్లు నిదర్శనములు ఉన్నవి. డైకుల, కాలువల నిర్మాణమునందు నాటి ఈజిప్టు వారు ప్రసిద్ధిగాంచిరి. 80 కి. మీ. నిడివికల డైకులు నిర్మించుటకు గాను కాంట్రాక్టు నొకదానిని ఇంజనీరింగు పనులు చేయు కాంట్రాక్టరుకు ఇచ్చినట్లు ఇటీవల వెలువడిన ప్రాచీన లిఖితాధారములలో కలదు. ఎర్ర సముద్రమును మధ్యధరా సముద్రమునకు కలుపుచు ఈజిప్టు ఇంజనీర్లు కాలువను నిర్మించినట్లు తెలియుచున్నది. ఇది ఆ తరువాత ఒక వేయిసంవత్సరముల వరకు మనగలిగి, ఉపయోగపడినది. కాని, కాలక్రమేణ మేట వేయుటవలన ఆ కాలువ నిరుపయోగమైనది.

పంట నీటి వనరుల పద్ధతికిని, అభివృద్ధికిని భారతదేశము ఆలవాలమని చెప్పుటకు చారిత్రక ఆధారములు కలవు. ఆర్యుల అతి ప్రాచీన పవిత్ర గ్రంథములగు వేదములలో జీవనదులకు అడ్డుకట్ట (డాము)ల, కాలువల, బావుల, చెరువులను గురించి ప్రస్తావనలు అసంఖ్యాకముగ ఉన్నవి. అథర్వవేదమున నదులనుండి కాలువలు త్రవ్వు పద్ధతి వర్ణింపబడినది. నది ఆవు వంటిదని, కాలువ దూడవంటిదని సామ్యము కూడ కలదు. క్రొత్త కాలువ ముఖస్థలమున బంగారు రేకును ఉంచెడివారని, దానిమీద నీలలోహిత తంతువులు కట్టిన కప్పను కూర్చుండబెట్టువారని కౌశిక సూత్రమున చెప్పబడినది. పిదప కప్పను నాచుతో కప్పి నీరు వదలెడివారు. క్రీ. పూ. 300 ప్రాంతమునకు చెందిన విష్ణుగుప్త కౌటిల్యుడు వేర్వేరు సందర్భములలో ఆనకట్టలను, కాలువలను గురించి వ్రాసిన దానినిబట్టి అంతకు ముందెన్నడో అవి ఉండినట్లు తెలియుచున్నది. ఉత్తరాపథమున క్రీ. పూ. 6 వ శతాబ్దములో గంగానది పరీవాహ ప్రాంతమును పాలించిన రాజులు పంటనీటివనరులను కల్పించుటకు యత్నించిరనుటకు చారిత్రక ఆధారములు కలవు. భారతదేశమున పంటనీటి వనరులు పుష్కలముగా కలవనియు, అందువలన దేశము సస్యశ్యామలమై ఏడాదికి రెండు పంటలు పండుచున్నవనియు చంద్రగుప్త ఆస్థానమునకు (క్రీ. పూ. 300) వచ్చిన గ్రీక్ రాయబారి మెగస్తనీస్ తన గ్రంథమున ప్రస్తావించిన దానినిబట్టి మనకు విదితమగుచున్నది.

ఇరాన్‌లో కంతల (సొరంగముల) పద్ధతితో పరిసర పర్వతములనుండి నీటిని గురుత్వాకర్షణ పద్ధతి ద్వారా భూములకు పారించుట, 2500 సంవత్సరములకు ముందు ఆ దేశమును పాలించిన డరయస్ కాలమున ఉన్నట్లే నేటికిని ఉన్నది [చూ. పు. 34].

ప్రచార సాధనములు

జ్ఞానమును వ్యాపింప జేయుటలో లిపి ప్రధానసాధనము అయ్యెను. ఈజిప్టులో వాడిన అతి ప్రాచీనమగు లిపి చిత్రలిపి. దీనినే హాయర్ గ్లిఫిక్స్ అందురు. ఇది క్రమముగ ప్రజాదరణ పొంది, అందరకు అందుబాటులో ఉండునట్లు పరిణతి చెందినది. ఈ పరిణతి చెందిన లిపినే 'డెమోటిక్ లిపి' అని వ్యవహారించిరి. అయినను, అప్పటి ఈజిప్టు ప్రభుత్వము హాయర్ గ్లిఫిక్స్ (చిత్రలిపి) నే అభిమానించి, ప్రోత్సహించుట వలన డెమోటిక్ లిపి అంతగా అభివృద్ధి కాలేదు. అంతేకాక, ఈజిప్టు పరిసరములలో ఉన్న దేశములు ఏవియును ఈ లిపిని అభిమానించలేదు. దీనికి ప్రతిగా బాబిలోనియాలో వెలసిన హాయర్ గ్లిఫిక్స్ (చిత్ర) లిపి క్యూనిఫారమ్ అను కీల లిపిగా మారి, పొరుగు దేశముల వారిని ఆకర్షించినది. డెమోటిక్ లిపికన్న క్యూనిఫారమ్ లిపి తేలిక అయినది అగుటచే హిటైట్‌లు, మిత్తాణీలు, ఎలామైట్‌లు మొదలైనవారు అభిమానించిరి. వీరు పచ్చి మన్ను పలకలపై కర్ర పుడకలతో వ్రాయుచుండిరి. తరువాత ఆ పలకలను ఎండబెట్టుచుండిరి. రొసెట్టా [చూ.సం.1-పు.810] మన్ను పలకల రూపములో ఆ వ్రాతలు భద్రపరుపబడి నేటికిని లభించుచున్నవి. గణితమునందును అప్పటికి తెలిసిన సాంకేతిక విషయములను ముందు తరములవారికి అందించుటకు ఇట్టి లిఖితాధారములలో నాటి విజ్ఞులు పొందుపరచి ఉంచిరి. నేటికిని ఇది చదువుటకు స్పష్టముగ ఉన్నది. క్రీ. పూ. 1300 వరకు కీలలిపి సర్వాంగీకృతమగు లిపిగా ఉండెను. ఈ లిపి ధ్వనిస్వరసంవాదిని కాకపోవుటచేత దీనికి స్వస్తి చెప్పవలసిన పరిస్థితి ఏర్పడినది; 22 విభిన్న ధ్వనులు గల మరొక లిపి క్యూనిఫారమ్ లిపిని త్రోసిరాజన్నది. ఈ క్రొత్త లిపిని సిద్ధపరచి అమలులోనికి తెచ్చినవారు ఫొనీషియన్‌లు. మరొక 500 ఏండ్ల పిదప (క్రీ. పూ. 900) ఫొనీషియన్ లిపినుండి మరొక క్రొత్త లిపి - అరామిక్ లిపి - ఉత్పన్నమైనది. ఈ అరామిక్ లిపిని క్రీ. పూ. 600 ప్రాంతములో పారసీక చక్రవర్తులు అభిమానించి పోషించిరి. క్రమముగా ఈ అరామిక్ లిపి వేరుతన్ని సింధునది పశ్చిమ తీరమునకును వ్యాపించెను. తదుపరి కొంతకాలమునకు ఫొనీషియా లిపియే గ్రీక్, హిబ్రూ లిపులకు మాతృక అయ్యెను. నైలునదిలోయ ప్రాంతములో ఒక రకపు రెల్లుగడ్డిపోచను మధ్యగా చీల్చగా కాగితమును పోలు పపైరస్ లభించెడిది. ఇది వ్రాయుటకు అనువుగా

ఉండెడిది. ఆసియామైనర్‌లో పలు ప్రాంతములలో జంతు చర్మములనుండి లభించెడు పార్చిమెంట్ తోలును గ్రంథములను లిఖించుటకు ఉపయోగించెడి వారు. శిలాఫలకములు, దారుఫలకములు కూడ ఆ నాటి లేఖన పరికరములుగ చెదురు మదురుగ వాడుచుండిరి.

సింధు నాగరకతా లిపియు చిత్రలిపి నుండియే జనించినదా? లేదా దానికి హాయర్ గ్లిఫిక్స్(చిత్ర) లిపి ఆధారమా అను విషయమున వాదోపవాదములు పెక్కు కలవు. సింధులిపి ధ్వనిసంవాదముపై రూపొందినదని కొందరు చెప్పుదురు. కాని, ఈ విషయమున కచ్చితమైన నిర్ణయము చేయుట సాధ్యము కాని పని. సింధునాగరకత మరుగైనది మొదలు క్రీ. పూ. 500 వరకు భారతదేశమున లిపి ఏదియు వాడుకలో లేదనియు, పాఠ ప్రవచనములన్నియు ఒకరినుండి మరియొకరికి మౌఖికముగానే జరుగుచుండెననియు పలువురు పాశ్చాత్య నిపుణుల అభిప్రాయము. అప్పటినుండి (క్రీ. పూ. 500) ధ్వనిసంవాదముపై ఏర్పడిన బ్రాహ్మీలిపి భారతదేశమున వాడుకలో ఉన్నట్లు ఆ యుగమునకు సంబంధించిన శాసనాది చారిత్రక ఆధారములను బట్టి తెలియుచున్నది. బ్రాహ్మీలిపి ఫొనీషియా లిపి ప్రభావమున ఏర్పడిన లిపి అనియును కొందరి అభిప్రాయము. అయితే, ఈ అభిప్రాయములు సమర్థనీయములు కావు. ఎందుకనగా, ఫొనీషియా లిపి వలన ఏర్పడిన గ్రీక్, హిబ్రూ లిపులలో 26 ధ్వనులు మాత్రమే ఉన్నవి. బ్రాహ్మీ లిపియందు 46 ధ్వనులు ఉన్నవి. అంతేకాక, క్రీ. పూ. 1000 లో సంకలితమైనట్లు విశ్వసింపబడు 'బ్రాహ్మణము'లందు అక్షరముల వర్ణమాల ప్రస్తావన కలదు. ఈ విధముగ పుట్టుక విషయమున అభిప్రాయ భేదమునకు కారణమగు బ్రాహ్మీలిపి భారతదేశమున ఒక ఉర్దూభాషకు మినహా చాలవరకు అన్ని భాషల లిపులకును, బర్మా, థాయిలాండ్, సిలోన్ భాషల లిపులకును మాతృకయైనది [చూ. లిపి పరిణామము-సం. 4. పు. 1056; విశ్వసాహితి - పు. 769]. పైన పేర్కొనిన కాలమందంతటను చీనాలో లిపి స్వభావ స్వరూపములలో చిత్రలిపిగానే ఉండినది గాని, ధ్వని సంవాదిని కాలేదు.

చక్రము

సింధు నాగరకతలో - అందును క్రీ. పూ. 2000 నాటి హరప్పా నాగరకతలో - శకటముల క్రింది భాగముల నమూనా బొమ్మలు పెక్కు లభించుచున్నవి. ఈ శకటములకు చక్రములు, ఇరుసులు కలవు. సమానాంతరముగ ఉండు రెండు వంక కర్రలపై అడ్డముగ రెండు మొదలు ఆరు కర్రలను బిగించుటవలన బండి పరము నిర్మితమయ్యెడిది. ఈ అడ్డకర్రల క్రిందుగ బిగింపబడియో లేదా శకట పూర్వాంగమునకు అతికించబడియో బండి నొగ ఉండెడిది. ఇరుప్రక్కల ఉన్న పరపు నిలువులలో ఎదురెదురుగా రెండు మూడు రంధ్రములు ఉండెడివి. వానిలో బహుశః వసికర్రలు చెక్కుచుండెడి వారనియు, వీని మధ్యను మేదర అల్లకపు బండి జల్లను అమర్చెడి వారనియు తోచుచున్నది. ఇరువైపు పరపు నిలువుల నడిమిభాగములందు ఒక్కొక రంధ్రము ఎదురెదురుగ ఉండుటను చూడగ, వీని నుండి ఇరుసులోనికి కర్రమేకులను దించెడివారని భావించుటకు అవకాశము కలదు. క్రీ. పూ. 1000 లో చీనాలో జంతువులు లాగు శకటములు ఉండియుండునని తోచుచున్నది. ఒకప్పుడు చీనాకు చెందియుండియు, ప్రస్తుతము సోవియట్ రష్యాలో భాగమగు కాల్మక్ స్టెప్పీ ప్రాంతమున దొరికిన చిత్రలిపిని బట్టి ఈ విషయము గ్రహింపదగి ఉన్నది. మెసపొటేమియా వంటి ప్రాచీనదేశములలో క్రీ. పూ. 2500 ప్రాంతపు కంచు మొదలగు ధాతువులపై చెక్కిన చిత్రముల ద్వారా చక్రములు గల శకటములు ఆ నాడు వాడుకలో ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది.

వడ్రంగము

మానవుడు వడ్రంగపుపని చేయుట అతిప్రాచీన కాలము నుండియే ప్రారంభమైనది. క్రీ. పూ. 2500 నాడు మెసపొటేమియాలోని ఉర్ సమాధులలో కర్ర స్లెడ్జీలు, వీణెలు, బాకులపిడ్లు మొదలైన వస్తువులు లభించినవి. ఆర్మీనియాలో క్రీ. పూ. 7 వ శతాబ్దము నాటి ఎముకలు పొదిగిన కర్ర పనితనముగల ముక్కలు త్రవ్వకములలో బయటపడినవి. క్రీ. పూ. 1447—1420 నాటి అమెనోతప్-II కాలపు దారు అలంకరణ పేటిక లభించినది. ఇది స్తూపాకారమై పలుచని నల్లచేవముక్కలు తొలిచి పొదగబడి ఉన్నది. తుతెన్‌ఖామెన్ (క్రీ. పూ. 1350) పిరమిడ్‌లోని కర్ర సామగ్రియందు ఏనుగు దంతము, నల్లచేవ పొదగబడినవి. ఆ కాలమున వడ్రంగమునందు రాగిపనిముట్లు వాడుచుండిరి.

బాటలు

చక్రములు గల వాహనములు వచ్చువరకును ఉపరితలము చదును చేసి, చక్కబరచిన బాటలు లేవు. చీనాలో చౌవంశపు రాజుల కాలమున (క్రీ. పూ. 1100) ఒకవిధమైన రోడ్లపద్ధతి అమలునందు ఉండెను.

నినివే నగరమునకు పోవునట్టి రాతి పరుపుడు మార్గమునకు సంబంధించిన శిథిలములు ఇటీవల బయటపడినవి.

రామిసెస్-II రాజు సిరియాసరిహద్దు వెంబడిని ఒక కొండను తొలిచి సొరంగపు బాటను వేయించినట్లు తెలియుచున్నది. అయితే, ఆ నాడు సహజముగా లభించు ఆస్ఫాల్ట్ వంటి దానిని వినియోగించి బాటల నిర్మించినటుల కొన్ని ఆధార ములు కలవు. కాని, దానిని బాటల నిర్మాణమునందు ఉపయోగించుట తగ్గించి వేయబడినది. ఈ పద్ధతి మరల 19 వ శతాబ్దమునుండియు వాడకమునకు వచ్చినది.

పింగాణీ పరిశ్రమ

గ్లేజుచేయబడిన చిన్న వస్తువులను తయారుచేయుట క్రీ. పూ. 4000 నుండియును ఉన్నది. విడిగా గాజువస్తువులను తయారుచేయుట ఈజిప్టులోను, మెసపొటేమియా లోను దాదాపు క్రీ. పూ. 2500 నుండి ప్రారంభమైనట్లు భావించుచున్నారు. తరువాత వేయి సంవత్సరములకు తొలిసారిగా గాజు పాత్రలు తయారుచేయబడినవి.

ఈజిప్టులో 18 వ రాజవంశ కాలమున (క్రీ. పూ. 1500 -1300) పింగాణీ పరిశ్రమయందు వాడుకచేసిన తాపక్రమ స్థాయి 1100°c ని మించి ఎన్నడును అందుకొనలేదు. అది గాలిబుడగలను లేకుండా చేయుటకు తగినంతటిది కాదు. ఇందువలన గాజు తేటగ లేక మసకగ ఉండినది. ఆనాడు గాజు ప్రధానముగ సోడియమ్, కాల్సియమ్-సిలికేట్ మిశ్రమముతో తయారయ్యెడిది.

సింధు నాగరకతా కాలమునాటి కళాకౌశలములను చాటు అనేక దృష్టాంతములు మొహెంజొదారో, హరప్పా మున్నగు ప్రాంతములలోని త్రవ్వకములలో బయలు పడినవి. ముఖ్యముగా జాడీలు, గాజులు, పూసలు, గ్లేజు చేయబడిన సీళ్లు, ఆట వస్తువులు మున్నగు మృణ్మయ సామగ్రి తయారీలోని నైపుణ్యము; రాగి, కంచు వంటి ధాతువులతో పోతపోసిన వంట పాత్రలు, పనిముట్లు, ఆయుధములు, ఆభరణములు, చిన్న బొమ్మ విగ్రహములు తయారు చేతలోని సొంపు, భవన నిర్మాణము నందు ఉపయోగపడుటకై ఒక విధమైన సిమెంటు గచ్చు వాడుక లోని నిపుణత, లాపిస్ జులీ, టార్క్వాయిస్, శిలాస్ఫటికము, సున్నపురాయి, సబ్బురాయి, హెమటైట్ పలక, జాస్పర్ వంటి ఖనిజముల వాటమిలోని ఆధిక్యము ఆనాటి నాగరకతా వైభవములో వీటి ప్రసక్తి ఎక్కువగా కన్పట్టుచున్నది.

భారతదేశమున పింగాణీ పరిశ్రమ 5,000 ఏండ్ల క్రితమే అభివృద్ధి చెందినది. మొహెంజొదారో, హరప్పా (ప్రస్తుత పాకిస్తాన్ లోనివి) వంటి సింధు నాగరకతా కేంద్రములలో శిథిలావశేషములుగా లభించిన పెంకు ముక్కలు, పాత్ర సామగ్రి నాటి పింగాణీ పరిశ్రమకు దృష్టాంతము. అప్పటికే మృణ్మయ పాత్రను నైగనిగ్యము (గ్లేజు)చేయు కళ నాటి భారతీయులకు తెలియును. పూర్వ కాలమునాటి సమాధులలో పింగాణీతో చేయబడిన చిన్న చిన్న బొమ్మలు - కోతి, కుక్క, పక్షి, ఎద్దు, బండి మున్నగు వాటి ప్రతిరూపములు—ఉండుటనుబట్టి అప్పటికే పింగాణీ కళయందు భారతీయులు సిద్ధహస్తులైనట్లు తెలియుచున్నది. టెర్రాకోటా మన్నుతో తయారైన గాజులు, పాత్రలు ఇప్పటి ఉత్తరప్రదేశ్ ప్రాంతమున తయారగుచుండెడివి. ఆ ఎర్రటి పాత్రలమీద నలుపు చిత్రములు చిత్రింపబడుటయే వాటి విశిష్టత.

శుంగవంశపు కాలమున టెర్రాకోటా మన్నుతో చేయబడిన హిందూ, బౌద్ధ విగ్రహములు చరిత్ర ప్రసిద్ధములు. కాశ్మీర్ దేశమున బయటపడిన క్రీ. శ. 5 వ శతాబ్దమున వాడిన నైగనిగ్యము గల పెంకులు నాటి పింగాణీ కళా విశిష్టతను చాటుచున్నది.

సైనిక విజ్ఞానము

మానవుడు ఇనుపధాతువు ఉపయోగమును కనిపెట్టుటతో యుద్ధకళ ముందంజవేసినది; మరి ఏ ఇతర రంగమందును ఇనుము వాడుక ఇంతగా కానరాదు. మొట్టమొదట ఇనుమువాడుకను తెలిసికొనిన హిటైట్లు ఈజిప్టు రాజులకు ఎదురు తిరిగి, పోరాడి వారి రాజ్యములను ఏలిరి. వీరిని అనుసరించి అసీరియన్లు కూడ ఇనుమును వాడుక చేసి, ప్రబల శక్తిమంతులై అనేక రాజ్యములను కొల్లగొట్టి, ఏకచ్ఛత్రాధిపత్యము వహించిరి. ఇనుప కవచము, ఖడ్గము, ఖేటకము, గద మొదలగు ఆయుధములను వాడుటవలన వారు పెక్కు రాజ్యములను అణచివేయ గలిగిరి. అంతే కాక, వీరు యుద్ధకళలోను అపూర్వమగు ప్రగతిని పడసిరి. వారి సైనికులు ఒకరి పక్కన ఒకరు ఇనుప డాలులతో తమను మరగు పరచుకొని, ఇనుప కవచములు ధరించి, ఇనుప గోడ కదలినటుల ఒక్కుమ్మడిగా పురోగమించుచు శత్రువులపై పడెడివారు.

భారతదేశమున ఆర్యులు తమతోపాటు తెచ్చిన అశ్విక దళముతోపాటు ఇనుప ఆయుధములను వాడి నాటి ఆదిమ జాతులను లొంగదిసికొనిరి. వారు ప్రయోగించిన 'పురచరిష్ణు' అనుమాట బహుశః అసీరియన్ల ఇనుప గోడలకు చాలదగ్గరిది కావచ్చును. కాని, 'పురచరిష్ణు'అనునది ప్రస్తుతము యుద్ధములో వాడబడు 'ట్యాంక్' వంటిదని, దానిలో కూర్చొని సైనికులు శత్రువులపై బాణములు వదలెడి వారని కొందరు చరిత్రకారులు అభిప్రాయపడుచున్నారు.

మధ్య యుగము

(క్రీ. పూ. 524- క్రీ. శ. 1760)

క్రీ. పూ. 524 నుండి క్రీ. శ. 1760 వరకుగల సమయమును మనము సౌకర్యమునకై 'మధ్యయుగము' అని విింగడించుకొన వచ్చును. ఈ యుగములో పెక్కు మహా సామ్రాజ్యములు వెలసి ఉన్నత స్థాయిని అందుకొని చివరికి పతనమైనవి. గ్రీక్ నగరరాజ్యము (క్రీ. పూ. 5వ శతాబ్ది), ససానియన్ సామ్రాజ్యము (క్రీ. శ. 224-641), రోమన్ సామ్రాజ్యము (క్రీ. శ. 395—627) వీటిలో పేర్కొనదగినవి. ఈ యుగముననే 'ఇంజనీరింగు' అనుపదము మొదట వ్యవహారములోనికి వచ్చినట్లు విజ్ఞులు చెప్పుదురు. క్రీ. శ. 200 ప్రాంతములో గ్రంథస్థమైన చరిత్రలో 'ఇంజినియమ్' అను ఒక సాధనమును గూర్చి ప్రస్తావన కలదు. ఇది కోటవంటి రక్షణస్థలముపై దాడికి ఉపయోగించు పరికరము. ఒక వెయ్యి ఏండ్ల తరువాత ఈ సాధనమును పనిచేయించువానిని 'ఇంజినియేటర్' అనిరి. ఈ పదమే కాలానుగుణముగ 'ఇంజనీరు' అయినట్లు తెలియుచున్నది. ఈ యుగమున గ్రీక్‌లు, రోమన్‌లు నాటి వాస్తు శిల్ప విద్యలను ప్రోత్సహించి, పరాకాష్ఠను అందుకొనునట్లు చేసిరి. ఇందు రోమన్‌లు మిగిలినవారికన్న మిన్న. అలిగ్జాండర్ మరణించిన నూరేండ్లలోపుననే రోమ్ తూర్పు మధ్యధరా ప్రాంత దేశములను జయించి లోగొనినది. ఇట్టి వాటిలో గ్రీస్ కూడ చేరినది. మరొక రెండు శతాబ్దములలో రోమ్ నాగరక ప్రపంచమునకు ఏకచ్ఛత్రాధిపత్యము వహించినది. గ్రీక్‌లు సంపాదించిన శాస్త్రీయ సిద్ధాంతములకు రూపము కల్పించి, ప్రయోజనాత్మకముగ రూపొందించినవారు రోమన్‌లే. యుద్ధమునకు అవసరమగు యంత్రసామగ్రిని, ప్రజల సుఖజీవనమునకు అవసరమగు ఇతర నిర్మాణములను సాధించుటలో వీరు ముందడుగు వేసిరి. ఆర్కిమీడీజ్ (క్రీ. పూ. 212 మ.) పెక్కు యాంత్రిక సాధనములను సిద్ధపరచెను. తరువాత పవిత్ర రోమన్ సామ్రాజ్యమువంటి మతరాజ్యములు అనేకములు వెలసి, కొంతకాలము అభ్యుదయ మొంది, కడకు అంతరించినవి. ఈ యుగమున చర్చికి-మతాధికారులకు - విశేషమగు అధికారము ఉండుటవలన వారి సంకుచిత సిద్ధాంతములను అధిగమించి శాస్త్ర విజ్ఞానముల అభివృద్ధికి చోటు లేకపోయినది. అందుచేత సాంకేతిక విజ్ఞానము ఎంత మాత్రమును అభివృద్ధి చెందలేదు. కోపర్నికస్ (మ. 1543) విజ్ఞాన భావములచే ప్రభావితుడయిన బ్రూనో (మ. 1600) మత ఛాందసుల ఆగ్రహావేశములకు గురియై మరణమునకు పాలు కావలసి వచ్చెను. రోజర్ బేకన్ (? మ. 1294), అతని గురువు రాబర్ట్ గ్రాస్‌టెస్టీ (మ. 1253) చొరవచేసి, యూనివర్సిటీలయందు భౌతిక, రాసాయనిక, గణిత శాస్త్రములవంటి శాస్త్రములు పాఠ్యవిషయములుగ ప్రవేశపెట్టిరి. గెలిలియో (మ. 1642) ఆకాశమునందుండు నక్షత్రాది ఖగోళములను పరిశీలించుటకు అనువైన దూరదర్శిని (టెలిస్కోప్) అను నూతన సాధనమును నిర్మించెను. అంతటితో అది వరకున్న చర్చి, తత్సంబంధమైన ఛాందస అభిప్రాయముల కారణముగా ఏర్పడిన దుస్థితినుండి బయటపడి ప్రగతిమార్గమును అనుసరించుటకు నాందీ ప్రస్తావన జరిగెను. లైబ్నిట్జ్ (మ. 1716) సాంకేతిక శాస్త్ర ప్రగతికి అవసరమైన గణితమును సిద్ధపరచగ, అది న్యూటన్ చేసిన శాస్త్రీయకృషికి దోహదకారి అయ్యెను. ఈ తరములో రాబర్ట్ బోయిల్, క్రిస్టియన్ హైగెన్జ్, రాబర్ట్ హుక్ మున్నగు శాస్త్రకారులు ఆ యా శాస్త్ర విషయములలో మౌలిక పరిశోధనలు కావించి, ముందు తరముల వారికి ప్రయోజనాత్మకమగు పరిశోధనా ఫలితములను అందింప గలిగిరి. భౌతిక, రాసాయనిక రంగమున వాయువుల ఆయతన, ప్రేషముల పరస్పర సంబంధమును గూర్చి మౌలిక సూత్రములను ప్రయోగాత్మకముగా రూపొందించిన వారిలో గణుతికెక్కిన విజ్ఞాని రాబర్ట్ బోయిల్ [చూ. సం. 2-పు. 514]. తరువాత కొన్నాళ్లకు న్యూటన్ (మ. 1727) గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతమును ప్రవచించుటతో మతాధిపతుల ఛాందసవాదము పూర్తిగ నేలమట్టమై, ప్రగతిశీలమైన వైజ్ఞానికమార్గము నిలదొక్కుకొని క్రమముగా వేరుతన్నెను. ప్రజ్ఞాశీలురైన మేధావులకు సదవకాశము ప్రాప్తించి, వారు తమ ఉపజ్ఞతో ఉపయోగకరములగు పెక్కు విధముల నూతన యంత్ర, తంత్ర సాధనములను నిర్మింప జొచ్చిరి. దీని ఫలితముగ 1760 ప్రాంతములో చరిత్రలో అంతకు ముందు కని విని ఎరుగనంతగా క్రొత్తక్రొత్త పరిశ్రమలు ఉదయించినవి. ఈ ఘట్టమునకే 'పారిశ్రామిక విప్లవము' అని విజ్ఞులు పేరిడిరి. ఇది అంతయు మానవజాతికి ఆరోగ్య ఐశ్వర్య భోగభాగ్యాది సౌకర్యములను ఒనగూర్చుటకు ప్రబల దోహదకారి అయినది. ఇదే సమయమున మహామేధావి యగు లియొనార్డో డా విన్చీ (మ. 1519) ఇటలీ దేశమున అద్వితీయ పాండితీప్రకర్ష చూపించి, అనేక నూతన సాధన

ముల నిర్మాణమునకు కారణభూతుడయ్యెను. ఇంతవరకు జరిగిన చరిత్రలో సాధించిన విజయమంతయు కార్మిక శక్తి మీదనే ఆధారపడినది. చెదురు మదురుగా బానిసలు చిన్న చిన్న యంత్ర సాధనములు ఉపయోగించినను కార్మిక శక్తిదే పైచేయి. కాని, 16, 17 శతాబ్దములలో వచ్చిన పునరుజ్జీవన ఉద్యమ ఫలితముగా బానిసత్వమునకు స్వస్తి చెప్పవలసిన అగత్యము ఏర్పడెను. దానితో బానిసలకు బదులు శక్తి ఆధారములను వెతకవలసి వచ్చెను. ఈ పరిస్థితులను ప్రాతిపదికగ గొని ఇంజను వంటి యంత్ర సాధనములు ఆవిర్భవించి, క్రమముగా వికసన మొందెను.

దీనికి ప్రతిగా యూరప్‌న ఈ యుగమున విజ్ఞాన శాస్త్రము విపరీతముగా అభివృద్ధిచెందెను. విజ్ఞాన ప్రగతి యందు సాధించిన ప్రతిఫలము మరొక నూతన సమస్యను ఉత్పన్నము చేసినది. ఈ సమస్యాపరిష్కారమున సంఘమునకు సహాయభూతమైన పెక్కు ఆవిష్కరణములు ఇతర రంగములందు జరుపబడినవి. ఈ విధముగ క్రమముగా, నిదానముగా విజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞానము అభివృద్ధిచెందినది. సంఘమును సుసంపన్నము చేసిన ఈ ఆవిష్కరణములకు మూల కారణము యూరప్‌నందు విలసిల్లు జిజ్ఞాసయే అని గట్టిగా చెప్పవచ్చును. ఈ ఆవిష్కరణముల వలన ఫలితములు పొందిన శ్రీమంతులు, వ్యాపారస్థులు, రాజులు ఇంకను లాభములు సంపాదించుటకై విజ్ఞాన శాస్త్ర పరిశోధన విషయమున ప్రజలను మరింతగ ప్రోత్సహించిరి. ఈ విధముగ పరస్పర సంబంధము కల విజ్ఞాన శాస్త్ర విషయములు భారీ ఉత్పత్తితో బాటు ఉద్భవించినవి.

వస్తూత్పత్తి రంగమున మానవుడు మునుపటి యుగములందు ఎచ్చటను కని విని ఎరుగని ఆశ్చర్యకరమగు నైపుణ్యమును 1522 తరువాత సంపాదించగలిగెను. ఈ అభివృద్ధి ప్రధానముగా పశ్చిమయూరప్‌లో సంభవించి, క్రమముగా తక్కిన ప్రపంచమున ఇతర ప్రాంతములకు ప్రాకెను. వస్తూత్పత్తి నైపుణ్యము ప్రాచీన నాగరకతలలో భారత దేశమువంటి దేశములయందు వర్ణవ్యవస్థ [చూ. సం. 10-పు. 666] ను ఆశ్రయించియు, తక్కిన ప్రాచ్యదేశములలో వృత్తి సంఘములను అవలంబనముగ గ్రహించియు పరంపరాగతముగ మనినవి. ఈ దేశములు అన్నింటిలోను అనాదిగా వచ్చుచున్న పరికరములే పరిశ్రమలో వాడబడుచు, చెప్పుకొనదగిన అభివృద్ధి ఏమియును లేక ఉండెను. ప్రజలు నిరంతరము సాంఘిక, రాజకీయ కల్లోలములను ఎదుర్కొనుచుండుటవలన వస్తూత్పత్తి కుశలతాభివృద్ధియందు ఉదాసీనభావమును వారు అవలంబించుట దీనికి ప్రధాన కారణము. దీనివల్ల వారు తమ సాధన సామగ్రిని అభివృద్ధి పరచుకొనుటకు అవకాశము గాని, ప్రోత్సాహము గాని లేకుండెను. ప్రాచ్యదేశములందు ఈపరిస్థితులు సాధారణముగ ఇట్లున్నను, నెమ్మదిగ నడచుచున్న కాలచక్రమును అభ్యుదయము వైపునకు మరల్చి ప్రజలలో జ్ఞానపిపాసను వృద్ధిచేసిన అపూర్వ వ్యక్తులు కొందరు అడప దడప జన్మించుటయు జరిగినది. విజ్ఞానమును వినియోగమునకు తెచ్చుటకు ఫ్రెంచి విప్లవ సమయము ఉత్తమమయిన అవకాశమును కల్పించినది. డిడ్రో (1713—84), డెలాంబర్ అను వారల కృషిఫలితముగ విజ్ఞాన ప్రచార సాధకముగ ఎన్‌సైక్లోపిడీ (విజ్ఞానసర్వస్వము) 1751—72 మధ్య వెలుగుచూచినది. దానితో మతఛాందసాభిప్రాయములు వేళ్లతోసహా పెకలించబడి ప్రజలు కన్నులు తెరచిరి. అటువంటివారిలో భారత దేశమున అంబర్ రాజగు సవాయ్ జయసింహుడు (1686 - 1734) మిగుల గొప్పవాడుగ ప్రసిద్ధి చెందెను. అతడు భారతదేశమున కొన్ని ప్రధాన నగరములలో వేధశాలలు నెలకొల్పి ఖగోళశాస్త్ర నిపుణులను నియమించెను. విదేశములలోని విజ్ఞానాది శాస్త్రముల పద్ధతులను, అభివృద్ధిని అధ్యయనము చేయుటకు పెక్కుమంది విద్వాంసులను విదేశములకు పంపెను.

జయసింహుడు నిర్మించిన నగరములును ఒక విశిష్ట నగర ప్రణాళికా పద్ధతిని నిర్మింపబడినవి. ఉదా: జయపూర్. ప్రజల మనస్సులలో విజ్ఞానశాస్త్ర పరిశోధనవాంఛను, జిజ్ఞాసను పెంపొందించుటకు ఆయన చేసిన ప్రయత్నములు ఆయన పరిపాలనలో కొంతవరకు ఫలించినవి. ఏమైనను, అభ్యుదయావకాశములను అన్ని విధముల నాశనము చేయు నిరాశావహదృక్పథముతో కొట్టుమిట్టాడుచున్న ఆ కాలపు ప్రజలలో తన ప్రత్యేకతను, విశిష్టతను అతడు నిరూపించుకొనెను.

స్పెయిన్ వారు మెక్సికోలో అడుగు పెట్టినప్పుడు (1519) అజ్‌టెక్ నాగరకత [చూ. సం. 10 - పు. 587] అత్యుచ్చదశలో ఉండెను. చేతిపనులందు కుశలురగు వారు పలువురు ఆ నాడు అజ్‌టెక్ ప్రజలందు ఉండిరి. తయారు చేసిన వస్తువులను సుదూర భూములకు తీసికొని పోయి, అమ్మి, బంగారము తెచ్చు సాహసికులగు వ్యాపారస్థులును ఉండిరి. ఈసంఘమున వ్యవసాయదారులు భూములను దున్నుచుండిరి. సంఘ యాజమాన్యము నాయకుల చేతిలో ఉండెను; వారే మతాధికారులుగను వ్యవహరించుచుండిరి. అజ్‌టెక్ సంఘమువారు మాయా తెగవారివలె మహా శిల్పులైనప్పటికిని, వారికి ఇనుము గాని, ఇత్తడి వంటి మిశ్రధాతువులు గాని తెలియవు. అందువలన వారు రాతితోనే పరికరములు చేసికొనిరి. రాతినుండి ముఖము చూచు

కొను అద్దములను, శూరపు కత్తులవంటి సున్నితపు సాధనములను మలచి వారు తమ నైపుణ్యమును ప్రదర్శించిరి. వీరికి రాగి, బంగారముల విలువయును, ఉపయోగమును తెలియును. దక్షిణ అమెరికాలోని ఇన్‌కా నాగరకత [చూ. సం. 10-పు. 428] అజ్‌టెక్ నాగరకతకు సమకాలికమైనది. ఇది పెరూదేశమున వర్ధిల్లినది. వారి సామ్రాజ్యము తూర్పున ఆండీస్ పర్వతములనుండి పడమట పసిఫిక్ మహాసముద్ర తీరమునకును, ఉత్తర - దక్షిణములందు అర్జెంటీనా సరిహద్దులు మొదలుగ చిలీ వరకును వ్యాపించి ఉండెను. వీరు పెద్ద పెద్ద తటాకములను నిర్మించి, అడ్డుకట్టలు కట్టి, పంట నీటివనరులు కల్పించి, సేద్యము చేయుచుండిరి. వారి యందు మన్ను పాత్రల నిర్మాణము, నేతపని అత్యున్నత ప్రమాణములను అందుకొనెను. వారికి లిపి లేకపోయినను త్రాడుకు వేయు వివిధములగు ముడుల వలన తమ భావములను తెలుపుచుండిరి. ఈ విధముగ వారు పుస్తకములను, పంచాంగములను కూడ సిద్ధపరచిరి.

గ్రీస్‌లో జరిగిన సాంకేతికాభివృద్ధికి ఆధారములు ఈజిప్టు నుండియు, ఇతర ప్రాచ్యదేశముల నుండియు గ్రహింపబడినవి. ఈజిప్టువాసులు భవననిర్మాణమునందును, కాలువలు త్రవ్వి, పంటనీరు కల్పించుటయందును ప్రగతిని సాధించుటయే గాక, పొరుగున ఉన్న మధ్యధరాప్రాంత దేశములతో వాణిజ్యమును సలిపిరి. నాడు క్రీట్ దీవిలో మహోన్నతమైన మినోవా (ఈజియన్) నాగరకత వెలసి, అభివృద్ధి చెందినది. వీరు ఈజిప్టువాసుల నుండి రాతిపనిని గ్రహించి, వారి వాస్తు నిర్మాణమునందు కాల్చిన ఇటుక జేగురు పనిని (టెర్రాకోటా) కలిపిరి. సుమారు క్రీ. పూ. 1000 ఏండ్లకు పూర్వమే ఈ నాగరకత పతనమై, గ్రీస్‌లో అంతర్భాగమైన మైసీనియా నాగరకతలో చేరినది. గ్రీస్‌లో మరొక భాగమైన ఏథెన్స్, స్పార్టా దేశములు మైసీనియా నుండి సాంకేతిక విజ్ఞానమును గ్రహించి, అభివృద్ధిని సాధించినవి. గ్రీస్ అనేక చిన్న చిన్న దీవుల సమూహము అగుటచే, అనేక నగర రాజ్యములుగ వెలసినది. మొదటి నుండియు నగరములను రూపకల్పనచేయుట, తగినరవాణా సదుపాయములను సమకూర్చుట, మంచినీటిని సరఫరా చేయుట వంటి పట్టణ నిర్వహణ సమస్యలను వారు అత్యద్భుతమైన నైపుణ్యముతో పరిష్కరించిరి. అంగబలమును, సాధన సంపత్తిని సమన్వయ పరచుటలో నాటి గ్రీక్ ఇంజనీర్లు కొన్ని సాంకేతిక సంప్రదాయములకు ఒరవడి పెట్టిరి. తరువాత చాల కాలమువరకు అవి మనగలిగినవి.

అయితే, నాడు బానిసలచేతనే పనులన్నియు నిర్వహించ వలయుననే పట్టుదల గ్రీక్‌లందు ప్రబలి ఉండెను. దీని ఫలితముగ నాటి గ్రీస్ దార్శనికుల అభిప్రాయములకు విలువ లేకపోయినది. దార్శనిక భావములను ప్రయోగరీత్యా పరిశీలించుటకును కూడ నాటి ప్రజా వాతావరణము అంతగ అనుకూలముగ లేదు. ప్రకృతి ప్రవర్తన కొన్ని ప్రాతిపదిక సూత్రములలో ఇమడ్చవచ్చునన్నది గ్రీక్‌లు విజ్ఞాన ప్రపంచమునకు పెట్టిన భిక్ష. గణితమునందును, ఇతర విజ్ఞాన శాస్త్రములయందును గ్రీక్ దార్శనికులు అత్యుత్తమమైన దార్శనిక భావ పరంపరలను అందించినప్పటికిని, వాస్తవ జీవితమున వాటికి అంతగా విలువ లేకపోయినది. క్రీ. పూ. 4 వ శతాబ్దమున జీవించిన ప్రసిద్ధ దార్శనికవేత్త ప్లేటో విజ్ఞాన శాస్త్రము మెదడునకు కసరత్తు వంటిదే గాని, దానిని ప్రయోజనాత్మకముగ నియోగించి పాడుచేయకూడదని పేర్కొనెను. తన ఉపజ్ఞను ఉపయోగించి మర దుట్టె (ఆర్కిమీడియన్ స్క్రూ), కప్పీ, పంపు మొదలగు సాధనములను నిర్మించిన ఆర్కిమీడిజ్ కూడ విజ్ఞాన శాస్త్రమును ప్రయోజనాత్మకముగ వినియోగించినందుకు పశ్చాత్తాప పడెనట. గ్రీక్ విజ్ఞానులలో ప్రసిద్ధి చెందిన హీరో రియాక్షన్ టర్బయిన్‌ను రూపొందించిన వారిలో మొదటివాడు.

పంచాంగము

పోప్ గ్రెగరీ-XIII 16శతాబ్దమునఅప్పటికిఉన్న పంచాంగమును సవరించి, గురువారము, అక్టోబరు 4,1582 ను శుక్రవారము అక్టోబరు 15,1582 గ పరిష్కరించి శాసించెను [చూ. పు. 17]. ఆ తరువాత వచ్చు శతవర్షములు 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 లలో 400 చే భాగింపబడినప్పుడే (1600-2000) అధిక (లీప్) సంవత్సరములుగా గుర్తింపవలయునని శాసించెను. అదిగాక, మామూలు సంవత్సరములు కూడ ఇదివరకు వలెనే 4-చేత భాగింపబడి నప్పుడే లీప్ సంవత్సరములుగ గ్రహించవలయునని కూడ గ్రెగరీ నిర్ణయమున కలదు.

గణితము

ఈ యుగమున క్రీ. పూ. 2 వ శతాబ్దిలో భారతదేశము విజ్ఞాన ప్రపంచమునకు పెట్టిన భిక్ష శూన్యాంకము 'O' [చూ. సం. 9 - పు. 577]. గణితమున శూన్యాంక ప్రాదుర్భావము విజ్ఞాన ప్రగతికి తోడ్పడెను.

గురుత్వాకర్షణ నియమములను ప్రవచించిన న్యూటన్ గణితమున 'కలనము (కాలిక్యూలస్)' అను మౌలికశాస్త్రమును ప్రవేశపెట్టి, దాని వికసమునకు తోడ్పడెను. అప్పటినుండియు కలనశాస్త్రము క్రమముగ అభివృద్ధిచెంది, ఇంజనీరింగు వికసనమునకు దోహదకారి అయ్యెను. అది ఇప్పటికిని

ఇంజనీరింగులో ముఖ్య పాత్ర వహించుచున్నది. అంతకు ముందే 1600 ప్రాంతములో నేపియర్ గణితమున లాగర దమ్‌ను ప్రవేశపెట్టగ, దానిని మరింత అభివృద్ధిపరచినవాడు బ్రిగ్స్. దీనిని చివరకు 1622లో ఆట్ రెడ్ ఇప్పటి స్లైడ్ రూల్‌కు మాతృకను రూపొందించుటలో వినియోగించెను.

భారతీయ విజ్ఞానము

తంత్రయుగము (క్రీ. శ. 700 - 1300) అనబడు కాలమున రసయోగములు సిద్ధపరచి, అనేక విధములైన వ్యాధులను నివారించుటకు వినియోగించిరి. నల్లమందు, కేలోమిల్ వంటి ఔషధములు కూడ నాడు వాడుకలో ఉన్నవి. ఆనాడు సుఖవ్యాధుల నివారణకు ఒక చెట్టు గింజను వాడెడివారు [చూ. వస్త్రపరిశ్రమ-పు. 27].

అరబ్బుల విజ్ఞానము

అరబ్బులు వివిధ విజ్ఞాన శాస్త్రములను అభివృద్ధిచేసి, వాటి వ్యాప్తికి కృషి చేసినను, వీనికి జనకులని చెప్పబడు గ్రీకులు, భారతీయులు, చీనీయులు ఈ యుగమున చెప్పు కొనదగినంత అభివృద్ధిని సాధించ లేదు. రాసాయనిక శాస్త్రమునందు అరబ్బులు ముమ్మరముగ కృషిచేసి, పెక్కు రాసాయనిక ప్రక్రియలను ప్రయోగాత్మకముగ సాధించిరి. పంచదారను శుద్ధిచేయుటకు అనువగు ప్రక్రియను, సబ్బును తయారుచేయుట, అత్తరు వంటి పరిమళ ద్రవ్యములను స్వేదన ప్రక్రియ ద్వారా సాధించుట వంటి పెక్కు ప్రయోజనాత్మక ప్రక్రియలు అరబ్బు విజ్ఞానులు సాధించి పెట్టిరి. గ్రీక్ సంస్కృతి బైజాంటియమ్ రాజుల పోషణమున గ్రీక్ నుండి ఇతర దేశములకు వ్యాపించెను. గ్రీక్ తత్త్వవేత్తలు అనాదిగా వచ్చుచున్న విజ్ఞాన శాస్త్రములను భద్రపరచుటకు కృషిచేసిరే కాని, వాని పురోగతిని ప్రోత్సహించుటకు ప్రయత్నింప లేదు. బైజాంటియమ్ రాజులు కళలను మాత్రమే పోషించిరి. కాని, గ్రీక్ విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధికి తోడ్పడ లేదు. అయినను వీరు పట్టుపరిశ్రమ పుట్టుపూర్వోత్తరములను చీనాతో ఉన్న వ్యాపార సంబంధము వలన నేర్చుకొని, తక్కిన ప్రపంచమునకు అందజేసిరి. అయితే, 12, 13 శతాబ్దములలో పండితులు అరబ్బు విజ్ఞాన గ్రంథములను అనువదించుటకు పూనిక వహించిన పిమ్మటనే విజ్ఞానమునకు ఒకస్థాయి చేకూరినది.

చీనా విజ్ఞానము

భారతదేశముతో పోల్చి చూచిన నాటి చీనాలో సాంకేతిక రంగమున జరిగిన అభివృద్ధి చాల మెరుగని చెప్పవచ్చును. దీనికి కొంతవరకు అక్కడ ప్రభుత్వములో తరుచు మార్పులు లేకపోవుటయు, చాల కాలము వరకును దేశమంతయును ఒకే ప్రభుత్వ పాలనలో ఉండుటయు కారణములని అనవచ్చును. చీనీయులు ముద్రణ మొదలైన పెక్కు నూతనాంశములను కనిపెట్టిరి. మంగోల్ రాజులు 1279లో పెకింగ్ కోటలో గొప్ప నక్షత్ర వేధశాలను నెలకొల్పి, పరిశోధనకై ఇత్తడితో చేసిన నాజూకైన యంత్ర పరికరములను సిద్ధపరచిరి. నౌకాయానమున చీనీయులు సంపాదించిన అనుభవము, అభివృద్ధి నిరుపమానమైనవి. వారు తమ నౌకల వెనుకభాగమున చుక్కాని అమర్చి, పెద్ద నౌకలను కూడ తమ ఇచ్చవచ్చినట్లు త్రిప్పగలిగి ఉండిరి. నావికుల దిక్సూచి (కంపాస్)ని నిర్మించిన ఘనత కూడ చీనీయులదే అని కొందరు చరిత్రకారులు అభిప్రాయ పడుచున్నారు. దిక్సూచిని అరబ్బులే కనుగొనిరని కొందరు అభిప్రాయభేదమును ప్రకటించినను, ఉత్తర-దక్షిణములను సూచించు అయస్కాంత ధర్మమును మొదట సూచించిన వారు చీనీయులేనని అనుటలో సందేహమునకు తావు లేదు. ఏది ఎటులున్నను దిక్సూచి అవతరించిన మరు క్షణమునుండి అది నౌకాయానమునందు అంతకుముందున్న ఇబ్బందులను తొలిగించి, మహాసముద్రములను దాటుటకు దోహదకారి అయ్యెను.

నౌకాయానము

ఖగోళశాస్త్రాభివృద్ధి నౌకాయానమును సులభము చేసినది. నౌకాయానము వలన నూతన విషయములను కనుగొనుటకు అవకాశము కలిగినది. ఉత్తర యూరప్ దేశముల ఉనికిని తొలుత స్పష్టముగ చెప్పగలిగిన వాడు గ్రీక్ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు పిథియస్. ఎవరైనను ఉత్తరము వైపు తరలి వెళ్ళిన ఎడల ధ్రువ నక్షత్రము ఒక పద్ధతిలో పైపైకి వెళ్ళునని ఇతడు కనిపెట్టెను. పలువురు సాహసికులైన నావికులు ఈ ఖగోళజ్ఞాన సహాయముతోనే సుదూర భూములకు వెళ్లిరి. భారతీయులు క్రీ. శ. 200లోనే గొప్ప నావికులుగ విఖ్యాతిని పొందిరి. పలువురు భారతీయ నావికులు సముద్రమున దారితప్పి జర్మనీ తీరములకు చేరినట్లు కూడ ఆ కాలపు రోమన్ చరిత్రలో పేర్కొనబడినది.

ఈ యుగపురాజులు గంభీర సముద్రముల మీద నౌకాయానమును ప్రోత్సహించిరి. రాజులే స్వయముగా చొరవ తీసికొని నౌకలను నిర్మించిరి. భారతదేశమున మౌర్య ప్రభుత్వము తమ నౌకలను వ్యాపారస్థులకు అద్దెకిచ్చుచుండెను. భారతీయులు నౌకానిర్మాణమున నిరుపమానమగు నైపుణ్యమును సంపాదించిరి. వారు నౌకలను తెడ్లు లేకుండ కేవలము తెరచాపలతోనే నడుపుట నేర్చుకొనిరి.

250 టన్నుల ప్రమాణము గల నౌకలు ఆనాడు నిర్మింప బడినవి. ఈ శాఖ పర్యవేక్షణకు ఆ కాలమున పాటలీపుత్రమున ప్రత్యేకమగు సంఘము ఒకటి ఉండెనని మెగస్తనీస్ వ్రాతలను బట్టి తెలియుచున్నది. హిప్పాలస్ ఋతు పవనముల గతిని అధ్యయనముచేసి, నౌకాయానమునకు వాని సహాయమును పొందు మార్గమును సూచించినది మొదలు - భారత, యూరప్ దేశముల మధ్య - సముద్ర తీరము వెంబడి గాక, గంభీర సముద్రముల మీదుగా వ్యాపారము ప్రారంభమైనది. వ్యాపారము చీనా, భారత దేశముల మధ్యనే కాక, భారతదేశమునకును, సుదూర రోమన్ పశ్చిమ భూములకును మధ్య విరివిగ సాగెను. రోమన్ సామ్రాజ్యపు స్వర్ణయుగమున (క్రీ. శ. 200) ఒక రోమన్ పౌరుడు వ్రాసిన 'పెరిప్లస్ మారిస్ ఎరిత్రే (అరుణ సముద్ర యాత్ర)' అను గ్రంథమున ఈ నావికులకు ఎర్ర సముద్రము, అరేబియా సింధు శాఖ, భారత పశ్చిమ తీరము, ఆఫ్రికా తూర్పు తీరములలోని ముఖ్యమగు ఓడ రేవులును, ఆ ప్రాంతములలో లభించు వస్తువులును, వ్యాపారము సాగించుటకు కలుపు భూ మార్గములును కరతలామలకములని వ్రాయబడినది. కాలువ రవాణా పద్ధతి యందు, నౌకాశ్రయ నిర్మాణమునందు ఈ యుగపు చివర భాగమున ముందంజ వేయుట జరిగినది. దేశమున కాలువల వంటి నీటి మార్గముల ద్వారా ఒకచోటి నుండి మరియొక చోటికి పోవుటకు వీలుగా రవాణా సౌకర్యములు సమకూర్చబడినవి. 14 వ శతాబ్దమున హాలండ్‌లో కాలువలకు 'లాకు' పద్ధతి ప్రవేశపెట్ట బడినది. 17వ శతాబ్దము నాటికి ఇటలీ, ఫ్రాన్స్, ఇంగ్లండు దేశములలో పెక్కు కి. మీ. నిడివి గల కాలువ నీటిమార్గములు ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది. రైలు మార్గము రాకముందు దేశాంతర్గత రవాణాకు ఈ కాలువలే ముఖ్య సాధనములు.

వస్త్ర పరిశ్రమ

చేనేత కళ గృహవృత్తులలో ఒకటిగా అభివృద్ధిచెందినది. నారపట్టు (లినెన్) వస్త్రముల నేతలో ఈజిప్టు పేరు పొందెను. అట్లే నూలువస్త్రముల నేతలో భారతదేశమును, పట్టువస్త్రముల నేతలో చీనాయును పేరు ప్రఖ్యాతులు సంపాదించినవి. ప్రాచీన నేతగాండ్రు నేతకు వాడిన పరికరములు అతి సరళమైనవి. అయినను, వారి పనితనము గొప్పది. గ్రీక్ దేశస్థులు మేలురకపు ఉన్నిగుడ్డల నేతకు పేరు బడసిరి. రోమన్‌లు యూరప్‌న వస్త్ర పరిశ్రమలో అభివృద్ధి చెందిన మేలైన పద్ధతులను ప్రవేశపెట్టిరి. కార్ఖానాలలో వస్త్రములను నేయు పద్ధతి మొట్టమొదట ఇటలీలో మధ్యయుగమున ఏర్పడెను. యూరప్ ఖండమునందంతటను విలువగల ఇంగ్లీషు ముడి ఉన్నిని ఈ ఇటలీ కార్ఖానాలు దిగుమతి చేసికొనుచుండెను. ఉన్నిని వడకుటకై సిద్ధము చేయుటకొరకు ముడి ఉన్నిని చిక్కు తీయుట, దువ్వి సరిదిద్దుట, విల్లుతో కొట్టి దుమ్ము దులుపుట మొదలగు పద్ధతులు అనుసరింప బడుచుండెను.

హాన్ వంశ పరిపాలనా కాలమున (క్రీ. పూ. 200 - క్రీ. శ. 220) పట్టు గుడ్డల విషయమున చీనా ప్రసిద్ధిచెందినది. పట్టు ఉత్పత్తి చేయు పద్ధతులను చీనీయులు చాల కాలము వరకును రహస్యముగ ఉంచిరి. పట్టు నేత పరిశ్రమ మధ్యధరా సముద్రపు తూర్పు తీర సముద్రములలో (ఈజిప్టు, గోరియా, పాలస్తీనా దేశములలో) క్రీ. శ. 2 వ శతాబ్దమునను, పరిష్యా, కాన్‌స్టాంటినోపుల్ ప్రాంతములలో 4 వ శతాబ్దమునను అభివృద్ధి చెందెను. ఆసియా మీదుగా యూరప్ ఖండమునకు ముడిపట్టును, తయారైన పట్టుగుడ్డలను రవాణాచేయు 'పాత పట్టు రహదారి' ఆ కాలమున చాల ప్రసిద్ధి బడసినది.

క్రీ. శ. 5-7 శతాబ్దముల మధ్య పరిష్యా, సిరియా, కాన్‌స్టాంటినోపుల్, అలెగ్జాండ్రియా మున్నగు దేశముల లోని కేంద్రములు పట్టు పరిశ్రమకు ప్రసిద్ధి గాంచినవి. క్రీ. శ. 552 నాటికి పట్టు పురుగులను పెంచి వాటినుండి పట్టుదారమును తీయు విధానమును జస్టినియన్‌లు సంగ్రహించి, బైజాంటియమ్ రాజ్యములో పట్టు పరిశ్రమను ప్రోత్సహించిరి. కాన్‌స్టాంటినోపుల్‌ను నాటి జస్టినియన్ చక్రవర్తి ప్రపంచ పట్టు విపణి కేంద్రముగా తీర్చిదిద్దెను. దానితో అంతకు ముందు పట్టుకు ప్రసిద్ధికెక్కిన సిరియా రాజ్యమున ఈ పరిశ్రమ దెబ్బతిని క్రమముగా క్షీణించినది. అది లగాయితు బైజాంటియమ్ రాజ్యము 13 వ శతాబ్దము వరకు క్రైస్తవ ప్రపంచమునకు అంతటికిని పట్టు బట్టలను సప్లయి చేసినట్లు చర్చి గాథలనుబట్టి తెలియుచున్నది. పట్టును ఆ రోజులలో క్రైస్తవ దేవస్థానములలో బలి పీఠములను కప్పు ప్రత్యేక పట్టు వస్త్రముగ వాడుక చేయుట ఆ నాటినుండి వచ్చిన సంప్రదాయము. ఇతర మధ్య ప్రాచ్య రాజ్యములు కూడ కాన్‌స్టాంటినోపుల్ నుండి పట్టు నేత పద్ధతులను సంగ్రహించి, అభివృద్ధి చేసికొనినవి. పదవ శతాబ్ద ప్రాంతమున అబ్బాసైడ్ రాజుల కాలమున ఇస్లామ్‌ల పట్టునేత పరాకాష్ఠ నందుకొనినది.

సెల్జుక్ తుర్కుల కాలమున (11-13 శతాబ్దములు) పట్టు పరిశ్రమలో క్రొత్త పద్ధతులను ప్రవేశపెట్టిరి. ఇటలీ, ఈజిప్టు దేశములలో పట్టు పరిశ్రమ అభివృద్ధి వ్యాపార స్థాయిని అందుకొనినది. స్పెయిన్ దేశీయులు సముద్ర

యానమునందు ప్రసిద్ధిగాంచి ఉండుటనుబట్టి, పట్టుపరిశ్రమ ఆ దేశమున కూడ ప్రాకినది. ఫ్రాన్స్ దేశమున 17 వ శతాబ్దము నాటికి గాని పట్టు పరిశ్రమ నిలద్రొక్కుకొనలేదు. తూర్పున చీనా, జపాన్ దేశములలో పట్టు పరిశ్రమ అనాదినుండి సంప్రదాయముగ సంతరించిన పరిశ్రమ. భారతదేశమున కూడ పట్టు పరిశ్రమ కడు ప్రాచీనమైనది. టసార్, ముగా, ఎరీ అను దేశవాళీ పట్టు పురుగులను ఆధారముగా గొని భారతీయులు పట్టు పరిశ్రమను అభివృద్ధి చేసికొనిరి. చీనా నుండి 'చీనా పట్టు' అను పేర పట్టు దారమును దిగుమతి చేసికొని, భారతదేశమున నేయుచుండెడివారు. 8 వ శతాబ్దమునుండి గ్రథితమైన ఆధారములను బట్టి 17 వ శతాబ్దమునకు ముందు భారతదేశమున బొంబిక్స్ మోరీ పట్టు సాగు కానరాదు. అయితే, అప్పటి నుండి విదేశ వ్యాపారస్థులు ఈ పట్టు పురుగుల పెంపకమును పోషించి, అభివృద్ధి చేసిరి. 6 వ శతాబ్ది నాడు అజంతా కుడ్య చిత్రములలో కాననగు కిమ్‌ఖాబ్ పట్టు వస్త్రము, 12 వ శతాబ్ది నాటి పటోలా అనబడు పెళ్ళి చీర విదేశీ పట్టును దిగుమతి చేసికొని, దేశీయ నేతగాండ్రు నేసిరి. మరల ఆ పట్టు వస్త్రము ఆగ్నేయ ఆసియా దేశములకు దుస్తుల తయారీ నిమిత్తమయి ఎగుమతి అగుచుండెడిది. భారతదేశమును మొగల్‌లు పరిపాలించిన కాలమున పట్టు - ఉన్ని, ప్రత్తి - పట్టు కలగలపు నేత హిమ్రూ, జమావరు, అమ్రూ అను వస్త్రములుగ ప్రసిద్ధిగాంచినవి. అదే కాలమున భారతీయ పట్టు వస్త్రముల నేతపై పరిష్యా బాణీ ప్రభావము ఎక్కువయినది. గంగా నదీ లోయ ప్రాంతము - ముఖ్యముగ బనారసు (కాశీ), గుజరాతు, మైసూరు, ఒరిస్సా - భారతీయ పట్టు పరిశ్రమకు కేంద్రములు. ప్రత్తి వస్త్రము విషయమున తూర్పు దేశములే పశ్చిమ దేశములవారి వస్త్రావసరములను తీర్చుట అనాదినుండి వచ్చుచున్న సంప్రదాయము.

అతిప్రాచీనకాలము నుండియు నాగరక ప్రపంచమునకు ప్రత్తి నూలువస్త్రములు సప్లయి చేయుటలో భారతదేశము ప్రసిద్ధికెక్కినది. డక్కను మజ్లినులు వంటి సన్నని మల్లు బట్టను నేయు నైపుణి భారతీయులు గడించిరి. అయితే, 18 వ శతాబ్దమున లూయీ పాల్, జాన్ వ్యాట్ అను బ్రిటిషు విజ్ఞానులు వడుకు యంత్రమును సిద్ధపరచినా, అది ఆదిలో అంతగా పని చేయలేకపోయినప్పటికిని ఇంగ్లండులోని బర్మింగ్‌హామ్, నార్తాంప్టన్ ప్రాంతములలో ప్రపంచమున మొదటి నూలు మిల్లులు నెలకొనుటకు 1741-42 మధ్య దారితీసినది. హార్‌గ్రీవ్స్ సిద్ధపరచిన స్పిన్నింగ్ జెన్నీ యంత్రము నేతగానికి వరప్రసాదమువలె ప్రాప్తించుటతో ఉత్పత్తి అధికమయ్యెను. అప్పటినుండి నూలు వడకుటను మరింత సరళము చేయుటకు తీవ్ర కృషి జరిగెను. 1750 ప్రాంతములో జాన్ కే అనువాడు ఎగిరెడునాడె (ఫ్లైయింగ్ షటిల్)ను రూపొందించి, 1753 లో పేటెంటును పొందెను. హార్‌గ్రీవ్స్ నిర్మించిన జెన్నీ పేక - వడుకుటకు మాత్రమే పరిమితమైనది. అయితే, 1769 ప్రాంతమున ఆర్కరైట్ వడుకు చట్రమును సిద్ధపరుచుటతో పడుగు-వడుటకు సుసాధ్యమగుటయే గాక, దానిని ఆధారముగ క్రొత్తగా ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థ నెలకొనినది. దీనితో భారతీయ చేనేత పరిశ్రమ మిల్లుపోటీకి తట్టుకొనలేక క్షీణింపసాగినది.

ఖని పరిశ్రమ

ఆనాటి పెద్ద పరిశ్రమలలో ప్రధాన స్థానము ఖని పరిశ్రమది. సుఖవిలాసాకాంక్షలు ఎక్కువ అగుటవలన వజ్రములు మొదలగు విలాస వస్తువులకు గిరాకీ పెరిగి, వజ్రములను త్రవ్వి తీయు పరిశ్రమ అభివృద్ధి చెందెను.

గ్రీస్‌లో ఖని పరిశ్రమ క్రీ. పూ. 500 నాటికి చాల పురోగమించి ఉండెను. ఖని పరిశ్రమలో తుపాకీ మందు వాడుట క్రీ. శ. 800 లో చీనాలో మొదలై 13 వ శతాబ్దిలో యూరప్‌న గోచరమైనది. గ్రీక్‌లు ఖని ఖనన పద్ధతులలో పురోగమించుట సిఫారీ లోను, ఏథెన్స్ సమీపమునందలి లారియోన్‌లోని సీసపు గనుల త్రవ్వకమునను కానవచ్చుచున్నది. తరువాత ఈ గనులు పెక్కు శతాబ్దముల వరకు ప్రసిద్ధిలో ఉన్నట్లు నిదర్శనములు కలవు. వెండి జాడలు గల గెలీనా అను సీసపు ఖనిజము (లెడ్ సల్ఫేట్) ను వారు గనులనుండి త్రవ్వి తీయుచుండిరి. అందువలన ఆ గనులు వెండి గనులని పేరు పొందెను (క్రీ. పూ. 6వ శతాబ్దము). వారికి సరాసరిని టన్ను ముడి ఖనిజము నుండి సుమారు $1\frac{1}{2}$ కిలో గ్రాముల ధాతువు లభించుచుండెను.

గనుల త్రవ్వకమున గ్రీక్‌లు దీర్ఘ చతురస్రాకారపు గోతులు త్రవ్వుచుండిరి. ఆ గోతులు కచ్చితముగా ఒకే ఆకార పరిణామములతో ఉండెడివి. చాల లోతైన గొయ్యి నీటి చట్టు వరకును త్రవ్వబడుచుండెను. ఖనిజము లభించు మండలములలో అంచెలంచెలుగా సోపానములు కట్టి దింపుచుండిరి (క్రీ. పూ. 4 వ శతాబ్ది ప్రాంతము). వారు ఉపయోగించిన పనిముట్లు చేత ఇనుముతో తయారైన సమ్మెట, కర్ర పిడి కల శాణము, ఉలి, మేకు మొదలగునవి. గ్రీక్ గని కార్మికుడు దీపమును కూడ వాడుచుండెను.

ఉత్తర గ్రీస్‌లో ఖని పరిశ్రమకు క్రీ. పూ. 4 వ శతాబ్దము ప్రథమార్ధమున ప్రాధాన్యము లభించినది. ఎపిరస్‌లో

లభించిన డెమాస్టన్ నాణెము మీద గని కార్మికుని శాణమును, ధాతు గుళికయు చిత్రింపబడి ఉండుటవలన పై విషయము రుజువైనది. గనులు త్రవ్వుట మొదట బానిసలతో ప్రారంభమైనది. క్రమముగా నిపుణులగు కార్మికులు బానిసల స్థానమును ఆక్రమించుకొనిరి.

గనులు త్రవ్వుట అతి ప్రాచీనకాలము నుండియే భారత దేశము, ఆగ్నేయ ఆసియా మొదలగు ప్రాచ్యప్రాంతములలోను అలవాటులో ఉండి ఉండును. కాని, ఈ ప్రాంతములలోని గనిపరిశ్రమయందు ఎట్టి విధానమును అనుసరించిరో చెప్పుటకు వీలైన నిదర్శనములు కానరావు.

సుప్రసిద్ధమగు జోకిమ్ - స్టాల్ గనుల కేంద్రము సమీపమున నివసించిన అగ్రికోలా (1494-1555) గనులు త్రవ్వుటకును, ధాతుసాధన శాస్త్రమునకు సంబంధించిన కొన్ని అంశములను లిఖితము చేసెను. మధ్యయుగపు గని త్రవ్వకములలో లాగుడు యంత్రములు, గాలి సంచార యంత్రములు, నిచ్చెనలు వాడకములో ఉన్నట్లు అతని వ్రాతల వలన తెలియుచున్నది. గనులనుండి ముడిధాతువుల రాశిని పైకి లాగుటకు లాగుడు యంత్రములను వాడుచుండిరి. గనులలోనికి గాలి పారుటకు గాలి సంచార యంత్రములను గనుల ముఖమునందుంచి, గనులలోనికి గాలిని పారించుచుండిరి. గని కార్మికులు నిచ్చెనల ద్వారా గనులలోనికి రాకపోకలను జరిపిరి.

ఫ్లైవీల్, గీర్ చక్రములుగల విండ్‌లాస్ అను బరువులు ఎత్తు యంత్రములను గనుల నుండి వెలుపలికి ముడి ఖనిజములను లాగుటకు వాడుచుండిరి. ఈ యంత్రములు గుర్రముల సహాయమున పనిచేయుచుండెను. గనులలో ఊరు నీటిని తోడివేయుటకు బొక్కెనలు వాడు చుండిరి. నీటిని పీల్చి పైకి పంపుచేయుటకు పీల్పుడు (సక్షన్) పంపులు తరువాత వాడుకలోనికి వచ్చెను. అగ్రికోలా తన గ్రంథమున ఏడు విధములగు పీల్పుడు పంపులను పేర్కొనెను.

ధాతుసాధన శాస్త్రము

భారతదేశమున ప్రాచీన సమాధులలో పురాతత్త్వ శాస్త్రవేత్తలు జరిపిన పరిశోధనవల్ల కత్తులు, బాకులు, పారలు మొదలగు పరికరములను చేయుటకు ఇనుమును ప్రాచీనులు వాడినట్లు తెలియ వచ్చినది. ఆ కాలము నాటికి ధాతువులను శుద్ధిచేయు పద్ధతులు తెలిసి ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది. ఢిల్లీ సమీపమున ఉన్న ఇనుప స్తంభము ఆ కాలమునకు చెందినదే. ప్రాచీన భారతీయులు ధాతుశుద్ధి విషయమున సాధించిన సంపూర్ణతకు ఈ స్తంభము నిదర్శనము. ఈ స్తంభముమీద పెక్కు శాసనములు ఉన్నవి. ఈ శాసనములలో ఒకటి క్రీ. శ. ౩, 4 శతాబ్దముల నాటి గుప్తలిపిలో ఉన్నది. ఈ స్తంభము చాలవరకు పరిశుద్ధమగు ఇనుముతో చేయబడినది. దీని వ్యాసము 410 మి. మీ., ఎత్తు 7 మీటర్లు, బరువు 6 టన్నీలు. ఇటువంటి ఇనుప స్తంభమును పోత పోయుటకు కొన్ని శతాబ్దములు ముందుగనే భారతీయ నాగరకత ఇనుమును తయారు చేయు కళలో ఆరితేరి ఉండునని మనము నిస్సందేహముగ చెప్పవచ్చును. సుప్రసిద్ధమగు డెమాస్కస్ కత్తులు కూడ భారతదేశమున కరగించిన ఇనుముతోనే తయారై, ఈజిప్టు విపణిలో అమ్మబడినవని చరిత్రకారులు భావించుచున్నారు.

ఉక్కును తయారుచేయు కళ, ఉక్కును గట్టిపరచుట మొదలగునవి 3000 పండ్ల క్రితము గ్రీస్‌లో అలవాటులో ఉండెనని పరిశోధనవల్ల తెలియవచ్చినది. దీనిని బట్టి ఉక్కు తయారీ అతి ప్రాచీనమైనది కాదని, ఉక్కు ఇటీవలనే సాధించిన ధాతు మిశ్రమని తెలియుచున్నది. హోమర్ కవి కూడ తన కావ్యమున ఉక్కును పేర్కొనెను.

దక్షిణ భారతదేశము నందును, ఆఫ్రికాయందును నివసించిన ప్రాచీన జాతుల వారు ఇనుము ఉనికిని పలుమారు కనుగొనుట సంభవించి ఉండును. కాలక్రమేణ వారు ఈ ముడి ఇనుమును పోతపోయుటకు ఒక మీటరు ఎత్తుగల స్తంభాకారమైన మన్ను పాత్రలను మూసలుగా వాడుట నేర్చిరి. ఈ మూసల అడుగున రంధ్రములు ఉండెడివి. వారు తమ కొలుములను కొండల ప్రక్కన నిర్మించు కొనుచుండిరి. ఈ కొలుములలో నిప్పు మండుటకు పరిశుద్ధమగు ముడి ఇనుమును, ఆంత్రసైట్ బొగ్గును కలిపి వాడుచుండిరి. తరువాత ఆంత్రసైట్ బొగ్గుకు మారు మామూలు కర్ర బొగ్గును వాడ దొడగిరి. బొగ్గులు అంటుకొనిన తరువాత కొలిమిలో గాలి బాగుగ ఆడునట్లు చేయుచుండిరి. బొగ్గు పూర్తిగా కాలిపోయిన తరువాత కొలిమిని పగులగొట్టి ముడి ఇనుములోని మన్ను, దుమ్ము, బొగ్గు బూడిద కలిసి తయారైన చిట్టెముతో తెల్లగా కనిపించు వేడి ఇనుప ముద్దను కొలిమినుండి వెలికి తీసి, సమ్మెటలతో కొట్టి, చిట్టెమును, ఇతర పదార్థములను తొలిగించి, కావలసిన రూపమును ఇచ్చుచుండిరి. ఇది నిజముగా తయారైన మెత్తని ఇనుము. దీనిలో కార్బన్ చాల కొద్దిగను, చిట్టెము కూడ చాల కొద్దిగను ఉండెడివి. తరువాత దీనిని కొలిమిలో పెట్టి, కొలిమి తిత్తులతో విసరుగా ఊది, ఎక్కువ వేడితో కాచి, మరింత గట్టిపరచుచుండిరి.

చీనీయులు ఎత్తయిన కొలుములకు తగిన తిత్తులను సిద్ధపరచినట్లును, ఇనుమును కరగించి పోత పోయు - ఇను

మును కార్బొరైజేషన్ చేయు—కళలో పరిణతిని సంపాదించినట్లును తెలియుచున్నది. ఇట్లు చేయుటవలన ఇనుము ద్రవరూపమున లభించెడిది. ఆ ద్రవరూపపు ఇనుమును ఇసుక మూసల సహాయమున కోరిన ఆకారములలో పోత పోయుచుండిరి.

బాగుగా తయారైన చేత ఇనుపకడ్డీలను జాడీలలో బొగ్గు మధ్యన పెట్టి, రోజుల తరబడి వేడిచేసినప్పుడు కాక తాళీయముగా ఉక్కు ఏర్పడి ఉండును. ఇనుము తుప్పు పట్టకుండా నివారించుటకే ఈ పద్ధతి ఆరంభమైనను, మరింత గట్టిగను, బలముగను అగుటకు బొగ్గులోని కార్బన్‌ను తగినంతగ ఇనుము గ్రహించుట సంభవించినది. ఆ విధముగ తయారైన ఉక్కు ఇనుముకన్నను అన్ని విధములా మెరుగుగా ఉండెను. దానితో తయారైన పనిముట్లు, ఆయుధములు చాల కాలము మన్నిక కలిగి ఉండెను. అంతేకాక, ఆ ఉక్కు గట్టితనమునందును, బలమునందును మేలుగా ఉండెను. కాని, వ్యయసాధ్యము, విలంబ సాధ్యము అగుటవలన దీని ఉత్పత్తి నాడు పరిమితము చేయబడినది.

కుష్ దేశము (ప్రస్తుతము సుడాన్‌లోని భాగము) లోని మేరో నగరమునందలి ఇనుపగనులు (ఇనుప కొలుములు) ఇనుప గని పరిశ్రమలో ఆఫ్రికా ప్రజలు సాధించిన మహత్తర పురోగతికి తార్కాణము. వీరి నాగరకతపై ఈజిప్టు ప్రభావము కలదు. ఈ ప్రజలు ఇనుము కరగించుటకు వాడిన పెక్కు కొలుములు మేరో నగర పరిసరపు త్రవ్వకములలో వెలువడినట్లు సైస్ (సియస్) అను దేశాన్వేషకుడు తన గ్రంథమున లిఖితముచేసి ఉన్నాడు.

మధ్య యుగములో ఇనుముతో తయారగు వస్తువుల ప్రమాణ పరిణామములు తప్పనిసరిగా కొన్ని అవధులకు లోబడి ఉండెడివి. కమ్మరి ఇనుమును చరచగల శక్తి, ఇనుమును కరగించు కొలిమిలో ఒక పర్యాయమునకు వాడదగు ఇనుము శాతము—అనునవి ఈ అవధులను నిర్ణయించెడివి. ఒక కొలిమి ఒక దఫాకు మామూలుగా 32 కిలోగ్రాముల ఇనుమును తయారు చేయుచుండెడిది. 1250 తరువాత జలశక్తితో తొలిసారిగా కొలిమి సమ్మెటలను పనిచేయించుట ప్రారంభమైన పిదప, కమ్మరులు పెద్ద పెద్ద పరికరములను తయారుచేయ గలిగిరి. కాని, అప్పుడును, 1325 ప్రాంతమున తొలిసారిగా ఇనుప ఫిరంగులు తయారు చేయుటకు పూనుకొనినపుడును అందులకై తయారైన ఇనుప పలకలను, ఇనుపబద్దెలతో—కర్రపీపాల పలకలను ఇనుపబద్దెలలో బిగించినట్లు—బిగించి తయారుచేయుట మాత్రమే సాధ్యమైనది. దుక్క ఇనుమును కనిపెట్టుటతో హెచ్చుబరువుగల ఇనుప ద్రవమును కరగించు కొలుముల నుండి నిర్దిష్టాకారముతో తయారుచేసిన అచ్చులలోనికి సరాసరి పోతపోయుట సాధ్యమైనది. దీనిఫలితముగా 1400 ప్రాంతమునకు యూరప్‌లో ఇనుప తుపాకులు తయారు చేయబడినవి. తుపాకీమందు కనిపెట్టుట, తుపాకీలకు, ఫిరంగులకు ఇనుమును ఉపయోగించుట విరివిగా సాగినది. దీనిఫలితముగ యుద్ధ విద్యయందు బ్రహ్మాండమైన మార్పు వచ్చినది. 1450 నుండి పోత ఇనుమును విశేషముగా వాడసాగిరి. తరువాత 400 ఏండ్లలోను పోత ఇనుము పెద్ద వస్తువులను తయారుచేయుటకు చాల తగినట్టిదిగ పరిగణింపబడినది.

ఇనుము ఉత్పత్తి 16 వ, 17 వ శతాబ్దములలో అభివృద్ధి చెందెను. దుక్క ఇనుములో హెచ్చుభాగమును కమ్మరము కొరకు చేత ఇనుముగా మార్చివేయు ఈ పరిశ్రమలో ఉపయోగించుటకు బొగ్గు విపరీతముగా కావలసి ఉండెను. అందువలన బ్రిటన్‌లో కలప అంతయు తరిగిపోవుచుండెను. 1710లో అబ్రహామ్ డర్బీ అనువాడు బొగ్గుకు మారు కోక్‌ను వాడి ఇనుమును కరగించి, ఇంధన సమస్యను చాల వరకు పరిష్కరించెను. తత్ఫలితముగా బ్రిటిష్ దుక్క ఇనుము పరిశ్రమ 18వ శతాబ్దమున త్వరితముగా అభివృద్ధి పొందినది.

మొగల్ కాలమున రాగి, సీసము, తగరము వంటి ధాతువులు వాడి బిదిరీసామగ్రి తయారు చేసెడివారు. రాగి పాత్రలకు తగరము ఉపయోగించి కళాయి పూయు ప్రక్రియ మొగల్ కాలము నుండే ప్రారంభమైనది. ఈ కాలముననే రూపొందింపబడి చేత ఇనుములో తయారైన పెద్ద పెద్ద తుపాకులు జగన్నాథ్ (పూరి), కోణార్క దేవాలయములలో ఇప్పటికిని కలవు. తుపాకులు, ఫిరంగులు పోతపోయు పద్ధతులను నాడు మొగల్‌లు సిద్ధపరచిన ఫలితముగా తుపాకీ మందును తయారుచేయు పరిశ్రమ భారతదేశమున అభివృద్ధి అయినది. పరిమళ సబ్బులు, అత్తరులు మున్నగు విలాస ద్రవ్యముల తయారీ కూడ మొగల్‌ల కాలముననే వర్ధిల్లినవి. మొగల్‌లు కాగితపు పరిశ్రమాభివృద్ధికి తోడ్పడినట్లు తెలియుచున్నది.

నాణెములు

సముద్రాంతరములపై నౌకల ప్రయాణము, వ్యాపారము అభివృద్ధి చెందుటతో మారకపు సాధనములుగా నాణెముల అవసరము ఏర్పడినది. విలువగల ధాతువులు మారకమునకు సాధనములన్న విషయమును ప్రాచీన నాగరకతలు అన్నియు అంగీకరించినవి. ఈ విలువగల ధాతువులు నాణెముల రూపమును ధరించుట తొలిసారిగా లిడియా దేశమున

జరిగినది. లిడియా పారసీక సామ్రాజ్యము క్రిందికి వచ్చిన తరువాత ఆ నాణెములు పారసీక సామ్రాజ్యమంతట చెలామణీ చేయబడినవి. గ్రీస్‌లో డరయస్ - I (దుర్యోష) రాజు క్రీ. పూ. 500 లో నాణెములను చెలామణీ చేసెను. రోమ్‌లో క్రీ. పూ. 388 లో నాణెములు వాడకమునకు వచ్చినవి. భారతదేశమున మౌర్యవంశమునకు చాల మునుపే 'నిష్కము'లు అనబడు బంగారు ముక్కలు వాడుకలో ఉండెడివి. మనుస్మృతిలో (క్రీ. పూ. 200) 58. 56 గ్రాముల బరువుగల 'ధరణ' అను వెండి నాణెపు ప్రస్తావన కలదు. ఆ విధముగానే 'కార్షాపణము' అను పేరును ఆ కాలమున దక్షిణాపథమున కొన్ని బంగారు, వెండి నాణెములకును వాడుచుండిరి. ఈ నాణెములు సామాన్యముగా 164. 6 గ్రాముల బరువు ఉండెడివి. 'కాకిని' అను పేరుగల చిన్న రాగి నాణెములును అప్పుడు వాడుకలో ఉండెను. ఒకే బరువు గల బంగారు, వెండి నాణెములను ఆ కాలమున 10 : 1 నిష్పత్తిలో విలువ కట్టుచుండిరి. నాణెములను ముద్రించుట, వాడకము పెరిగిన కొలది 'పెట్టుబడి' అవసరము ఏర్పడినది. క్రీ. పూ. 400 కు పూర్వుడని చరిత్రకారులు అంగీకరించిన పాణిని వాణిజ్యమునకు కావలసిన ధనమును సమకూర్చు వారిని ఒక ప్రత్యేక వర్గముగ పేర్కొనెను.

సివిలు ఇంజనీరింగు

ఈ యుగమున మానవజీవితము సుఖ, సంతోషములతో ఉండుటకు విజ్ఞానశాస్త్రపు అన్ని రంగములందును కృషి, ప్రయత్నములు జరిగినను, పట్టణ నిర్మాణ ప్రణాళిక ప్రత్యేకముగా పేర్కొనదగినది. పెద్ద పెద్ద భవనముల నిర్మాణమును - ముఖ్యముగా ఈజిప్టులో-చాలవరకు అన్ని మధ్యయుగ (ప్రాచీన) నాగరకతలు నిర్వహించినవి. ఏథెన్స్‌ను నిర్మించిన గ్రీక్‌లు, పార్సా లేదా పెర్సిపోలిస్ నగరమును నిర్మించిన పారసీకులును తమ భవన నిర్మాణ విజ్ఞానమున తమ పూర్వులకు ఎంతయో ఋణపడి ఉండిరి. ఈజిప్టులోని మహోన్నత స్తంభములు గ్రీక్‌ల, పారసీకుల చేతులలో కళావిలసితములు అయ్యెను. స్తంభముల నిర్మాణమునకు రోమన్‌లు తమ పనివాని తనముచే ఒక నూతన శోభను కల్పించిరి. ఈ విధముగా వాస్తుశాస్త్రమున నూతన అధ్యాయము ప్రారంభమైనది. అగస్టస్ చక్రవర్తి (క్రీ. శ. 14) రోమ్ నగరము ప్రపంచమునందలి సమకాలిక రాజధానులలో మిగుల జనాదరణను పొందుటకై సుందరములగు భవనములను నిర్మించెను. రోమ్ నగరములోని 'ఇటుక ఇండ్లను చలువరాతి ఇండ్లుగ మార్చివేసితి'నని అతడు సగర్వముగ చెప్పుకొన్నట్లు తెలియుచున్నది. కాంక్రీట్ భవనములను మొదట నిర్మించినవారు రోమన్‌లే అని నిపుణులు పలువురు చెప్పుచున్నారు. చలువ రాయి దొరకనందున రోమన్‌లు కాంక్రీట్‌ను కనిపెట్టవలసి వచ్చినదను అభిప్రాయము పై వాదమును బలపరచుచున్నది. వీరు విశాలమగు సభాంగణము (హాలు)లను నిర్మించుటలో నిపుణులు. ఇవి 'బాసిలికాస్' అని ప్రసిద్ధి పొందినవి. ప్రజలు హెచ్చుమంది సమావేశము కాగల న్యాయస్థానములకు ఇవి ఉద్దేశింపబడినవి. రోమన్ వాస్తుకళ వైభవోపేతమగు ఉన్నతిని అందుకొన్నదనుటకు రోమన్ 'కలోసియమ్ (క్రీడాంగణము)' ఒక తార్కాణము [చూ. స. 10-పు. 324]. ఇటుక కట్టడములలో ఆర్చిలను బోలు పలు ఆది స్వరూపములు ఈ కాలమున నిర్మితములైనవి. నీటి ప్రవాహమునకు అడ్డుకట్టలుగా కట్టిన జల నిర్మాణములందు ఈ ఆర్చి స్వరూపములు కూడ కానవచ్చుచున్నవి. జన సమ్మర్దముగ ఉన్న పట్టణ ప్రాంతములకు మంచినీటిని కొనివచ్చు కాలువల నిర్మాణమునందును, పట్టణమునందలి మురుగు నీటిని, వర్షపు నీటిని తీసికొనిపోవు కాలువల నిర్మాణమునందును రూపకల్పన చేయుటలో ఈ కాలమున అభివృద్ధి కానవచ్చుచున్నది.

భారతదేశమున పట్టణ నిర్మాణ రీతియును, వాస్తు విజ్ఞానమును సింధుతీర నాగరకతా యుగమున ఆశ్చర్యకరమగు ఉన్నతిని, తదనంతరపు మౌర్యయుగమున పరాకాష్ఠను అందుకొనినను, ఈ రెండింటి మధ్యకాలపు అభివృద్ధిని గురించి ఏమియును తెలియవచ్చుటలేదు. రాతి నిర్మాణములు మౌర్యయుగము నుండియే అభివృద్ధి చెందినవని పలువురు చరిత్రపరిశోధకులు భావించుచున్నారు. అంతకు ముందు నిర్మాణములు కర్రవి అగుటవలన అగ్ని ప్రమాదమున గాని, శీతవాతాది ప్రకృతి పరిస్థితులకు గురియై గాని నశించి ఉండును. అందువలన మౌర్య యుగమునకు దారితీసిన వాస్తుకళాభివృద్ధిని చారిత్రకముగా పరిశీలించుటకు మార్గము లేకపోయినది.

మౌర్య వాస్తుకళ స్తంభముల నిర్మాణ పద్ధతిపై ఆధారపడినందున మిగుల ఖ్యాతికెక్కినది. 700 ఏండ్ల తరువాత భారతదేశమునకు వచ్చిన చీనా యాత్రికుడగు ఫాహియాన్ పాటలీపుత్రము (నేటి పాట్నా) లోని అశోక చక్రవర్తి ప్రాసాదమును చూచి, అది దేవతలు నిర్మించినదై ఉండవలెనని, దేవతలు తప్ప మరొకరు నిర్మింపలేరని, మానవ మాత్రులకు అసాధ్యమని వాఖ్య చేసెను. అశోకుడు 84 వేల స్తూపములు నిర్మించినట్లు తెలియుచున్నది. బౌద్ధ సాహిత్య గ్రంథమగు 'దివ్యావదానము'న అశోకుడు

నిర్మించిన స్తూపములు కొండలంత ఎత్తుగ ఉండెనని వర్ణించిరి. ఏమైనప్పటికిని, సాంచీలోని మహాస్తూప రూప కల్పనమునకు బాధ్యుడు అశోకుడు అనుటలో సందేహము లేదు. ఇదిగాక, అశోకుని కాలపు శిల్ప సంస్కృతి వర్తమాన వాస్తు పద్ధతిలో మహా సంక్షోభమును కలిగించినది. ఉత్తరమున బర్హూత్‌లోని శిల్పసంపద, ఆంధ్రప్రదేశ్ న కృష్ణానది లోయలోని అమరావతి, నాగార్జునకొండ శిల్ప వాస్తు కళాఖండములు ఈ అపూర్వ పద్ధతికి నిదర్శనములు.

ఇస్లామిక యుగమున అన్ని ముస్లిమ్ దేశములు వాస్తు కళలో నూతన పద్ధతిని రూపొందించుకొని దానిని అనుసరించియే పెక్కు మసీదులను నిర్మించినవి. గోపురములు, వాని స్తంభములు, కమానులు (ఆర్చీలు) ఈ నూతన వాస్తు పద్ధతికి ప్రత్యేక లక్షణములు. బైజాంటియమ్, పారసీక పద్ధతుల కలయిక వలన అరబ్బు వాస్తు కళ ఉద్భవించినదని పలువురి అభిప్రాయము. ఆకృతులను చిత్రించుట ఇస్లామిక మతసంప్రదాయములరీత్యా నిషిద్ధమగుట వలన ముస్లిమ్ శిల్పులు ఈ కట్టడముల గోపురములపై రేఖా చిత్రములను, కురాన్ షరీఫ్ సూక్తులను అత్యద్భుతమగు చాతుర్యముతో చెక్కిరి.

చీనాలో చీన్‌వంశ పరిపాలనా కాలమున షిహ్ హ్వాంగ్ - టీ చక్రవర్తి క్రీ. పూ. 249 లో మహాకుడ్యమును నిర్మించెను. మహాకుడ్యమున సమానాంతరముగ రెండు గోడలు కలవు. ఒక్కొక్క గోడ పీఠమున 1.80 మీ. వెడల్పుగలిగి, 7.5 మీ. ఎత్తు ఉన్నది. రెండు గోడలు మధ్య ఖాళీస్థలము మన్నుతో కప్పిరి. గోడను నిర్మించుటకు ఆనాడు చీనా దేశములో నిర్బంధించిన ఖైదీలనందరినీ కార్మికులుగా వినియోగించినట్లు తెలియుచున్నది. గోడ నిర్మాణమగుసరికి సుమారు నాలుగు లక్షలమంది మరణించిరి. సామ్రాజ్యమున ఉన్న కారాగారములన్నీ ఖాళీ అయినవి. ప్రపంచమున దీనియంత పొడవుగల గోడ మరొకటి లేదు. ఇది పచ్చసముద్రతీరములోని షాన్ హైక్వాన్ పట్టణము మొదలు పడమట కాన్సూ రాష్ట్రము వరకును 2, 500 కి. మీ. పైగా వ్యాపించి ఉన్నది. మధ్య ఆసియా నుంచి వచ్చు హూణుల (తార్తారుల) దండయాత్రలనుంచి దేశమును రక్షించుటకు నిర్మించినది ఇది. 14 వ శతాబ్దమున దీనిని అత్యధికమగు రక్షణమునకై కొన్ని చోట్ల మరల కట్టిరి.

భవన నిర్మాణము

క్రీ. పూ. 5 వ శతాబ్దమునకు గ్రీకులు భవన నిర్మాణమున సామాన్యమగు రాయిని, సున్నపు రాయిని, చలువ రాయిని వాడిరి; కలపను కూడ వాడిరి. గ్రీస్‌లో తాపీ పని చేయువారు బాస్సీలో సూర్యమందిర నిర్మాణమున పరికరములను కలుపుటకు, బిగించుటకు ధాతు సంబంధమైన మడత బందులను వాడిరి. ఏథెన్స్‌లోని పార్థెనన్ మందిరమునకు పెంకుల కప్పు ఉండెను.

నైమ్స్ సమీపమున కమానులతో కట్టిన జలవాహిక (అక్విడెక్ట్) లో ఇటుకను, కాంక్రీట్‌ను వాడిరి. ఇది క్రీ. శ. మొదటి శతాబ్దమున కట్టబడినది. గ్రీస్ రోమన్ సామ్రాజ్యమున భాగమైనప్పుడు, గ్రీక్ భవన నిర్మాణ పద్ధతులు రోమన్ నిర్మాణ రీతిని గాఢముగ లోగొన్నవి. రోమన్‌లు నిర్మాణ కారణములతో గాక, అలంకార దృష్టితో రోమన్‌ల స్తంభములు, ద్వారోర్ధ్వ కాష్ఠము వంటి నిర్మాణ పద్ధతిని అనుకరించిరి. కలప చట్రము గల భవనములను వాడిరి. మూడు అతుకులున్న దూలములను (క్రీ. శ. 5 వ శతాబ్దము) వాడిరి. భారమును ఎత్తి పట్టుకొను సూత్రము (ట్రస్సింగ్)ను అనుసరించిరి.

యూరప్‌న భవన నిర్మాణ కార్యక్రమము 11 వ శతాబ్దము ప్రాంతమున ముమ్మరముగ సాగెను. ఫ్రాన్స్‌లోను, తక్కిన యూరప్ దేశములయందును 13 వ శతాబ్ది వరకు రోమన్ పద్ధతి భవనములే ప్రబలముగ నిర్మితములైనవి. వెలుపల విశేషముగా శిల్ప సంపద, లోపల గదులు, భారీ గోడలు, చిన్న కిటికీలు, తెరుచుటకు వీలైన కలప కప్పు, మధ్యప్రదేశములోను, ఇరుప్రక్కలను విలువంపుగా కట్టిన సరంబీలు మొదలైనవి ఆ భవన లక్షణము. 12 వ శతాబ్ది తరువాత గాతిక్ విలువంపు సరంబీలతో నిట్టనిలువుగా నిర్మితములయిన చర్చీలు విశేషముగ ఆదరింపబడినవి. పారిస్‌లోను, కాంటర్ బరీలోను ఉన్న ఇట్టి చర్చీలు (1174) గణనీయమగు కట్టడములు.

దక్షిణ భారతదేశమున మహాబలిపురములోని కొండలను తొలిచి నిర్మించిన దేవాలయములు, భారతదేశమున ఉన్న తక్కిన హిందూ దేవాలయములు నిలువుగా, ఎత్తుగా ఉన్న విమాన సంప్రదాయమును అభివృద్ధి చేసికొనినవి. తగు మార్పులతో ఉండు ఈ విమానపు పద్ధతి నిర్మాణములు చీనా, జపాన్ దేశములలో ప్రచురముగా వ్యాప్తిలోనికి వచ్చినవి.

క్రీ. శ. 4 వ శతాబ్దమున నిర్మించినదని భావించబడుచున్న ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని చేజెర్ల (గుంటూరు జిల్లా) యందలి కపోతేశ్వర ఆలయము తిరుచినాపల్లి, కాంచీపురములలోని 'గజపృష్ఠ' దేవాలయములవలె నిర్మింపబడినది. దీనిలో స్తంభములు విశేషముగా కలవు. పై కప్పు లను రాతి బండలతో కప్పిరి. ఈ విధముగానే కాకతీయుల

కాలమున - 12 వ శతాబ్దమున - పాలంపేట, వరంగల్లు లలో దేవాలయములు నిర్మింపబడినవి.

హనుమకొండయందు 11 – 14 శతాబ్దముల మధ్యన నిర్మితమైనదని భావింపబడు రుద్రేశ్వర దేవాలయము కాకతీయ వాస్తు విశిష్ట లక్షణముగ సంభావితమగు స్తంభ శిల్పము. అందు ఆ శిల్పపు విశిష్ట లక్షణములు పెక్కు కన్పట్టుచున్నవి. ఈ స్తంభము ఒక పీఠముపైన అమర్చ బడి ఉన్నది. ఈ స్తంభములోని అధోభాగము శిల్పాలంకృ తము; ఊర్ధ్వభాగము దీర్ఘచతురస్రాకార ముఖములు మాత్రము కలిగి ఉన్నది. స్తంభము మధ్య భాగమునను, కంఠభాగమునను, స్తంభాగ్రమునను చక్కని శిల్పములు చెక్కబడినవి. కృష్ణదేవరాయలు ద్రవిడ శిల్ప సంప్రదాయ మును అనుసరించి 16 వ శతాబ్దమున ఇటుకలు, రాయి మొదలగు వానిని ఉపయోగించి రెండంతస్తుల ప్రాసాదము లను నిర్మించెను. చంద్రగిరిలోని మహల్‌లను, హంపీ లోని పద్మ మహల్‌ను ఉదాహరణముగా పేర్కొన వచ్చును. అతడు దేవాలయములకు గోపురములను, మంటపములను, విమానములను నిర్మించెను.

ఉత్తర భారతదేశమున మొగల్ సామ్రాజ్యము అరబ్బీ (సారసెనిక్) ప్రభావము గల సుందరమగు వాస్తుకళను ప్రవేశపెట్టినది. ఇందు గోపురములకును, సన్నని శిఖర ములకును ఎక్కువ ఆదరణ ఉండెడిది. సుమారు 72 మీ. ఎత్తుగల కుతుబ్‌మినార్ అను సుందర నిర్మాణమును ఢిల్లీ సమీపమున పదమూడవ శతాబ్దిలో కుతుబ్ వంశీయులు కట్టించిరి. 16 వ శతాబ్దము మధ్యభాగమున ఆగ్రా సమీప మున నిర్మితమైన - అక్బర్ తాత్కాలిక రాజధాని - ఫతే పూర్ సిక్రీ ఎర్రరాతి నిర్మాణములకు ప్రసిద్ధిపొందినది. ఫతేపూర్‌సిక్రీలోని పంచమహల్, దివాన్ - ఇ - ఖాస్ భవనములు రాతి స్తంభములు అందగ నిర్మితములైనవి.

షాజహాన్ చక్రవర్తి ఆగ్రాలో తన సతి ముంతాజ్ బేగమ్ సమాధిపై 1631 ప్రాంతమున తెల్ల చలువరాతితో నిర్మించిన తాజ్‌మహల్‌ను చిన్న చిన్న గోపురములతో సుందరముగ తీర్చి దిద్దిరి. దీని ప్రధాన వాస్తు శిల్పి ఉస్తాద్ ఈసా మధ్య ప్రాచ్యమునుండి వచ్చినవాడు. తాజ్‌మహల్ మీది అందమైన చెక్కడపు పనులలో ఫ్రెంచి శిల్పి ఆస్టిన్ డ బోర్డేకు కూడ పాత్ర కలదని చెప్పుదురు. ఇదే కాలమున వికసనము చెందిన గోపుర (డోమ్) నిర్మాణము పేర్కొన దగినది. దక్షిణాపథమున బీజపూర్‌లో గోల్ గుంబజ్ గోపురము ఒక మహత్తర నిర్మాణము. ధ్వని సూత్ర గర్భితమగు అనేక విశేషములు ఆ గోపుర నిర్మాణము నందు వినియోగమైనవి.

రోడ్లు

ప్రాచీన సామాజ్య యుగమున వాణిజ్యము భూ మార్గముల మూలముననే విశేషముగ జరిగినది. చీనా భూ మార్గముల మూలముననే పట్టు వస్త్రముల, పట్టు దార ముల వ్యాపారమును రోమ్‌తో సాగించెను. ఈ విధముగనే దక్షిణ భారత వ్యాపారులు భూ మార్గముననే రోమ్ నగర మునకు సుగంధద్రవ్యములను ఎగుమతి చేయుచుండిరి. పలువురు పారసీకరాజులు, రోమన్‌లు ఈ భూమార్గముల రక్షణకు ప్రత్యేక శ్రద్ధ వహించిరి. అశోక చక్రవర్తి తన సామ్రాజ్యపు పూర్వ–పశ్చిమ సీమాప్రాంతములను కలుపు రహదారిని, తన సామ్రాజ్యములో నగరములు అన్నిం టిని కలుపు బాటలను వేయించెను. ఈ విధముగా వాణిజ్య మునకు వలనుగ చక్కని బాటల వసతి ఏర్పరుపబడెను. అశోకచక్రవర్తి ఈ బాటల పొడువునను ప్రయాణికులకు విశ్రాంతి గృహములు నెలకొల్పెను; వివిధ స్థలముల దూరమును చూపు పలకలను కూడ వేయించెను. రోమన్ చక్రవర్తులు తమ రాజ్యముననే దాదాపు లక్ష కిలో మీటరుల మొత్తపు నిడివి గల బాటలు వేయించినట్లు చరిత్ర కారులు చెప్పుచున్నారు. ఈ కాలముననే చీనాలో షిహ్- హ్వాంగ్-టీ చక్రవర్తి బాటలకు మారుగా బండ్లు నడుచుటకు మంచి జాడలు వేయించి, ఆ బండ్ల ఇరుసుల ప్రమాణము మొదలైన వానిని కూడ నిర్ధారించెను.

చీనాలో షిహ్ హ్వాంగ్-టీ (క్రీ. పూ–247) చక్రవర్తి బాటల నిర్మాణమునకు ఖ్యాతిని గాంచెను. అప్పటి చీనా రాచబాటల నిడివి దాదాపు 3,200 కి, మీ.; ఆ బాటలు విశాలముగ ఉండెడివి. బాటలలో రాతిబండలు పరచబడి ఉండెడివి. ఈ రాచబాటలను కలుపు చిన్న చిన్న బాటలును ఉండెడివి. నదులను వంతెనలపై గాని, పడవలమీద గాని దాటుచుండిరి. చీనాలో బాటలను అన్నిటిని బుద్ధిపూర్వక ముగ వంకరగ వేయుచుండిరి. భూతాది దుష్టగ్రహముల పీడా నివారణకు ఈ విధముగ చేయుట మంచిదని నాటి ప్రభువులు విశ్వసించిరి; దుష్ట గ్రహములు సరళరేఖలోనే పయనించుననియు, వంపు తిరిగి పయనింపవనియు వారి నమ్మకము.

పరిష్యా క్రీ. పూ. 6 వ శతాబ్దముననే చీనానుండి ముడి పట్టును దిగుమతి చేసికొనుచుండెను. చీనా వ్యాపారస్థులు ఆఫ్ఘనిస్తాన్‌లోని కాందహార్ మీదుగ పరిష్యాకు వెళ్లు చుండిరి. పాశ్చాత్య ప్రయాణికులును పరిష్యాతో వ్యాపార సంబంధములను కలిగి ఉండిరి. ఆ వ్యాపార ప్రాముఖ్యా మును బట్టియే వారు పయనించిన మార్గమునకు 'లాపిస్

లాజులై (ఇంద్రనీల)' మార్గమను పేరు వ్యాప్తిలోనికి వచ్చెను. క్రీ. పూ. మొదటి శతాబ్దమున చీనా—రోమ్ దేశముల మధ్య వాణిజ్యము విశేషముగ సాగినది. ప్రాచీన ప్రపంచమున గొప్ప బాటల నిర్మాతలు రోమన్‌లు. ఆఫ్రికా లోని కార్తేజ్ దేశవాసులనుండి రోమన్‌లు బాటలువేయు నేర్పును గ్రహించిరి. కార్తేజ్ సామ్రాజ్యము స్పెయిన్ వరకును వ్యాపించి ఉన్నందున మంచి బాటల పద్ధతి అవసర ముగ ఉండెను. రోమన్ సామ్రాజ్యము అత్యుచ్ఛస్థితిలో ఉండినప్పుడు రాజధానినుండి రాజ్యమునందలి మారు మూల ప్రాంతములను కలుపు బాటలు 2,88,000 కి. మీ. పైగా ఉండినవి. ఈ బాటలు ఇటు తూర్పున యూఫ్రటీస్ నదివరకును, అటు పశ్చిమమున ఫ్రాన్స్, బ్రిటన్ దేశముల వరకును విస్తరించినవి. రోమన్ ఇంజనీర్లు రోడ్ల నిర్మా ణమునందే కాక, ప్రవాహములపై వంతెనలను నిర్మించుట లోను, జలవాహికలు (అక్విడెక్ట్) నిర్మించుటయందును ప్రసిద్ధికెక్కిరి. స్తంభములపై కర్ర వంతెనలను నిర్మించుట రోమన్ సేతు నిర్మాణమున ప్రథమ ఘట్టము, రైన్ నదికి అడ్డముగ 420 మీటరుల నిడివి గల కర్ర వంతెన ఒకటి ఉన్నట్లు జూలియస్ సీజర్ క్రీ. పూ. 55 లో పేర్కొన్న గ్రంథస్థ విషయమును బట్టి తెలియుచున్నది. కర్రకు మారుగ రాయిని ఉపయోగించుటకు ఉపక్రమించుటతో రోమన్ ఇంజనీర్లు వంతెనల నిర్మాణమున అసమాన నైపుణ్యమును ప్రదర్శించిరి. వీటిలో కొన్నిటిని ఇప్పటికిని చూడవచ్చును. ఫ్రాన్స్‌లో నిమిస్ సమీపమున ఉన్న పోన్ట్ డూ గార్డ్ అను నిర్మాణము మిక్కిలి ప్రసిద్ధికెక్కినది. దీని నిడివి 270మీ., ఎత్తు 45 మీ.; ఈ నిర్మాణమున రోడ్డు మార్గ ముతోబాటు జలవాహికలు కూడ కలవు. పోజలానా అను ఒక విధమైన సిమెంటు పదార్థమును వీరు సిద్ధపరచి ఉప యోగించిరి. దీనిని రాతికట్టడములో గానుగ సున్నముగ ఉపయోగించిరి. ఎట్రుస్కన్‌ల నుండి గ్రహించిన ఆర్చి నిర్మాణము రోమన్ నిరాణ్మమునందు స్థానము సంపాదించు కొని ప్రసిద్ధికెక్కినది.

రోమన్ సామ్రాజ్య పతనానంతరము (క్రీ. శ. 5 వ శతాబ్దము)న యూరప్ ఖండమున కొన్ని శతాబ్దముల వరకు క్రొత్తబాటలను నిర్మించిన వారు లేరు. రోమన్‌ల తరువాత తొలిసారిగ 1764లో బాటలువేయుటను ఫ్రాన్స్ దేశమున పీర్ ట్రెసాగెట్ పునరుద్ధరించెను. ఇతడు బహుశా రోమన్‌ల బాటల నిర్మాణ పద్ధతిని అనుకరించి ఉండును. ట్రెసాగెట్ బాటలకు రాతిదిమ్మల పునాదులను వేసి, మన్నును పైన పరపుగ పోయించెను. మరుసటి తర మున జాన్ మెకాడెమ్ (జ. 1756) నూతన పద్ధతిలో బాటలను వేయుట ప్రారంభించెను. ఆ పద్ధతియే నేటికిని వాడుకలో ఉన్నది,

పంటనీటి వనరులు

చీనా దేశములో పంటనీటి వనరులకై క్రీ శ. 700లో ఒక కాలువ నిర్మితమైనది. ఇదియే సామ్రాజ్యకుల్య (ఇంపీరియల్ కాలువ) అని అర్థమొసగు పేరున చీనీయు లందు ప్రసిద్ధి కాంచినది. ఈ కాలువ పొడవు దాదాపు 1,200 కి. మీ.; ఇది పంటలకు సేద్యపు నీటిని సరఫరా చేయుటయే గాక, నౌకల ప్రయాణమునకును అనుకూల మైనదిగా ప్రసిద్ధి చెందినది.

రోమన్‌లు క్రీ. శ. 100 నాటికే పంటనీటి వనరులు కల్పించుట ఆచరణలో పెట్టిరి. రోమన్ ఆర్థిక వ్యవస్థయందు పంటనీటి వనరులకు ప్రాధాన్యము అత్యధికము. ఈ విష యము 5, 6 శతాబ్దములలో గ్రథితమైన సుప్రసిద్ధ జస్టీని యన్ స్మృతి పంటనీటివనరుల విషయమై తీసికొనవలసిన శ్రద్ధను పేర్కొనుటను బట్టి విశదమగుచున్నది. పొలము లకును, తోటలకును పంటనీటిని పారించుటకు రోమన్‌లు వాడుచుండిన జలవాహిక(అక్విడెక్ట్)లు అప్పటి వారి బుద్ధి కుశలతకు నిదర్శనములుగా ఇప్పటికిని నిలచి ఉన్నవి.

మెక్సికో, పెరూ దేశములలో తొలిసారిగా ప్రవేశించిన స్పెయిన్‌వారు పంటనీటి పారుదలకు అత్యంత విస్తృతము లగు ఏర్పాట్లు కావించిరి. ఆ తరువాత అవి పెక్కు తర ముల వరకును వాడుకలో ఉండెను.

భారతదేశమును ఏలిన అశోకుడు మొదలగు వారి కాలమున ఆ యా రాజులు పంటనీటి చెరువులను త్రవ్వించి నట్లు కొన్ని చారిత్రకాధారములు కలవు. కావేరి నీటిని అదుపులో ఉంచవలెనను భావము క్రీ. శ. మొదటి శతాబ్ద మున పొడమినదని చెప్పవచ్చును. అప్పటి చోళరాజు - కరికాలచోళుడు—తన రాజ్యమున పంటనీటివనరులను, వ్యవసాయమును అభివృద్ధి పరచుటయందు శ్రద్ధ వహించి, కావేరి తీర ప్రాంతమును వరదలనుండి రక్షించుటకు సంక ల్పించెను. తిరుచినాపల్లికి 16 కి. మీ. దూరమున కావేరి డెల్టాప్రాంతమునకు ఎగువన కట్టిన పెద్ద ఆనకట్ట అప్పటి నిర్మాణ నైపుణ్యమును తెలుపుచున్నది. కల్లణై (రాతి ఆన కట్ట)అని వ్యవహరింపబడుచున్న ఈ ఆనకట్ట క్రీ.శ. రెండవ శతాబ్దమున నిర్మింపబడినట్లు చెప్పుచున్నారు. కావేరి నది వరద నీటిని శ్రీరంగద్వీపము కొనయందున్న కొల్లడ మున కలుపుటకు ఈ ఆనకట్ట ఉద్దేశింపబడినది. ఈ ఆనకట్టకు దాదాపు 30 కి. మీ. ఎగువన శ్రీరంగ ద్వీప ముఖస్థల మున అఖండ కావేరి, కొల్లడము, కావేరి పాయలుగ

చీలిపోయి, వరదనీరు కొల్లడమున ప్రవహించుటవలన కావేరి పాయలు డెల్టా ప్రాంతమునకు పంట నీటివనరులు కల్పించు పాటి నీటితో ప్రవహించుచున్నవి. ఇక్కడ నుండి కొల్లడము కావేరి కన్న దిగువ మట్టములో తిన్నగా సముద్రము వైపుకు పారుటతో కాలక్రమమున లోతైన కాలువ ఏర్పడినది. అందువలన కావేరి నది పూడిపోవుట జరుగుచున్నది. దీని ఫలితముగా డెల్టాలోని సేద్యము దెబ్బ తినుచున్నది [చూ. పు. - 54].

ఇప్పటి ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని తెలంగాణా ప్రాంతమును 12 వ శతాబ్దములో పరిపాలించిన కాకతీయరాజులు రామప్ప, లక్నవరం, పాఖాల వంటి పెద్ద పెద్ద సరస్సులను నిర్మించి సేద్యపు నీటి వసతులను కల్పించిరి.

దక్షిణ భారతదేశమును 15, 16 శతాబ్దములలో ఏలిన విజయనగర రాజులు అనేకములగు పంటనీటి వనరులను కల్పించిరి. అందులో పేర్కొనదగినవి: కంభం, కనిగిరి జలాశయములు, అనంతపురం చెరువు, బుక్కరాయ సముద్రము, నంద్యాల చెరువు మొదలగునవి. ఇవిగాక, తుంగభద్రా నదికి అడ్డు కట్టలు, ఆనకట్టలు కట్టి, సేద్యపు నీటిని అందించి, రాయలసీమలో ఆ నాడు కరువు, కాటకములు లేకుండ వారు చేసిరి.

షాజహాన్ ఉత్తరువుపై సిక్కుల మహాక్షేత్రమగు అమృతసర్ నకును, లాహోర్ నగరమునకును నిరంతరము నీటి సరఫరా నిమిత్తము నవాబ్ ఆలీ మర్దాన్‌ఖాన్ 1633 లో త్రవ్విన చరిత్రాత్మకమగు హాస్లీ కాలువయును, 14 వ శతాబ్దమున హిస్సార్‌లోని రాజ ప్రాసాదములకు నీటిసరఫరా నిమిత్తము ఫిరోజ్‌షా నిర్మింపజేసిన పడమటి యమున కాలువయును చారిత్రక ప్రసిద్ధి వహించినవి. వీనిలో రెండవది కొంతకాలమునకు పాడుపడి పోగా 1568 లో అక్బర్ చక్రవర్తి దీనిని పునరుద్ధరించి, బాగు పరచెను.

పరిశ్రమలు

పింగాణీ పరిశ్రమ : ఒక ప్రాచీన గ్రీక్ పాత్రపై చిత్రింపబడిన కుమ్మరి సారెను బట్టి, ఆ ప్రాచీనకాలముననే కుండల పరిశ్రమలో కుమ్మరి సారె ప్రాముఖ్యము గుర్తింపబడినటుల విదితమగుచున్నది. అయితే, ఆ కుమ్మరి సారె కాలిత్రొక్కుడు వలన తిరుగునది కాక, చేతితో త్రిప్పునట్టిదిగానే చిత్రితమైనది. క్రీ. పూ. 5 వ శతాబ్దమున మృణ్మయపాత్రలను ఆవములో కాల్చి, ఆక్సీకరింపజేసి, పిదప ఆక్సీహరింపజేసి, మరల ఆక్సీకరించుటలో పాత్రలకు మెరుగు వచ్చెడిది. 6 వ శతాబ్దమున ఎట్రస్కన్ జాతి వారు మూసలను ఉపయోగించిరి. రోమన్‌ల యుగమున - క్రీ. శ. ప్రారంభమున - నమూనాలు చేయు పరికరములను వాడుచుండిరి.

పింగాణీ పనితనము 13 వ శతాబ్దము తరువాత పశ్చిమ, ఆగ్నేయ ఆసియాలయందు అభివృద్ధి చెందినది. చీనా (9 వ శతాబ్దము) గొప్ప పనితనముతో తయారుచేసిన పింగాణీ వస్తువులు ముస్లిమ్‌ల ద్వారా యూరప్‌లో వ్యాపించినవి. ఇటలీలో కాలితో త్రొక్కి పనిచేయు చక్రము తొలుతగ వాడబడెను (1550). ఈ యుగముననే గాజును తయారు చేయుటయందు ప్రత్యేక పద్ధతులు రాసాయనిక విజ్ఞానులు కనిపెట్టిరి. గాజుకళయందు సాధించిన ప్రగతికి దృష్టాంతములు ఇప్పటికిని యూరప్‌లో మధ్యయుగములో నిర్మించిన భవనముల కిటికీలకు అమర్చి ఉండుట గమనార్హము.

గాజు పరిశ్రమ : భారత దేశమున 17 వ శతాబ్ద ప్రాంతమున ఎనామిల్ గాజు, అత్తరు సీసాల తయారీ జోరుగా సాగినది. నేటి ఉత్తరప్రదేశ్ ప్రాంతమున పలు చోట్ల ముఖ్యముగా ఫిరోజాబాద్‌లో తరతరాలుగ గాజుల తయారు సంప్రదాయముగ జరుగుచుండుట గమనింపదగిన విషయము.

కాగితపు పరిశ్రమ : అరబ్బులు వివిధ రంగములలో సాధించిన అభివృద్ధులలో ఒక ముఖ్యమైన విషయము కాగితము (పేపరు). పేపరును తయారు చేయుటను చీనాలో క్రీ. శ. 105 లోనే కనిపెట్టినప్పటికినీ 500 ఏండ్ల వరకు అది అతి రహస్యముగ దాచబడినది. క్రీ. శ. 700 ప్రాంతమున ఒక బౌద్ధభిక్షువు ఈ రహస్యమును జపాన్‌కు తీసికొని వెళ్లెను. ఈ రహస్యము పాశ్చాత్య ప్రపంచమునకు అరబ్బుల మూలమున వ్యాపించెను. క్రీ. శ. 751 లో సామర్కండ్‌లో చీనీయులకును, అరబ్బులకును జరిగిన పోరాటమున అరబ్బులు పలువురు చీనీయులను బందీలుగా పట్టుకొనిరి. వీరిలో కాగితమును తయారుచేయుటయందు నిపుణులు కొందరు ఉండిరి. ఆ బందీల ద్వారా కాగితపు నిర్మాణ రహస్యమును గ్రహించి, క్రీ. శ. 793 ప్రాంతమున అరబ్బులు బాగ్దాదులోను, దాని పరిసరములందును కాగితములను అధికముగా ఉత్పత్తి చేయగలిగిరి. ఈ పరిశ్రమ నెమ్మదిగా మహమ్మదీయ సంస్కృతితో బాటు సిరియా, ఈజిప్టు, మొరాకో దేశములకు ప్రాకినది. ఈ స్థలమునుండి స్పెయిన్ గుండా పడమటి యూరప్ దేశములకు 12 వ శతాబ్దిలో వ్యాపించినది.

భారతీయులు చీనా నుండి తిరిగి వచ్చిన బౌద్ధ సన్యాసుల మూలమున 7 వ శతాబ్దిలోనే కాగితములు తయారు

చేయుటను తెలిసికొనినప్పటికిని దీనికి ఎక్కువ ప్రాధాన్యము ఇవ్వలేదు. దానికి మారు అనాదిగా అలవాటున ఉన్న తాళపత్రములు, భూర్జపత్రములు మొదలగు వాని యందే వ్రాయుచుండిరి. 15 వ శతాబ్దిలో కాశ్మీర్ రాజు జయిన్ - అల్ - అబ్దిన్ తన రాజధానిలో కాగితపు పరిశ్రమను స్థాపించెను. ఈ విధముగ ఈ పరిశ్రమ భారతదేశము అంతట వ్యాపించుటకు అతడు తోడ్పడెను.

భారతదేశమున క్రీ. శ. 1000 లో కాగితపు పరిశ్రమ వర్ధిల్లినది. గ్రామసీమలందు చెత్తనుండి పటిక (ఆలమ్)ను తయారుచేసి, బట్టలకు రంగువేయుటలో వాడినట్లు తెలియుచున్నది. చలువ చేసిన వస్త్రములు, రంగులు వేసిన బట్టలు భారతదేశము నుండి విదేశములకు కొన్ని శతాబ్దములుగా ఎగుమతి అగుచున్నవి. అయితే, మధ్య యుగము నాటికి పరిశ్రమ రాజకీయ కారణముగ క్షీణించినట్లు తెలియుచున్నది.

ఈ యుగమునందే లియొనార్డో డా విన్చి(1452-1519) జన్మించెను. ఆయన మేధా పాండిత్యములు అపూర్వములు. ఆయన కళలు, విజ్ఞానశాస్త్రము, శారీరకశాస్త్రము, గణిత శాస్త్రములలో అఖండుడు; అంతియేకాదు, వాస్తు శిల్పమునను అందెవేసిన చేయి. ఆయన విమర్శనాత్మకముగా చేసిన పరిశీలనలు గ్రంథములుగా గ్రథితములైనవి. ఈ గ్రంథములు ఆతని సమకాలీన పండితులను విభ్రాంతి పరచినవి. ఆయనకు మెకానిక్స్ వంటి యాంత్రిక విషయమున గల పరిజ్ఞానము అసామాన్యము. ఆయన అత్యంత ప్రారంభదశలోనే పెక్కు ప్రయోగములతోను, పరిశీలనలతోను లెక్కలుగట్టి మానవుడు ఒకనాడు ఆకాశమున ఎగరగలడని జోస్యము చెప్పెను. డా విన్చి అభిప్రాయములు అన్నియు సమకాలీనులకు ఆశ్చర్యజనకములగు ఊహామాత్రములుగ కనుపట్టినను, తరువాతి శతాబ్దములలో వాస్తవములుగా పరిణమించి, ఒక విధముగా వైజ్ఞానిక భావనలో విప్లవము తెచ్చి 'పారిశ్రామిక విప్లవము' రూపుగొనుటకు అవకాశము ఇచ్చినవి [చూ. పు. 37].

ముద్రణ పరిశ్రమ : ఈ యుగము చివరకు ముద్రణ పరిశ్రమ విద్యావ్యాప్తికి మహత్తరముగ తోడ్పడినది. చీనాలో (పుటలను)ముద్రించుట అనాది కాలమునుండియు ఉండెను. అట్టి ముద్రిత పుస్తకము తొలిసారిగా క్రీ. శ. 868లో ప్రచురితమైనది. మనము కోరిన విధమున వివిధమగు అక్షరములను కూర్చి (కంపోస్ చేసి) ముద్రించుట 1041 లోనే జరిగినది. ఈ పద్ధతి యూరప్ ఖండమునకు ఎట్లు చేరెనో తెలియదు. కాని, యూరప్‌లో తొలిసారిగా పుస్తకము ముద్రించుట జర్మనీలోని మెయిన్‌జ్ నగరమున 1456న జరిగినది. అట్లు ముద్రింపబడిన గ్రంథము బైబిలు. దీనిని ముద్రించిన వాడు జాన్ గూటెన్‌బర్గ్ (1398ర.-1468ర). ఈ విధముగా ముద్రణ పరిశ్రమ క్రమముగా యూరప్‌లో నిలదొక్కుకుని, వ్యాపించి, జ్ఞానవ్యాప్తికి మిగుల దోహదకారి అయ్యెను [చూ. సం 1. పు-108].

మెకానిక్స్

పైన పేర్కొన్న విషయములే కాక, ఈ యుగమున ప్రకృతిని, దాని రహస్యములను పరిశీలించుట కూడ మానవునికి ఆసక్తిని కలిగించినవి. ఆవిరికిగల శక్తిని సుమారు 2000 ఏండ్ల క్రితము ఆలెగ్జాండ్రియాలో ఉన్న విజ్ఞాని హీరో కనుగొనెను. శుద్ధమగు విజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞానమును సంపాదించుట ఈ యుగపు ప్రజల వాంఛ గనుక, వారు దానికి ప్రయోజనాత్మకమగు ప్రాతిపదికను కల్పించి, వినియోగించుటకు ప్రయత్నించ లేదు. బాబిలోనియాలోని విజ్ఞానులు కనుగొన్న గడియారమే పెద్ద మార్పులు ఏమియు లేక ప్రపంచమున చాలకాలము వాడుకలో ఉండెను. ఛాయా ఘటిక (గ్నామెన్) ఆనాడు కనుగొనబడినను, అది అంతగా ఉపయోగమునకు రాలేదు [చూ. సం. 9-పు.179]. ఈ యుగమున వాడబడిన నూతన యంత్ర సామగ్రి: సెట్-స్క్వేర్‌లు, కొలిమితిత్తులు, నీటిశక్తిచే నడుపబడు పిండి మరలు, పోతపోయుటకు అవసరమైన మూసలు మొదలగునవి. యంత్రనిర్మాణమున చీనీయులు చాలప్రాచీనకాలము నుండియే పురోగమించినను, వారు కనిపెట్టిన నూతనాంశములను తదితరులు ఎవరును గుర్తించ లేదు. ఈ యుగమున గుర్రము, నీటి చక్రము, గాలిమర శక్తిని ఉత్పత్తిచేయు ఆధారములుగా పనిచేసినవి. ఇందు గాలిమర, నీటి చక్రము అంతకు ముందే పారసీకులకు తెలిసినప్పటికిని, ఈ యుగమున ఈ సాధనములు మరల ఆవిష్కరింపబడి వినియోగములోనికి వచ్చినవి.

ఇనుప శిరస్త్రాణము, కవచము (8వ శతాబ్ది), క్షిపణి (మిసిలీ) ఆయుధములు (14వ శతాబ్ది) ఈ యుగమున యూరప్‌లో వాడబడినవి. చేతివిల్లు (హాండ్ క్రాస్ బౌ-మీట నొక్కిన బాణములు విసరువిల్లు) 16 వ శతాబ్దము వరకును చాల వాడుకలో ఉండెను. గుయిడో-డా-విగెవనో (మ. 1350)అను ఇటలీ విజ్ఞానిచే కనుగొనబడి, సులభముగా చేతితో తీసికొని పోదగిన వ్రేలాడు వంతెనయు, కదిలింపదగిన గోపురము (మోవబుల్ టవర్)ను వాడుకయందు ఉండెను. గాలి సహాయమున పనిచేయు యుద్ధశకటమును కూడ ఆయన కనుగొనెను. మందుగుండు సహాయముతో పనిచేయు మారణాయుధములు యూరప్‌లో

(14 వ శతాబ్దము) శీఘ్రముగా అభివృద్ధి చెందినవి. ఈ విధముగ తుపాకీమందు యుద్ధరంగమున ప్రవేశించగనే వడిసెలవంటి ముట్టడియంత్రముల వాడకము తగ్గిపోయెను. ఫ్రెంచి ఇంజనీరు వాన్‌బాన్ (మ. 1707) వ్యూహ నిర్మాణపు నూతన పద్ధతులను కనుగొని, ముట్టడి కలావపు పద్ధతులను లోపరహితముగా తీర్చి దిద్దెను.

పారిశ్రామిక విప్లవము - ఆ తరువాత

యూరప్ దేశములలో జనాభా ఎక్కువగుటవలన కలిగిన గొప్ప మార్పులు అన్ని వర్గముల ప్రజల దైనందిన జీవితములలోను నూతన పరిణామములు కలిగించినవి. పారిశ్రామిక శక్తికి నూతన ఆలవాలమును కలిగించిన ఆవిరి యంత్రము మానవజాతి చరిత్రలో గొప్ప రాజకీయసంక్షోభమును తెచ్చునంతటి అపూర్వమగు పరిణామమును కలిగించినది. జేమ్స్ వాట్, రిచర్డ్ ఆర్కరైట్ వంటి నూతన ఆవిష్కర్తలను చారిత్రక ప్రాధాన్యమున వర్డ్స్‌వర్త్ వంటి కవులతోను, నెపోలియన్ వంటి రాజనీతిజ్ఞులతోను పోల్చవచ్చును. ఈ విధముగా ఏర్పడిన పారిశ్రామిక విప్లవమునకు బ్రిటన్ జన్మస్థానము.

ఈ మహత్తర పారిశ్రామిక పరిణామ పరంపర ఫలానా కారణము వలన ఏర్పడినదని వర్ణించుట సాధ్యముకాదు. అయినప్పటికి 18వ శతాబ్దము ప్రారంభమున రూపుగొనిన రెండు ముఖ్యమగు సంఘటనలు ఇందులకు కొంతవరకు ప్రాతిపదికలుగ వ్యవహరించినవని చెప్పవచ్చును. వీనిలో మొదటిది: దేశ, విదేశ వ్యాపారములు త్వరగా అభివృద్ధి చెందుట; దీనివలన పొదుపు, పెట్టుబడి అభివృద్ధి చెందుట. వ్యక్తిగతమగు వ్యాపారవ్యవహారమునకు ఎల్లెడల-అందును ముఖ్యముగ బ్రిటన్‌న—ప్రోత్సాహము లభించుట. రెండవది: 18వ శతాబ్ది ప్రారంభమున బొగ్గు వాడుక ఎక్కువగుటవలన, ఇంగ్లండులోని అడవులు క్రమముగా మాయము కాజొచ్చినవి. తగిన ఇంధనము దొరుకుటయే కరువయ్యెను. వంట చెరుకునకు ప్రత్యామ్నాయమగు ఇంధనము అవసరమయ్యెను. ఇది బొగ్గు పరిశ్రమలో నూతన సాంకేతిక అభివృద్ధికి దారితీసినది. ఇనుమును కరగించుటకు కర్ర బొగ్గుకు మారు నేల బొగ్గును వాడుట అధికమయ్యెను.

పారిశ్రామిక విప్లవపు ప్రారంభదశలో నేలబొగ్గు, ఇనుము ప్రముఖములగు ముడిసరకులుగ ఉపకరించినవి. ఇవి లేకపోయినచో జవుళీనేతవంటి పరిశ్రమలకు పనికి వచ్చు ఆవిరి ఇంజను గాని, పట్టాలమీద రైలుబండిని లాగు రైలు ఇంజను గాని సమకూరెడివికావు. అందువలన దేశమునందలి ఇనుము, నేలబొగ్గు లభించు ప్రాంతములకు అత్యంత ప్రాముఖ్యము కలిగెను. బ్లాక్ కంట్రీ, షెఫీల్డ్ వంటి క్రొత్త పారిశ్రామిక ప్రాంతములు మానవుల మనుగడకు పూర్తిగా క్రొత్త పరిసరములను పెంపొందించెను.

అప్పటి వరకు కర్ర, నీరు, గాలి అను మూడు మూల వస్తువుల సహాయముననే పరిశ్రమలు అభివృద్ధి చెందినవి. అప్పటి నుండియు నేలబొగ్గు, ఇనుము పై మూటిని త్రోసి రాజని స్థిరముగా నిలదొక్కుకొన్నవి. అయితే, 1867లో ఎలక్ట్రిక్ మోటారులు, జనరేటరులు పనిచేయు సూత్రములు కనుగొనుటతో ఏర్పడిన ద్వితీయ పారిశ్రామిక విప్లవములో విద్యుచ్ఛక్తి, తేలిక మిశ్రధాతువులు, ప్లాస్టిక్‌లు మొదలయినవి ఇనుమును, నేలబొగ్గును కూడ త్రోసిరాజన్నవి.

తాము క్రొత్తగా కనిపెట్టిన వస్తువులను, యంత్రములను ప్రజోపయోగమునకు వినియోగించిన వ్యాపారస్థులు ఈ యుగమున నూతన ఆవిష్కర్తలకు ప్రోత్సాహము కలిగించి తోడ్పడిరి. కుశాగ్రబుద్ధికి పేరొంది చొరవగలిగిన మాత్యూ బౌల్టన్ అను వ్యాపారితో కలియుట వలన మాత్రమే సాంకేతిక విషయ ప్రవీణుడును, మహామేధావియు అగు జేమ్స్‌వాట్ 18 వ శతాబ్దమున అత్యంత ముఖ్యమగు పారిశ్రామిక సంస్థ అగు 'సోహో ఇంజనీరింగు వర్క్స్'ను బర్మింగ్‌హామ్‌లో నెలకొల్ప గలిగెను.

నూతన యంత్రములను కనుగొన్న వ్యక్తి కొన్ని సమయములలో పేద కార్మికుల ఆగ్రహమునకు గురియగుచుండెను. ఉదా : వడుకు జెన్నీ (యంత్రము)ని కనుగొన్న హార్‌గ్రీవ్స్‌ను ఆగ్రహించిన మూక అతనిపై దండెత్తి, అతని యంత్రమును ధ్వంసము చేయుటకు ప్రయత్నించిరి. అందువలన ఆ కాలమున ఉత్పత్తిదారులు అట్టి ముట్టడులు తమ ఫ్యాక్టరీలపై జరుగకుండ జాగ్రత్త పడవలసి వచ్చెను.

నేలబొగ్గు, ఇనుము ఉత్పత్తియందు త్వరితగతిలో జరిగిన పరివర్తనలు మరికొన్ని ఇతర పరివర్తనలకును దారి తీసెను. 18 వ శతాబ్దమున పింగాణీ, జవుళీ వంటి ఇతర పరిశ్రమలు కూడ త్వరితగతిని అభివృద్ధి చెందినవి. జోసయ్యా వెడ్జ్‌వుడ్ 1754 లో ఆకుపచ్చరకపు మన్ను పాత్రలు చేయు పద్ధతిని కనుగొనెను. ఈ పాత్రలు గాజువలె నున్నగాను, మెరయుచును ఉండెడివి. ఇవి ప్రజల దైనందిన జీవనములోని అలవాట్లను తీవ్రముగ మార్చివేసి, కలవారికిని, లేనివారికిని మధ్య గల అంతరమును తగ్గించుటకు

తోడ్పడెను. 18 వ శతాబ్దము ప్రారంభమున సామాన్య ప్రజలు పెద్ద పెద్ద కొయ్యపళ్లెములలో భోజనము చేయు చుండిరి. శ్రీమంతులు మేజా బల్లలను, పింగాణీ పాత్రలను వాడుచుండిరి. పారిశ్రామిక విప్లవము పారిశ్రామికులకు క్రొత్త యంత్రములను, నూతన సాంకేతిక విషయములను సమకూర్చినటులనే కొనుగోలుదారులకు నూతన వస్తు జాలమును కూడ సమకూర్చెను.

ఈ సందర్భమున విశేషముగ ఆశ్చర్యమును గొల్పునది వస్త్రపరిశ్రమ. ప్రత్తి పరిశ్రమ నూతన పరివర్తనలకు లోనైనది. 1733 లో 'కే' అనువాడు ఎగిరెడు నాడెను కనుగొన్న తరువాత నేతపరిశ్రమలో గొప్ప అభివృద్ధి ఏర్పడెను. ఎగిరెడు నాడె వలన నేతపనివారు త్వరగా నేయుటకును, ఎక్కువ వెడల్పుగల గుడ్డలను నేయుటకును వీలయ్యెను. నేత త్వరగా జరుగుటవల్ల నూలు వడకు వారు తగినంత నూలు సరఫరా చేయలేకపోవు పరిస్థితి ఏర్పడినది. నేత పనివారు నూలు దొరుకుటలేదని ఆందోళన చేయసాగిరి. ఈ అవసరమును తీర్చుటకై 1730లో వడుకు యంత్రమును కనిపెట్టిరి. 1764 లో హార్‌గ్రీవ్స్ తాను రూపొందించిన వడుకుయంత్రము (స్పిన్నింగ్ జెన్నీ) ను పేటెంటు చేసికొనెను. తరువాత 'ఆర్క్‌రైట్ వాటర్ ఫ్రేమ్', 'క్రాంప్టన్ మ్యూల్' అను వడుకు యంత్రములు అవతరించెను. వడుకు యంత్రముల ఆవిష్కరణము వలన నేత యంత్రములను రూపొందించవలసివచ్చెను. కార్ట్‌రైట్ అనునతడు నీటి శక్తిచే పనిచేయు మరమగ్గములను కనిపెట్టెను; తదానుషంగికముగా ఆవిరి శక్తిని మొదట నూలు వస్త్రముల పరిశ్రమకును, తదనంతరము ఉన్ని బట్టల పరిశ్రమకును వాడుట సంభవించెను. నూలు వస్త్రములకు విస్తృతమగు గిరాకీ ఏర్పడెను. ఈ అవసరమును తీర్చుటకు నూతన యంత్రములు తోడ్పడెను. వ్యాపారస్థుడగు ఆర్క్‌రైట్ [చూ] ఫ్యాక్టరీ పద్ధతిని తొలుతగ నిర్వహించి, నూతన యంత్రములను ప్రవేశపెట్టెను.

పారిశ్రామిక వ్యవస్థలో ఫ్యాక్టరీ పద్ధతి అభివృద్ధిచెందిన ఫలితముగ నూతన సాంఘిక సమస్యలు తల ఎత్త జొచ్చెను. ఫ్యాక్టరీలలో అమలునందుండు నియమములను అనుసరించి కార్మికులు వేళతప్పక రావలసి ఉండెను; వారు ఒకరి సరసన ఒకరు-బీదా సాదా వ్యత్యాసము లేకుండ-పని చేయవలసి ఉండెను. అంతవరకు ఎవరికి వారు సొంత పనిముట్లు గలిగి, ఎవరికి కావలసిన ముడిసరుకును వారు సంపాదించుకొని ఏదో ఒక కుటీర పరిశ్రమయందు నిమగ్నులై ఉన్న సంప్రదాయ పద్ధతికి భిన్నముగ ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థయందు వారు పనిచేయవలసివచ్చెను. ఫ్యాక్టరీలోని యంత్ర పరికరములను ఉపయోగించి, ప్రతి రోజు ఎక్కువ గంటలు పని చేసి, ఫ్యాక్టరీ యజమానికి కార్మికుడు ఎక్కువ లాభములు చేకూర్చవలసిన పరిస్థితి ఏర్పడెను. కాని, ఫ్యాక్టరీ సంస్కరణములు అవసరమని సమర్థించిన ఒకానొకరు చెప్పినట్లు 'దురాశాపరుడగు యజమాని చేతిలో ఉన్న ఆవిరి ఇంజను నుండి అధిక లాభములను గుంజుటకు కార్మికుడు ఒక ఉపకరణముగ మాత్రమే ఉపయోగించెడివాడు. ఇట్లు గుంజుటలో వృద్ధులనక, యువకులనక వారి కాయకష్టమును యజమాని దుర్వినియోగ పరచెడువాడు.' నెపోలియన్‌తో యుద్ధము తరువాత (1815) ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థ చాల తొందరగ మూడుదశాబ్దములపాటు అభివృద్ధి చెందెను. ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థ శీఘ్రాభివృద్ధియు, త్వరిత విస్తరణమును పెక్కు దుష్ఫలితములకు దారి తీసెను. జాతీయ ఫ్యాక్టరీ నిబంధనావళిని ఒకదానిని రూపొందించుటతో ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థలో గల అవ్యవస్థత పరిహరింపబడినది. కార్మికుల శ్రేయస్సుకొరకై ఈ నియమావళి అంతటంతట విపులతర వ్యాప్తిని, కాలానుసరణముగ మేలి మార్పులను కొన్నింటిని సంతరించుకొనినది [చూ. సం. 5 - పు. 450].

కాని, ఈ ఫ్యాక్టరీలు దేశములోని ప్రతి ప్రాంతమునందును నెలకొనుటకు చాల కాలము పట్టినది. మొట్టమొదట ఈ ఫ్యాక్టరీలు ప్రధానముగా వస్త్రోత్పత్తి కేంద్రములగు ఇంగ్లండు ఉత్తరపు జిల్లాలలో మాత్రమే నెలకొల్పబడినవి.

ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థ వలన కార్మికులందరును ఒక చోట జేరి, కలసి మెలసి పనిచేయు ఆవశ్యకము కలిగినది. ఈ సాన్నిహిత్యము ఒక ఫ్యాక్టరీ కార్మికుల మధ్యనే కాదు; రవాణా విధానమున కలిగిన మార్పువలన విస్తృత ప్రపంచ ప్రజలందును కాలక్రమమున సాధ్యమైనది. తొలుత రోడ్ల మూలముననను, కాలువల వలనను అత్యల్ప వేగముగ పయనించిన మానవుడు కాలక్రమమున రైళ్లను, ఆవిరి నౌకలను యాన సాధనములుగ గ్రహించి వేగముగ దూరప్రదేశములకు పయనించుటను నేర్చెను. ఇందువలన, పారిశ్రామిక విప్లవపు జన్మస్థానమగు ఇంగ్లండున తొలుతగను, తరువాత విజ్ఞాన వ్యాప్తి వలన, కాలక్రమమున ప్రపంచమునందు అంతటను వేర్వేరు ప్రాంతముల ప్రజల మధ్య దూరతాభావము అంతరించినది. ఆవిరి ఇంజనును కనిపెట్టుటవలన ప్రకృతి శక్తులపై ప్రజలకు విస్తృతాధికారము ఏర్పడినట్లు, రవాణా పద్ధతుల మార్పుల వల్లను కాలదేశములను అతిక్రమించగల శక్తి ఏర్పడెను. దూరదేశ ప్రయాణములు సులభతరములు అయ్యెను. సముద్రములును, ఖండములును సుళువుగా

దాటుటకు వసతులు సర్పడెను. తత్ఫలితముగ పరిశ్రమయు, వాణిజ్యమును ప్రపంచ వ్యాప్తిని పొందినవి.

జాన్ మాటిఫ్, టెల్ ఫోర్డ్, మెకాడెమ్ అనువారలు క్రొత్త పద్ధతిన రోడ్లు నిర్మించిరి. దీనిఫలితముగా స్వారీ బండి (స్టేజ్ కోచ్) ప్రయాణము సులభతరమయ్యెను. ఇందువలన, రైల్వేయుగము ప్రారంభింపకముసుపే, దూరప్రయాణములు చేయుటకు ఈ క్రొత్త రోడ్లు మిగుల ఉపకరించినవి. రోడ్ల అభివృద్ధికి ముందు జల మార్గములు అభివృద్ధిచెందినవి; రవాణా ఖర్చులు ఎంతయో తగ్గుటకు కారణమగు కాలువలను నిర్మించుటలో వ్యాపారస్థులు కృషి చేసిరి. రోడ్లవల్లను, జలమార్గముల అభివృద్ధివల్లను కలిగిన ప్రయోజనములు రైలు దారులు పడుట వలన అతిశయించినవి. స్టాక్‌టన్, డార్లింగ్‌టన్ రైలుదారి 1825 లోను, మాంచెస్టర్ నుండి లివర్‌పూల్ నగరమునకు రైలుదారి తరువాత 5 ఏండ్లకును ఏర్పాట య్యెను. రైళ్లు ఇంగ్లండునకు చేసిన మేలును పొగయోడలు ప్రపంచమునకు చేసెను. అట్లాంటిక్ సముద్రము మీదుగా తొలి ఆవిరియోడ ప్రయాణము 1619లో జరిగెను. లండను నుండి కలకత్తాకు తొలి ఆవిరియోడ ప్రయాణము తరువాత కొన్ని సంవత్సరములకు జరిగెను. సరకులను, ముడి పదార్థములను స్వేచ్ఛగాను, చౌకగాను ప్రపంచములోని ఒక ప్రాంతమునుండి మరియొక ప్రాంతమునకు—అన్ని ప్రాంతములకును—పంపుటకు వీలుకలిగెను. ఈ విధముగ ప్రపంచము త్వరితముగా ఏకైక విశాల విపణి కాదొడగెను.

స్థానిక విపణి ప్రపంచ విపణిగా మారుట పారిశ్రామిక విప్లవపు అతి ముఖ్య దీర్ఘకాలిక ఫలితములకు కారణ భూతమయ్యెను. విపణులు విస్తరించుటవలన దేశము లును, ప్రజలును పరస్పరము ఎక్కువగా తెలిసికొనగలిగిరి. ఆహారవస్తువుల కొరకును, ముడివస్తువుల కొరకును, తయారైన వస్తువుల కొరకును పూర్వముకన్న మిన్నగ వివిధదేశములు పరస్పరము ఆధారపడవలసి వచ్చినవి. ఇట్టి ప్రపంచ విస్తృత ఆర్థికవ్యవస్థ రూపొందుటలో ప్రపంచదేశములు పలు వివాదములకును, ఆందోళనల కును తప్పనిసరిగ లోనుకావలసి వచ్చినది. నిరుద్యోగమును, ఆర్థికమాంద్యమును పూర్వమువలె గాక స్థానిక సమ స్యలుగనో, జాతీయ సమస్యలుగనో, అంతర్జాతీయ సమస్యలుగనో మారినవి. దీనివలన ప్రభుత్వములు వాణి జ్యపు ఒడంబడికలు వంటి సమస్యలపై పరస్పరము మిగుల కలహింపవలసి వచ్చినది.

మానవ సంఘమున ఇట్లు రూపుగొనిన పారిశ్రామిక వ్యవస్థ మానవజాతిచే పరిష్కరింపబడవలసిన పెక్కు నూతన సమస్యలను ఒకవైపున లేవదీయుచునే క్రమముగ మరొక వైపున మానవజాతి సుఖజీవనమునకు అనేక విజయములను సాధించి పెట్టెను. మానవ హృదయములను ద్రవింపజేయు నూతన సమస్యలును పారిశ్రామిక వ్యవస్థ రూపుగొను వేళ ఉదయించినవి. అయితే, మానవుడు ఆ సమస్యలను ఎదుర్కొని ఎప్పటికప్పుడు పరిష్కరించు కొనుచు వచ్చెను. అట్టి సమస్యలలో పేర్కొన దగినవి: ఫ్యాక్టరీ పొగతో కూడి జనసమ్మర్దముతో క్రిక్కిరిసి ఉండు పట్టణ సమస్య; స్త్రీలను, బాలలను రోజంతా ఎక్కువసేపు ఫ్యాక్టరీలలో పనిచేయించుట వంటివి. ఈ దుర్వ్యవస్థను తీవ్రముగ విమర్శించి, ఎదుర్కొనుట జరుగుచున్నను, ఆ దుర్వ్యవస్థయందలి పలు సమస్యల పూర్తి పరిష్కారము గాని, వాని దుష్ఫలితములను పూర్తిగ అంతరింప జేయుట గాని ఇప్పటికి సాధ్యపడకున్నది.

పారిశ్రామిక విప్లవ విజయములను లెక్కించు సందర్భ మున, ప్రతి తరమును చరిత్రను విభిన్నదృష్టితో చూచుట వలన ఎల్లప్పుడును అభిప్రాయ భేదములకు తావు ఉండుట సహజము. పారిశ్రామిక విజయములను పరిగణించు పట్టున నేడు మనము అనుభవించు నైలాన్ వస్త్రములు మొదలు మోటారు కార్లవరకును గల భోగవస్తువులను, సౌకర్యము లను పేర్కొనుట సంభవమే. కాని, ఈ విజయముల సాధనకై ప్రపంచ ప్రజ పోగొట్టుకొనిన సంపదకూడ కొంత కలదు. ఇట్టి విజయముల సాధనములకు నెలవులగు జెమ్ షెడ్‌పూరు వంటి వానియందు అంతకు పూర్వము ఉండిన సస్యశ్యామలత నేడు మనము కలికమునకైన కనుగొన జాలముకదా! అటులే భారీ ఎత్తున వస్తువుల ఉత్పత్తి జరుగు ఈ పారిశ్రామిక యుగమునకు పూర్వమున కుటీర పరి శ్రమను ఆలంబనముగ గొని ఉత్పత్తిని సాధించిన చేతివని వాని విజయగర్వయుత ముఖభంగిమ నేడు మనము ఎంత యత్నించినను చూడజాలము కదా! పారిశ్రామిక విజయ ముల లెక్కించు పట్టున ఈ నష్టముల విలువను సైతము మనము లెక్కగొనవలసి ఉన్నది.

ఇంగ్లండులో పారిశ్రామిక విప్లవము మూలమున అన్ని పాశ్చాత్య దేశములందు - అందును ముఖ్యముగ యూరప్ ఖండ దేశములందు—బహ్మాండమయిన పరిణామములు సంఘటిల్లినవి. జర్మనీ, ఫ్రాన్స్, ఇటలీ మొదలగు దేశము లును పారిశ్రామికాభివృద్ధిని వినియోగించుకొని శీఘ్ర గతిలో అభివృద్ధిని సాధించినవి.

పారిశ్రామిక రంగమున సత్వరముగ మార్పులను సాధిం చిన తొలిదేశము ఇంగ్లండు. 19వ శతాబ్దము మధ్య వరకును ఇతరదేశముల కన్నిటికన్నను అది అగ్రగామిగా

ఉండెను. 19వ శతాబ్ది చివరి మూడు దశాబ్దములలో జర్మనీ, యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశములు పారిశ్రామిక విప్లవమునకు లోనైనవి. 20వ శతాబ్దమున సోవియట్ రష్యా ప్రణాళికాబద్ధమగు అనేక పంచవర్ష ప్రణాళికలను అమలు జరిపి, దేశ ఆర్థిక వ్యవస్థను సువ్యవస్థీకరించి, అనేకములైన భారీపరిశ్రమలను నెలకొల్పి, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌తో సముగ పారిశ్రామిక స్థాయిని అందుకొనగలిగినది. అదే సమయమున స్విజర్లండ్, బెల్జియమ్, తక్కిన చిన్న యూరప్ దేశములు శీఘ్రగతిలో పారిశ్రామిక కేంద్రములుగ మారినవి. యూరప్ వెలుపల ఉన్న దేశములలో కొన్ని విరివిగా యంత్రములను, విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తిచేసి, వ్యవసాయముపై తక్కువగా ఆధారపడుటకు ప్రయత్నించినవి. ఆసియాలో పారిశ్రామిక విప్లవమునకు తొలుతగ లోనైన దేశము జపాన్. మెయ్‌జీ (ముత్సుహిటో) పునస్థాపన (1868) నాటినుండి జపాన్‌లో పారిశ్రామికాభ్యుదయము ఇతోధికముగ అభివృద్ధి అయినది.

పారిశ్రామిక విప్లవము వలన 19వ శతాబ్దమున కలిగిన గొప్ప పరిణామములలో కెనడా, ఆస్ట్రేలియా, న్యూజీలండ్ వంటి ఆహారమును పండించు దేశములు పంటలను ఇనుమడింప జేయుటను ఒకటిగా లెక్కింపదగును. పారిశ్రామిక దేశములు ఫ్యాక్టరీలలో సరకులను తయారు చేయుటయందే నిమగ్నమై ఉండుటవలన వాటికి తమ వాడకమునకు కావలసిన ఆహారధాన్యములను పండించుటకు కావలసిన తీరికయు, స్థలమును, జనమును లేకుండెను. అందువలన ఆ దేశములు ఆహారపదార్థములను ఆస్ట్రేలియా వంటి నూతన దేశములనుండి కొనుటకు ఆరంభించెను. అందువలన ఆ నూతన దేశములు అధికాధికముగా ఆహారధాన్యములు పండించుటయందే నిమగ్నములు అయ్యెను. ఈ విధముగా వస్తువుల, ఆహారధాన్యముల వినిమయము ఇటీవలివరకు అత్యంత ప్రముఖత వహించినది. కాని, ఆ క్రొత్త దేశములును త్వరలో పెద్ద పెద్ద పరిశ్రమలను అభివృద్ధి చేసికొనినవి.

ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధానంతరము సుసంపన్న పారిశ్రామిక దేశముల వైఖరిలో ఒక క్రొత్త మార్పు సంఘటిల్లినది. ఈ దేశములు సాంకేతిక పరిజ్ఞానము కావలసిన దేశములకు నిర్దిష్టమగు వ్యాపార నియమనిబంధనలతో తమ సాంకేతిక పరిజ్ఞానమును తెలుపుటకు పూనుకొనెను. ఈ విధముగ భారతదేశమును, ఆఫ్రికా, లాటిన్ అమెరికాలోని పలు దేశములును తమ పారిశ్రామిక ఆర్థిక వ్యవస్థలో పెద్ద మార్పులు చేయుటకు ఈ సాంకేతిక పరిజ్ఞానమును వినియోగించుకొనుచున్నవి. 1949 తరువాత కమ్యూనిస్ట్ చీనా పెద్ద ఎత్తున పారిశ్రామిక విప్లవమును ప్రారంభించి, తదనుగుణముగ సోవియట్ రష్యా నుండి సాంకేతిక పరిజ్ఞానమును గ్రహించెను.

బ్రిటిష్ కామన్వెల్త్ దేశముల ప్రోత్సాహమున ఏర్పడిన కొలంబో ప్రణాళిక, అంతర్జాతీయ అభివృద్ధికై యునైటెడ్ స్టేట్స్ నియమించిన సంస్థ, ఐక్యరాజ్య సమితి సంస్థకు సంబంధించిన సాంకేతిక సహాయ సంఘ ప్రత్యేక నిధి, ఐ. రా. స. అభివృద్ధి కార్యక్రమము (యు. ఎన్. డి. పి.) వంటి పథకముల ద్వారా యునైటెడ్ స్టేట్స్, ఫ్రాన్స్ మొదలైన అభివృద్ధి దేశములు మెక్సికో, మధ్యప్రాచ్యము, ఆసియా, ఆఫ్రికా వంటి వెనుకబడిన దేశములకు ఆధునిక సాంకేతిక పరిజ్ఞానము నిరంతరాయముగ అందుటకు ప్రత్యేక సాంకేతిక సహాయ కార్యక్రమములను ఏర్పాటు చేసినవి.

సోవియట్ రష్యా వెనుకబడిన దేశముల అభివృద్ధి కొరకు సుశిక్షిత నైపుణ్యమును, పెట్టుబడి యంత్రములను అందజేయుచున్నది. ఈ సహాయము మూలమున వివిధ వర్ధమాన దేశములు యంత్రములను సమర్థతతో నిర్వహించుటకు తగిన సాంకేతిక శిక్షణమును పొందుచున్నవి.

పారిశ్రామిక విప్లవము ఇంకను సాగుచునే ఉన్నది. అది పూర్వము కన్న ఎక్కువ వేగముతో ముందంజ వేయుచున్నది. క్రొత్త పనులను చేయుటకు గాని, పాత పనులనే క్రొత్త పద్ధతిలో నిర్వహించుటకు గాని క్రొత్త పరికరములను కనిపెట్టుట సదా జరుగుచునే ఉండుటవలన ఈ ద్రుతగతి సాధ్యమగుచున్నది; ఇటులే క్రొంగ్రొత్త రీతుల శక్తులను కనుగొనబడుచున్నవి. వాటిలో అతి నవీనమైనది పరమాణు శక్తి. ఇందులకు తోడుగ ఉత్పత్తి టెక్నాలజీయందు నూతనముగ స్వతశ్చలన ప్రక్రియ (ఆటోమేషన్) అనునది తావు కల్పించుకొనినది. క్లిష్ట గణిత (సైబర్నెటిక్స్) సూత్రములపై ఇది ఆధారపడి ఉన్నది. ఈ ప్రక్రియవలన భారీ యెత్తున సరకులను ఉత్పత్తిచేయుట సులభసాధ్యమై, తద్వారా అధిక సంఖ్యాక ప్రజానీకము తక్కువ వ్యయముతో ఎక్కువ సుఖజీవితమును గడుపుటకును, శ్రేయోరాజ్య లక్ష్యసాధనకును మార్గము ఏర్పడినది. ఇది ఇకమీద రూపొందగల నూతన సమాజముపై మహత్తరమగు సాంఘిక పరిణామమును కలిగించగలదు.

భారతదేశము స్వాతంత్ర్యమును ఆర్జించిన పిదప (1947) పరిశ్రమాభివృద్ధికి ఒక కార్యక్రమమును రూపొందించినది. 1951 మొదలుకొని ప్రభుత్వము నియమించిన యోజన సమితి (ప్లానింగ్ కమిషన్) అను ప్రణాళికా సంఘము వరుసగా పంచవర్ష ప్రణాళికలను సిద్ధ

పరచుచున్నది. ఆ ప్రణాళిక అమలు పరుపబడి క్రొత్తగా భారీపరిశ్రమలు, లఘు పరిశ్రమలు అంతటంతట స్థాపించ బడుచున్నవి. అభివృద్ధి చెందిన దేశములు భారత దేశపు ప్రణాళికాబద్ధమగు ప్రయత్నములకు తోడ్పడు టకై ముందుకు వచ్చి సాంకేతిక సలహా సహాకారములతో చేయూత నిచ్చుచున్నవి.

మెకానికల్ ఇంజనీరింగు

ఆదిమానవుడు తన కాయకష్టములను సులభతరము చేసికొనుటకుగాను చేసిన కృషి ఫలితమే యంత్రము. ఈ ప్రయత్నములో తన బలము కంటెను, జంతుబలము కంటెను ఎక్కువ శక్తిని సాధించుటకు మానవుడు యత్నించెను. లియోనార్డో డా విన్చి (జ. 1452) తన భావనలందు సమ కాలీనులను అధిగమించి పురోగమించిన గొప్ప మెకానికల్ ఇంజనీరు. అతడు విమానముల, జలాంతర్గాముల చిత్రములను సిద్ధపరచుటయే గాక, నేటి ఇంజనీర్లు వాడు చున్న పెక్కు యంత్రములను, పద్ధతులను ఊహించెను. మెకానికల్ ఇంజనీరింగు 18 వ శతాబ్దమున - పారిశ్రామిక విప్లవమున - ఆవిరి యంత్రము కనుగొన్న తరువాత సివిలు ఇంజనీరింగు నుండి వేరైనది. ఈ శాఖలో మొట్టమొదట కనుగొనబడిన యంత్రములు: 'కే' కనుగొన్న మగ్గపు నాడె (1733), హార్‌గ్రీవ్స్ (1763) వడుకు యంత్రము (స్పిన్నింగ్ జెన్నీ) ప్రధానముగా వస్త్రోత్పత్తి పరిశ్రమలకే సంబంధించినవి. 1769 లో వాట్ కనిపెట్టిన ఆవిరి ఇంజను మానవుని దృక్పథమునే పూర్తిగా మార్చివేసెను. ఇంజనీరుకు కర్రకన్నను ధాతువు ప్రధాన మగు వస్తువు అయ్యెను. ఆవిరి శక్తి మానవుని కొరకు రైల్వే ఇంజనులను, నౌకలను నడుపుట మాత్రమే కాక, వానిని నిర్మించు యంత్రపరికరములను కూడ పనిచేయించ గలిగి, అంతకు ముందు కని విని ఎరుగని శక్తి సంచయమును ప్రసాదించెను. ఆవిరి ఇంజను ఇచ్చు శక్తికి తట్టుకొనగల గట్టి వస్తువుల అవసరము ఏర్పడెను. అందువలన మెకానికల్ ఇంజనీర్లు ఈ సమస్యలను పరిష్కరించుటకు మార్గములు అన్వేషింపవలసి వచ్చెను. ఈ సమస్యవలన వాట్‌చే నిర్మింపబడిన ఆవిరి ఇంజను అభివృద్ధి 5 పండ్లు వెనుకబడవలసివచ్చెను. ఎందుకనగా, సిలెండర్లకు సరిగా, కచ్చితముగా రంధ్రములు వేయు యంత్రములు ఆ నాడు లేకపోయెను. ఫిరంగులకు చిల్లులు వేయుటకు జాన్ విల్కిన్‌సన్ ఒక యంత్రమును 1744 లో నిర్మించిన తరువాత అది వాట్‌కు కూడ ఉపయోగించెను.

నూతన యంత్రములను రూపొందించుటలో బ్రామా (జ. 1748) 1802 లో విఖ్యాతిని ఆర్జించెను. హెన్రీ మాడ్స్‌లే (జ. 1771) ధాతువులతో పనిచేయుటకు వీలుగా ఒక సరిక్రొత్త యంత్రపరికరముల రూపమును కల్పించెను. నేడు కార్ఖానాలలో ఉపయోగించు లేత్ పరికరము, ధాతువులతో పనిచేయు పరికరము, రంధ్రములు వేయు పరికరము మున్నగువాటి ఆది స్వరూపము ఆనాడు మాడ్స్‌లే రూపొందించినవే. క్రొత్తగా కనుగొన్న ప్రతి సాధనము ప్రత్యేకమగు అవసరమును తీర్చునదిగా రూపొందించబడెను. మాడ్స్‌లే 1797 లో స్క్రూ మరలను కోయు లేత్ పరికరమును కనిపెట్టెను. దాని సహాయమున బ్రామా హైడ్రాలిక్ యంత్రమును రూపొందించెను. లియోనార్డో డా విన్చి అంతకుముందు 300 పండ్ల క్రితము ఊహించిన యంత్రములు ఈ విధముగా కడకు రూపవంతములై కన్పట్టినవి.

విట్‌వర్త్ (జ. 1803) కచ్చితమగు కొలతలు తెలుపు ప్రెసిషన్ ఇంజనీరింగునకు పునాది వేసెను. ఇంతవరకు రెండడుగుల కొలతబద్దతోనే కొలతలు కొలుచుచుండిరి. అయితే, మెకానికల్ ఇంజనీరింగు వ్యవస్థలో రూపొందు చున్న క్రొత్త క్రొత్త యంత్రపరికరముల విషయములో ఇది పనికిరాక పోయెను. వాట్ తొలుతటి ఆవిరి యంత్రమును తయారు చేయుటలో ధాతు రేకులను అమర్చుటకు మందమును చూచుటలో పాత నాణెము మందమును ప్రమాణముగ ఉంచుకొని సంతృప్తిపడెను. కాని, అధిక ప్రేషముగల ఆవిరియంత్రములు అవతరించుటతోను, మెకానికల్ ఇంజనీరింగు అభివృద్ధి అగుటవలనను అంగుళమున సహస్రాంశపు కొలతలును అవసరము అయ్యెను. అయితే, ఆ కచ్చితమైన ప్రమాణములను కొలుచుటకు సాధనములు ఆ కాలమున లేకుండెను. విట్‌వర్త్ 1830 లో మొదటి వాస్తవమగు చిత్రిక పరికరమును నిర్మించెను.

బౌల్‌టన్, వాట్, ట్రెవితిక్ (హై ప్రెషర్ ఆవిరి యంత్రపు ఆవిష్కర్త), బ్రూనెల్, నాస్మిత్ (ఆవిరి సమ్మెటలను నిర్మించిన వ్యక్తి), మరి కొందరు తమ యుగమును విప్లవాత్మకముగ చేయుటవలన, 1810 నాటికి మెకానికల్ ఇంజనీరింగులో అవసరమగు ప్రధాన పరికరముల-ఇంజనులతో పనిచేయు లేత్‌లు, రంధ్రములు చేయు యంత్రములు, చిత్రిక యంత్రములు, స్లాటర్లు, మిల్లర్లు, షేపర్లు, డ్రిల్లింగు యంత్రములవంటి ఇనుప పనికి అవసరమగువాని - మూలమున అతి సూక్ష్మపు మేరవరకు పనిచేయ వీలైనది.

పారిశ్రామిక అభివృద్ధి మరుసటి దశ ఉత్పత్తిని హెచ్చు చేయు పద్ధతులందు శ్రద్ధచూపెను. యంత్ర పరికరములను

తయారు చేసికొనుటకు మేలిమి పదార్థములను, దృఢత్వము గల ధాతువులను రూపొందించుకొనవలసి వచ్చినది. దీనికి మేలి ఉక్కు విశేషముగా కావలసి వచ్చెను. బెస్సెమర్ 1856 లో ఉక్కు తయారీలో ఒక నూతన పద్ధతిని ప్రవేశ పెట్టి, దానికి పేటెంటును సంపాదించెను. దీనితో యంత్ర పరికరములకు అవసరమైన మేలిమి ఉక్కు తయారైనది. ఇట్లు ఉక్కు తయారుచేయునప్పుడు టంగ్‌స్టన్ చేర్చుటవలన ఫలించిన ఉక్కుకు ప్రత్యేక భౌతిక ధర్మములు ఉన్నట్లు మ్యుషెట్ 1886లో కనుగొనెను. వీనిఫలితముగా ఎక్కువ వేగమును సహించగల పనిముట్లకు ఉపయోగపడు ప్రత్యేకమైన ఉక్కును టెయిలర్, వైట్ అనువారు (1900) రూపొందించుటకు అవకాశము కలిగెను.

అంతకు ముందు 18వ, 19 వ శతాబ్దములలో తెలియని అనేక నూతన శక్తి సామర్థ్యములను 20 వ శతాబ్దములో ఇంజనీరు తన వశము చేసికొన గలిగెను. ఇప్పుడు మెకానికల్ ఇంజనీరుకు ఆవిరి ఇంజనుతో మాత్రమే గాక, ఎలక్ట్రికల్ మోటారు, ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను, స్టీమ్ టర్బయిన్, గ్యాస్ టర్బయిన్, నీటి టర్బయిన్, తదితరములగు శక్తి ఉత్పాదక సాధనములతో సంబంధము ఉన్నది. రాను రాను యంత్రములు మానవుని ప్రసక్తి లేకయే స్వయముగ స్వతశ్చలితములుగా పనిచేయు మార్గములు కనుగొనబడినవి. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఎలక్ట్రానిక్స్ వాడకముతో ఫ్యాక్టరీ దానియంతట అదియే—మానవుని ప్రసక్తిలేకయే—పనిచేయు పద్ధతి ఇటీవల రూపొందింపబడినది.

ఇట్లు ఎప్పటి కప్పుడు మెకానికల్ ఇంజనీరింగు క్షేత్రములో వెలయుచున్న నూతన నిర్మాణములకు అవసరమగు ప్రత్యేక భౌతిక ధర్మము గల మిశ్రధాతువుల వంటి పదార్థములు లభింపనందున క్రొత్త సమస్యలు సదా తల ఎత్తుచునే ఉన్నవి. జెట్ ఇంజనును విటిల్ కనుగొన్నప్పుడు టర్బయిన్ బ్లేడులకు తగిన బలమైన ప్రత్యేకమగు మిశ్రధాతువులు లభించువరకు వేచి ఉండవలసి వచ్చెను. జెట్ ఇంజనులో ప్రధాన భాగమైన టర్బయిన్ బ్లేడులు ఆకారమువలనను, కచ్చితమగు కొలతలు మొదలగు వానివలనను నూతన సమస్యలను ఉత్పన్నము చేయుటవలన వీనిని తయారు చేయుటయందును, పర్యవేక్షణ చేయుటయందును మేలు పద్ధతులను కనుగొనుటకు విజ్ఞానవేత్తలు నిరంతరము కృషి చేయుచునే ఉన్నారు. సోవియట్ రష్యాలోను, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను రూపొందుచున్న రోదసీ ఇంజనీరింగులో ఏర్పడిన సమస్యలు కూడ పరిష్కారమును అపేక్షించుచున్నవి.

ఇంజనులు—వాని అభివృద్ధి

పలువురు పూర్వ పరిశోధకుల పరిశోధనలను పనిగొని తదనంతరకాలపు ప్రతిభావంతుల విభిన్న ప్రయోజనములకు ఉపయోగపడు రకరకముల ఇంజనులు కనుగొనుట పారిశ్రామిక విప్లవమున కన్పట్టు ప్రముఖ లక్షణము. ఇంజనుల అభివృద్ధి పారిశ్రామిక విప్లవమునకు ప్రబలమైన మూలాధారము. ఇటులే పారిశ్రామిక విప్లవము ఇంజనుల విషయమై మరింత సమర్థతతోను, త్వరితముగను పరిశీలన, పరిశోధనలు జరుపుటకు అవకాశములు కలిగించినది. ఇంజనులకు జన్మస్థానము ఇంగ్లండు అని చెప్పవచ్చును.

పాపిన్ అను ఫ్రెంచి విజ్ఞాని 1680 ప్రాంతములో ఒక ఆవిరి యంత్రమును నిర్మించెను. సిలిండర్‌లోనికి ఆవిరిని ప్రవేశపెట్టి చల్లబరచు సూత్రము ఆధారముగ పాపిన్ తన ఆవిరి ఇంజనును రూపొందించెను. చల్లబరుచుట వల్ల ఏర్పడిన శూన్యప్రదేశమువలన ముషలకము (పిస్టన్) సిలిండరులో కదల గలిగెను. ఇట్లు ఆవిరినుండి యంత్ర శక్తిని పొందుటలో పాపిన్ సఫలుడయ్యెను. అయితే, ఇంజను స్వరూపము పూర్తికాకమునుపే పాపిన్ మరణమునకు గురికాగా న్యూకోమెన్ ఆ ప్రాతిపదికను అందుకొని తన ఆవిరి ఇంజనును నిర్మించగలిగెను. డార్ట్‌మౌత్ నివాసియు, ఇనుప సరుకుల వ్యాపారముచేయు కమ్మరియు అగు న్యూకోమెన్ (1663-1729) అనువాడు పెక్కు సంవత్సరముల కష్టసాధ్యమగు ప్రయోగ పరీక్షల తరువాత తొలి ఆవిరి ఇంజనును జయప్రదముగా 1705 లో రూపొందించెను. 18వ శతాబ్దమున ఇంగ్లండులో గనుల పరిశ్రమ ఉరకల - పరుగుల మీద అభివృద్ధి చెందినప్పుడు ఈ ఇంజను అందులకు ఎంతయో తోడ్పడినది. 1720 తరువాత ఈ ఇంజనులను కార్నిష్ తగరపుగనులలో వాడిరి. 1769 నాటికి 57 న్యూకోమెన్ ఇంజనులను న్యూకాసిల్ ప్రాంతమునందలి నేలబొగ్గు గనులలో నీటిని తోడివేయుటకు వాడిరి. న్యూకోమెన్ ఇంజనులు నడుపుటకు ఇంధనము విశేషముగా కావలసి వచ్చుటవలన ఆ ఇంజనులను పని చేయించుట అత్యంత వ్యయజనకమయ్యెను. ఆ ఇంజనులలోని అసమర్థతకు ప్రధానమగు ఈ కారణమును కనుగొన్నవాడు జేమ్స్ వాట్. పైగా, అప్పటికి ఇంజనుల విడిభాగములను చేయుటకు ఉపయోగించు ధాతువుల ఘటక సామర్థ్యమును గురించి తెలిసిన విషయములు బహు తక్కువ

న్యూకోమెన్ ఇంజనులో నిప్పు వేడికి నీరు వేడెక్కి ఆవిరిగా మారును. ఈ ఆవిరిలోని ఉష్ణము కొంత సిలిండరును

వేడి చేయుటకు వినియుక్తమగును. మిగిలిన దానిలో కొంత భాగము ఉద్దేశిత కార్యమునకై ఉపయోగపడును; ఇక శేషించిన దానిని చన్నీరు హరించును. ఈ చన్నీరు ఆవిరికి ద్రవరూపము కలిగించుటకు ఉపకరించును. ఈ చన్నీరే సిలిండరును సైతము చల్లబరచి, తద్ద్వారా అందలి వేడిని సైతము హరించుచున్నది. ఈ విధముగా ఆవిరిలోని శక్తియందు ఒక స్వల్పాంశము మాత్రమే ఉద్దేశిత కార్యమునకు ఉపకరించు శక్తిగ మారి పనిచేయ పనికివచ్చుచున్నది. అందువలన వేడిమి చాలవరకు వ్యర్థమగుచున్నది. సిలిండరుతో సంబంధములేని మరొక ప్రత్యేక పాత్రలో ఆవిరిని ద్రవరూప మొందజేసినచో ఆ నీరు సదా చల్లగా ఉండగలదనియు, సిలిండరును, పిస్టనును ఎల్లప్పుడు వేడిగా ఉండగలవనియు వాట్ గ్రహించెను. వాట్ తన ఇంజనుకు 1776 లో పేటెంటును పొందెను. స్థూలముగా ఇదియే యంత్రశక్తి యుగమునకు ప్రారంభమని చెప్పవచ్చును. దీనివల్ల ఆవిరి ద్రవరూప మొందుటవలన చల్లబడిన సిలిండరును మరల వేడిచేయుటకు ప్రతి ఆవృత్తిలోను వ్యర్థమగుచున్న ఉష్ణమును వ్యర్థముకాకుండ పొదుపుచేయు అవకాశము కలిగినది.

అంతట న్యూకోమెన్ ఇంజనులకన్నను చౌకగా తయారగు వాట్ ఇంజనులు భారిగా నీరు తోడివేయుట అవసరమైన చోట్ల (బొగ్గు గనులలో తప్ప) ఇంగ్లండు అంతట నెలకొల్పబడెను. చౌకైన బొగ్గు తుక్కు వాడు చోట్ల మాత్రము న్యూకోమెన్ ఇంజనుల వాడకము ఉండెను. కార్నిష్ తగరపు గనులలో ఊట నీటివలన గనులే మునిగిపోవు ప్రమాదము ఏర్పడినప్పుడు అతి వ్యయజనకములగు న్యూకోమెన్ ఇంజనులకన్న మిన్నగ వాట్ ఇంజనులు ఆ గనులకు బాగుగ ఉపకరించినవి. 1800 కి కార్న్‌వాల్‌లో 40 వాట్ ఇంజనులు పనిచేయు చుండినవి. ఈ ఇంజనులను గాలి కొలుముల తిత్తులను ఊదుటకును వాడుచుండిరి. ఈ ఇంజనులు మొదట తోడుటకును, అటు నిటు ముందు వెనుకలకు సంచలించుటకు సంబంధమున్న పరిపూరక వ్యవహారములకును వాడుచుండిరి. అయితే, వాట్ 1781 లో తన ఇంజనులను చక్రభ్రమణము గల యంత్రములను పనిచేయించుటకు వాడెను. ఎక్కడెక్కడ శక్తి ఉపయోగము ఉండునో అక్కడక్కడ తన ఇంజనును వాట్ ఉపయోగపడునట్లు చేసెను. గనులలో నీటిని తోడివేయు పంపులకు శక్తినిచ్చునవిగ వాట్ ఇంజనులు ఆదిలో వాడబడుటచే ఈ ఇంజనుల శక్తిని గుర్రముల శక్తి (హార్స్‌పవర్)తో పోల్చుట పరిపాటి అయ్యెను. దీనికి కారణము అంతకు ముందు గనులలోని నీటిని తోడివేయుటకు గుర్రములను వాడుటయే. తరువాత బౌల్టన్ అనువాడు వాట్‌తో కలిసి హార్స్ పవర్‌ను ప్రమాణీకరించెను. ఒక హార్స్ పవర్ 33,000 అడుగు పౌండ్లు 1 నిముషమునకు సమానము. ఈ వర్గీకరణ వాట్ తన ఇంజనులను అమ్మజూపుటకు బాగుగా తోడ్పడెను. నాడు బౌల్టన్, వాట్ అనువారు ప్రమాణీకరించిన హార్స్ పవర్ విలువ నేటికిని వాడుకలో ఉన్నది.

పెద్ద ఎత్తున శక్తి కావలసిన ప్రతి పరిశ్రమకును 19 వ శతాబ్దమున ఆవిరిని ఉపయోగించుచుండిరి. లంకాషైర్ ప్రాంతము ప్రత్తి పరిశ్రమకు ప్రసిద్ధి. పరిసర ప్రాంతములందు పారుచున్న సెలయేళ్లు ఆధారముగానీటినుండి ఉత్పత్తి అగు శక్తిని వినియోగించుకొని 1800 నాటికి 84 నూలు మిల్లులు పనిచేయుచుండినవి. 1850 లో పరిస్థితులు మారి 11,000 హార్స్‌పవర్ గల నీటి శక్తికి మారుగా 17,000 హార్స్‌పవర్ గల ఆవిరి వాడకము జరిగెను. ఈ లోగా ట్రెవితిక్ మొదలగు విజ్ఞానులు అప్పటిలో అలువుగా లేక భారిగా ఉండిన వాట్ ఇంజనును హెచ్చు వేగము, హెచ్చు ఒత్తిడిగల నేటి చక్కని ఇంజనుగా రూపొందించుటకు యత్నములను సాగించిరి. ఈ విధముగ మార్చబడిన ఇంజనులు రవాణా పరిశ్రమయందు చాల ఉపయోగపడినవి. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని నదులలో 1815 నాటికి ఆవిరి యంత్రముతో నడుపబడు నౌకలు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. 1840 తరువాత ఆవిరి యంత్రము సహాయమున సముద్రమున నౌకాయానము మొదలైనది. 18 వ శతాబ్దము చివర ఆవిరితో నడచు రైలు ఇంజనులను గురించిన పరిశోధనలు పెక్కు జరిగెను. 1830 తరువాత ఆవిరితో నడచు రైళ్ళు దేశములో రవాణాకు ప్రధానమయ్యెను.

ఆవిరిని ఉపయోగించి ముషలకము (పిస్టను)ను ముందునకు, వెనుకకును కదలించి, ఆ ముందు వెనుకల కదలికను ఉపయోగించి వంపుటిరుసు మూలమున చక్రగతిని కలిగించుటలో ఇబ్బందులు గలవని తద్‌జ్ఞులు వాట్ కాలముననే గుర్తించిరి. దీనికి పరిష్కార మార్గముగ ఆవిరి సహాయమున నేరుగా చక్రగతిని కలిగించవచ్చునని గ్రహించిరి. తగిన ఇంజనీరింగు సామగ్రి, ఇంజనీరింగు పద్ధతులు విశేషముగ అభివృద్ధి చెందనిదే ఆవిరి టర్బయిన్‌ను నిర్మించుట కష్టసాధ్యము. అందువలన 1884 కు గాని బాగుగా పనిచేయు టర్బయిన్‌ను సిద్ధపరచుట సాధ్యము కాలేదు. 1884 లో చార్లెస్ పార్సన్ మొట్టమొదటి టర్బయిన్‌ను సిద్ధపరచి, విజయవంతముగ పని చేయించెను. ఇది విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయుటకు తొలిసారిగా వాడబడెను. 1912 నాటికి 25,000 కిలోవాట్ల (దాదాపు 33,000 హార్స్‌పవర్) టర్బో-జనరేటర్లు నిర్మితములయ్యెను. మహా

త్తమ దక్షతగల బృహత్పరిమాణపు టర్బయిన్‌లను ఉపయోగింపగలుగు మరొక పరిశ్రమయగు నౌకాయానము వైపునకు అంతట తన దృష్టిని పార్సన్ మరలించెను. పార్సన్ నిర్మితమగు టర్బయిన్‌తో నడుపబడిన తొలుతటి లాంచి - 'టర్బినియా' అనునది - 1897 న జరిగిన నౌకా పరివీక్షణ యందు ప్రదర్శితమైనప్పుడు ప్రేక్షకులు సంభ్రమాశ్చర్యములకు లోనైరి. అప్పటిలో అత్యంత వేగవంతము లని పేరొందిన డిస్ట్రాయరు నౌకల వేగమును ఎంతయో అధిగమించి ఆ లాంచి పయనించగలిగినది.

పరిపూరక ఆవిరి ఇంజను, స్టీమ్ టర్బయిన్ అను రెండును కూడ ఉష్ణమును ఒకేచోట వినియోగించును. బాయిలర్‌లో ఆవిరి ఉత్పత్తి అగును. అట్లు ఉత్పత్తి అయిన ఆవిరి మరొకచోట - అనగా సిలిండరులోగాని, టర్బయిన్‌లోగాని - ప్రయోజనకారియగు పని జరుపుటకు వినియోగింపబడును. ఈ పద్ధతి కన్నను నేరుగా సిలిండరులోనే ఇంధన దహన క్రియ జరిగిన మరింత దక్షత చేకూరు ననుటను ఇంజనీర్లు గ్రహించిరి. ఈ విధముగా అంతర్దహన ఇంజను (ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను)ను గురించి భావన కలిగెను. డచ్చి విజ్ఞాని హైగెన్జ్ 1680 లోనే సిలిండరులో తుపాకీమందు ప్రేలుట వలన శక్తిని ఉత్పాదించు ఇంజనును నిర్మించుటకు ప్రయత్నించెను. కాని, ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజనును (లోపలే ఇంధనము కాలి పనిచేయు ఇంజను) తయారుచేయు సమస్యలు ఆవిరి యంత్రము సమస్యల కన్నను మిక్కిలి క్లిష్టమైనవి గనుక, విజయవంతమగు స్టీమ్ ఇంజనును రూపొందించుటకే మరి కొంత కాలము వినియోగింపబడెను.

ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజనును తయారు చేయవలె నను భావము 18వ శతాబ్దము చివర తిరిగి తల ఎత్తినది. 1812 తరువాత విరివిగా వాడుతున్న కోల్‌గ్యాస్ దీనికి ఆదర్శప్రాయమగు ఇంధనముగా ఏర్పడెను. కాని, 1860కి గాని గ్యాస్ ఇంజను ఏర్పడలేదు. ఫ్రెంచి ఇంజనీరు లోనోయిర్ వ్యాపారరీత్యా విజయవంతమగు తొలి గ్యాస్ ఇంజనును 1860లో సిద్ధపరచెను. 5 ఏండ్ల లోపున 400 గ్యాస్ ఇంజనులు అతని స్వదేశమున వాడకమునకు వచ్చెను. రెండు ఏండ్లకు తరువాత మరియొక ఫ్రెంచి ఇంజనీరు బ్యు డి రోచెస్ నాలుగు దెబ్బల (ఫోర్ స్ట్రోక్) ఇంజనును కనిపెట్టెను. జర్మనీ దేశస్థుడగు ఒట్టో దాని మూల భావనను ఉపయోగించి 1876 లో సైలెంట్ ఇంజనును సిద్ధపరచెను [చూ. పు 46].

గ్యాస్ ఇంజను వలన ప్రయోజనమేమనగా, దానిని చిన్నచిన్న భాగములుగ తయారుచేయుటకు వీలుండుట. అందువలన ఆవిరిని వాడుటకు అవకాశములేని పెక్కు పరిశ్రమలకు ఇది ఉపయోగించెను. కాని, 1900లో విద్యుచ్ఛక్తి విరివిగా వాడకమునకు వచ్చిన తరువాత ముందు కన్నను అనుకూలమగు చిన్న ఎత్తు పవర్ ఇంజనులను సమకూర్చుటవలన గ్యాస్ ఇంజను క్రమముగా మరుగై పోయెను. ఇది అంతకన్నను మిక్కిలి సమర్థమగు పెట్రోల్ ఇంజనును తయారుచేయుటకు దారి చూపెను. పెట్రోల్ ఇంజను అనునది ద్రవరూపమగు ఇంధనమును వాడి, దానిని ఆవిరిగా మార్చుటకు కొద్దిపాటి మార్పులు చేయబడిన గ్యాస్ ఇంజను వంటిదే.

యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని పెన్సిల్‌వేనియాలో పెట్రోలియమ్ ఉనికి 1858లో కనుగొనబడినది. దీనివలన పెట్రోల్ ఇంజనులు తయారుచేయుటకు ప్రయత్నములు జరిగినవి. ఈ ప్రయత్నముల ఫలితముగా 1884లో డామ్లర్ అను వాడు పెట్రోల్ ఇంజనును సిద్ధపరచెను. దీనివలన వాహనముల ద్వారా రవాణా సౌకర్యములయందు పెద్ద మార్పు వచ్చినది. ఆ ఫలితములు మోటారు కారు, అంతకన్నను ముఖ్యమగు విమానము వాడుకలోనికి వచ్చుటకు ముఖ్య కారణమయ్యెను.

చిక్కని తైలమును వాడు మొట్టమొదటి డీసెల్ ఇంజను 1892లో రూపొంది, పేటెంటు చేయబడినప్పటికిని, పెక్కు ఏండ్లవరకు అది అంతగా వాడకములోనికి రాలేదు. పెట్రోల్ ఇంజనును మార్చి మార్చి చిక్కని నూనెలను వాడుచు చివరకు సమర్థముగా పనిచేయు డీసెల్ ఇంజనుగా తయారు చేసిరి. ఇట్టి ఇంజను ఎంత మడ్డి నూనెలనైనను వాడుకచేసి, పనిచేయుటయే గాక, రంపపు పొడివంటి చిల్లరమల్లర ఇంధనములను కూడ వాడుకొనును. ఆవిరి ఇంజను కన్న సమర్థము, అల్ప వ్యయ సాధ్యము అగు ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను నౌకలను నడుపుటకు మిగుల ప్రయోజన కరమని రూఢి అయ్యెను. 1930 కి ఆవిరి శక్తి కన్నను డీసెల్ శక్తివలన హెచ్చుబరువు తీసికొని పోగల నౌకలను నడుపుట సాధ్యమయ్యెను.

ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజనులలో అత్యాధునికమగు పరిణామము గ్యాస్ టర్బయిను. ఇది ఇంధన జ్వలనము వలన ఉత్పత్తి అగు వేడి గ్యాస్‌ల వలన తిరుగు టర్బయిను. గ్యాస్ టర్బయిన్ సమర్థముగా పనిచేయ వలయునన్న అత్యధిక తాపక్రమమున పనిచేయవలెను. అయితే, అత్యుష్ణములలోను తీవ్రముగా పరిభ్రమించు నప్పుడు కూడ టర్బయిన్ బ్లేడులు వంకరబోకుండ ఉండు రీతిగ వానిని నిర్మింప సాయపడు ధాతువులను కనుగొనుట పెద్ద చిక్కయ్యెను. అయినను మొత్తము మీద గ్యాస్ టర్బయిన్ ఆవిరి టర్బ

యిన్ కన్నను తక్కువ దక్షత కలది. అందువలన దానిని నడుపుటకు వ్యయము అధికము; కాని, దాని నిర్మాణమునకు అగు ఖర్చు చాల తక్కువ; అంతేకాదు, ఆ యంత్రము చాల తేలికగ సైతము ఉండును. దానిని ఒక్క క్షణములో ఆపి, క్షణములో మరల నడిపించవచ్చును. ఆవిరి టర్బయిన్ అట్లుకాదు; చాలసేపు నడిపిననే తప్ప కలిసిరాదు. ఈ ప్రత్యేకత వల్లనే దీనిని కొన్ని విశిష్ట ప్రయోజనములకు - ఉదా: రైల్వే ఇంజన్ పవర్ యూనిట్లకు, జెట్ విమానపు ఇంజనులోని ప్రధాన భాగమునకు - వాడుచున్నారు. ఇక మీద విమానచోదనమున రాకెట్ ప్రోపల్షన్ ప్రధానమగుచున్నది. ప్రస్తుతము మాత్రము ఆచరణాత్మకమగు కొన్ని చిక్కులు ఉండుట వలన దీని వాడకము టేక్ ఆఫ్ (నేలమీద నుండి పైకి ఎగురుటకు ఉటంకించుటకు)కును, అత్యధిక వేగమున షార్ట్ బరస్టులకును మాత్రమే పరిమితమైనది.

ఇక మీదట మనశక్త్యాధారములలో ప్రయోజనకరమగు మరొకటి పరమాణుశక్తి కావచ్చును. కాని, ఇది సన్నిహిత భవిష్యత్తులో క్రొత్తరకపు ఇంజనులను రూపొందించు అవకాశము కన్పించుట లేదు. అట్టి భవిష్యత్తులో రూపొందు నది బహుశా ఆవిరి టర్బయిన్ కావచ్చును. దీనిలో బొగ్గును, నూనెను జ్వలింపజేసి తత్సాహాయ్యమున ఆవిరిని సిద్ధపరచుటకు మారుగ పరమాణు పేర్పుడు నుండి ఫలించిన వేడిమితో ఆవిరి తయారుకాగలదు.

మోటారుకారు పరిణామ రీతి

ఇంజను అవతరణముతో [చూ. పు. 41] దానిని అనేక విధములుగా వాడుటకు అన్వేషణయును ప్రారంభమయ్యెను. ఆ దినములలో తయారుచేసిన వస్తువులను మార్కెట్‌కు త్వరగా తీసికొని వెళ్లుట అవసరమని శ్రామికులు గుర్తించిరి. అందువలన రవాణా వ్యవస్థయందు ఇంజను ప్రముఖస్థానమును ఆర్జించినది. పెక్కురకములైన ఇంజనులను వాడుకచేసి, భిన్న విధముల వాహనములు వాడుకలోనికి రాదొడగినవి.

రోడ్డు మీద నడచిన మొట్ట మొదటి స్వయంచాలక శకటమునకు రూపురేఖలు తీర్చి నిర్మించిన వాడు కుగ్నాట్ అను ఫ్రెంచి ఇంజనీరు. అతడు 1769లో పారిస్ నగరమున ఆవిరితో నడుచు బండిని రూపొందించెను. అది మూడు చక్రముల బండి; ఇద్దరు ప్రయాణీకులు కూర్చొనదగి ఉండెను. గంటకు దాదాపు 7 కి.మీ. దాని వేగము. ఒకసారి జనింపజేయు ఆవిరి 15 నిముషములు నడచుటకు మాత్రమే సరిపోవుటచే, ప్రతి 15 నిముషములకు బండి ఆగిపోవలసి వచ్చెడిది. 1784 లో కోల్ గ్యాస్ దీపములు కనిపెట్టిన విలియన్ ముర్డక్‌కు, 1801 లో రైల్వేలకు ఆవిరి ఇంజనులను రూపుదిద్దిన కారన్‌వాల్ వ్యాస్తవ్యుడగు ట్రెవితిక్‌కు కూడ మోటారుకారు అభివృద్ధిలో భాగము కలదు. 1803 లో ట్రెవితిక్ నిర్మితమగు ఆవిరి ఇంజను గల రైలు బండి తొలిసారిగా గుర్రపు బగ్గీకన్నను వేగముగా పయనించెను. తరువాత ఇది కాంబోర్న్ నుంచి ప్లిమత్ వరకు 144 కి. మీ. ప్రయాణము చేసెను. దీని ఇంజను నిలువు (వర్టికల్)గా ఉండక, అడ్డము (హారిజాంటల్)గ ఉండెను. ట్రెవితిక్‌కు శకటముల వేగమును మార్చుటకు గేర్ బాక్సును అమర్చవలెనను అభిప్రాయము గలిగినట్లు తోచుచున్నది.

ఈ చోదన శక్తిని సాధారణపు రోడ్లపై నడుచు బండ్లకును వర్తింపజేయవచ్చునా అనుటను అపుడు కొందరు సందేహించిరి. ఒక బండి నిలబడిన చోటునుండి కదలినప్పుడు చక్రములు భూమిని గాడీచేయకుండా తిరగవలెనని గోల్డ్ వర్త్ గుర్నేకి తోచెను. అందువలన చక్రములకు మారు ముందుకు తోయునట్టి సాధనముల - మెకానిల్ లెగ్‌ల - తోను ప్రయోగములు చేసెను. 1825 లో ఇటువంటి ఆవిరి బండిని ఒకదానిని తయారుచేసెను. ఇది నిజమునకు కొండల మీదికి కూడ నడచెను. 1828లో అతడు ఈ శకటమున లండను నుండి బాత్‌కు ప్రయాణము చేసెను. 1829 లో రీడింగ్ డెవిజస్, మాల్క్‌పామ్ మీదుగా గుర్రములు లాగు 'టపాబండి' కన్న ఎక్కువ వేగముతో ఇది ప్రయాణము చేసెను. ఈ బండిలో 18 మంది ప్రయాణీకులు కూర్చుండ గలిగిరి. దీనికి పొగగొట్టములు బండి వెనుక అమర్చబడినవి. అందు కర్రబొగ్గును, కోకును మాత్రమే వాడుటవలన వీని నుండి పొగ వెలువడదని గుర్నే నమ్మబలికెను. అందు బండి వెనుకభాగమున ఆవిరి ఉత్పత్తి అయి, అడుగు భాగమున ఉన్న బండిని నడుపు పిస్టన్‌లకు చేరుకొనును. ఈ బండి యొక్క బాయిలర్‌లోని గొట్టముల అమరిక, విలియమ్ హెన్రీ జేమ్స్ అను ఇంజనీరు సిద్ధపరచిన ట్యూబ్యులర్ సూత్రమును అనుసరించి జరిగినది. దాని ప్రకారము అందలి నలుబది గొట్టములును గుర్రపు నాడా రీతిగ అమర్చబడినవి. గుర్నే చివరి దశలో కర్షకులు అతని శకటమును తీవ్రముగా నిరసించిరి. ఈ యంత్రములను చూచి తమ పశువులు భయభ్రాంతులగుచున్నవని వారు విమర్శించిరి. ఆ భారీ ఆవిరి యంత్రములు బాటను చీల్చివేయుచున్నవని ఆక్షేపించిరి.

ఈలోగా పలువురు ఇంజనీర్లు గుర్నే బండివంటి ఆవిరి బండ్లను తయారుచేయుటకు ప్రయత్నించిరి. ఈ విషయమున

కొంతమేర విజయము సాధించిన కొందరిలో ట్యూబ్యులర్ బాయిలర్‌ను కనిపెట్టిన విలియమ్ హెన్రీ జేమ్స్ ఒకడు. అతడు మూడు టన్నుల బరువుగల బండిని తయారు చేసెను. దీనిని నడుపుటకు రెండు సిలిండరుల ఇంజనును అమర్చెను. దీనిని మొదట ఎప్పింగ్ అడవులలోని రోడ్లలో నడిపి పరీక్షచేసిన మీదట పట్టణములో ప్రవేశ పెట్టెను. ఇది పదునైదుగురు ప్రయాణీకులతో గంటకు దాదాపు 20 కి. మీ. వేగమున పోగలిగెను. 1827 లో లండను వ్యాస్తవ్యుడగు వాల్టర్ హాకాక్ ఆవిరితో నడచు బస్సునకు పేటెంటు తీసికొనెను. అతడు సిద్ధపరచిన రెండవ ఆవిరి బండికి 'ఇన్‌ఫెంట్' అని పేరు పెట్టెను. అతడు నిర్మించిన వేరొక ఆవిరిబండి 'ఆటోప్సీ' అనునది 1833లో క్రమము తప్పక ప్రయాణములు సాగించినది. ఈ యంత్రములలో మొదట అతడు వంపుటిరుసుగుండా చక్రములకు ప్రత్యక్ష చోదకశక్తి పద్ధతిని ఉపయోగించెను. పిదప శృంఖలిత చోదక శక్తి (చైను డ్రైవ్) ని అనుసరించెను.

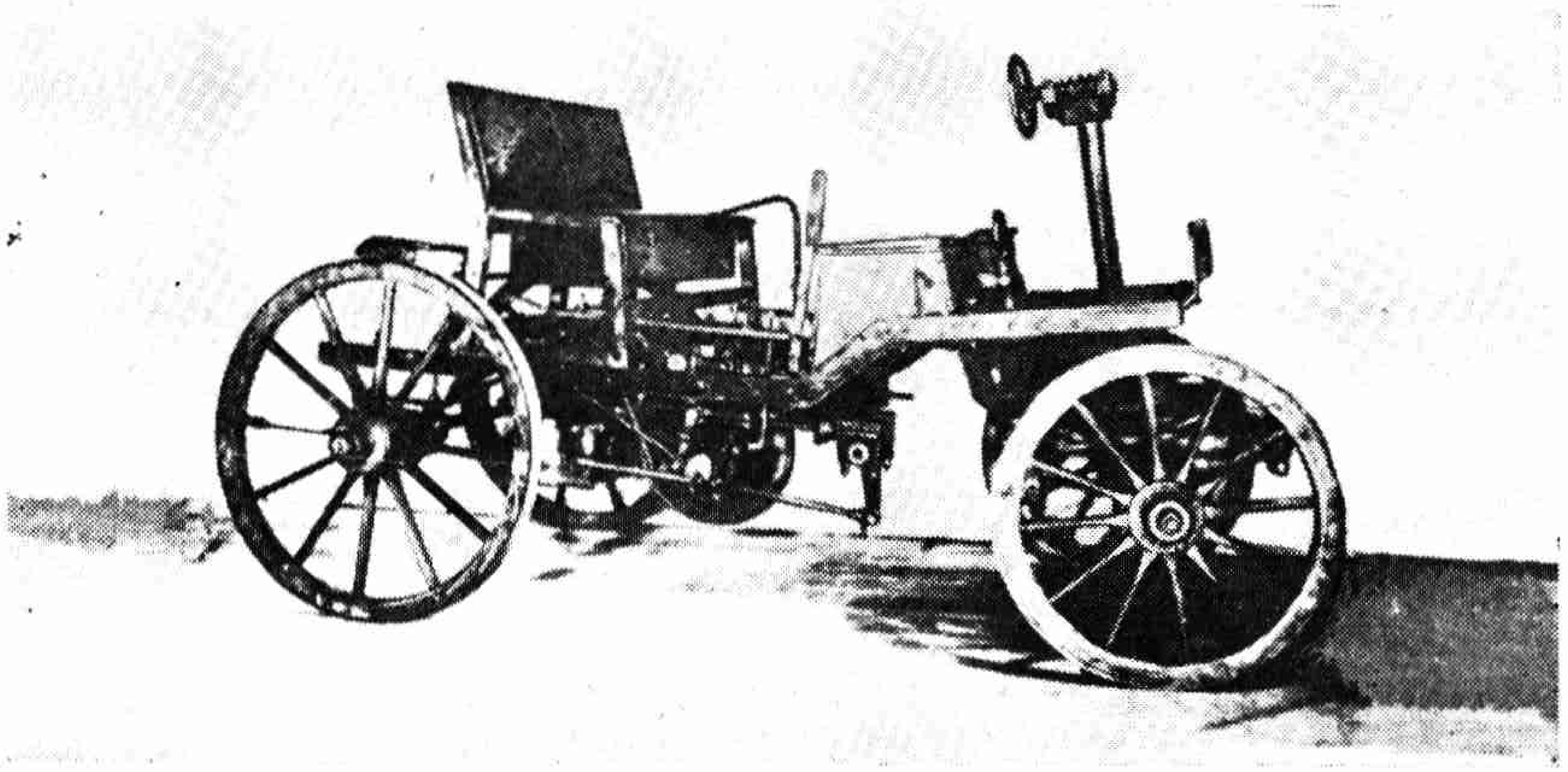
కాని, గణనీయమగు ఈ తొలుతటి అభివృద్ధిని తీవ్రమగు ప్రతిఘటన ఎదుర్కొనినది. తమ బాడుగ పైసలకు గుర్నె అడ్డు తగలుచుండెనని ఆందోళనపడి కినుకజెందిన జట్కా గుర్రపు బండ్లవారి మాటలు నమ్మిన ప్రజలు గుర్నెపై రాళ్లు విసరిరి. భూస్వాములు అతనికి తోడ్పడరైరి. గుర్నె కృషిని దెబ్బ తీయుటకుగాను 1832 లో 54 బిల్లులు పార్లమెంటులో ప్రతిపాదింపబడెను. అవి నూతన శకటములపై భరింప వీలుపడని భారీ పన్నులను విధించుటకు అధికారము ఇచ్చెను. అప్పటికే చాల పలుకుబడిని ఆర్జించిన రైల్వే కంపెనీలు లోకోమోటివ్ చట్టమును ప్రవేశపెట్టించి (1865), ఘనవిజయమును సాధించెను. ఈ చట్టము ప్రకారము శక్తితో నడచు బండ్లు గంటకు 6 కి. మీ. వేగమును మించరాదనియు, పగలైనచో ఒకవ్యక్తి ఎర్రజెండాతోను, రాత్రయిన ఎర్రదీపముతోను ఆ శకటము ముందు నడువవలయుననియు నిర్ణయమయ్యెను.

కాని, ఆ సమయమున ఇంగ్లండు మినహాగా తక్కిన యూరప్ ఖండమున ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను తీవ్రముగా అభివృద్ధి చెందుచుండెను. జర్మనీ విజ్ఞానవేత్త నికోలస్ ఒట్టో 1876లో గ్యాస్ ఇంజనును లోపరహితముగా చేయుటను ఈ కార్యక్రమమున తొలిచర్యగ భావింపవచ్చును. అతడు నాలుగు దెబ్బల ఆవృత్తిక్రియ (ఫోర్ స్ట్రోక్ సైకిల్ ఆపరేషన్) ను ప్రవేశపెట్టెను. ఈ సూత్రముసే నేటికిని పెట్రోల్, డీసెల్ ఇంజనులు అనుసరించుచున్నవి. ఒట్టోవద్ద పనిచేసిన ఉద్యోగి ఒకడు ఈ ఇంజనును రోడ్డుపై నడుచు శకటమునకు అమర్చి, విజయమును సాధించెను. ఇతని పేరు గోట్లబ్ డామ్లర్. ప్రస్తుతము కవెన్‌ట్రీలో తయారగు సుప్రసిద్ధమగు కార్లకు ఇతని పేరే పెట్టబడినది. ఇతని ఇంజనుకై చిన్న నమూనా ఒకటి 1884లో తయారు చేయబడినది. 1886లో ఈ ఇంజను పెట్రోల్ ఆవిరిని వాడి, సైకిలును ముందుకు నడుప గలిగినది.

జర్మనీలోని మాన్‌హీమ్ వాస్తవ్యుడగు బెంజ్ ఈ రంగమున మరొక అడుగు ముందుకు వెళ్లెను. ఇతడు 1885 లో ఇద్దరు ప్రయాణము చేయగల మూడుచక్రముల బండిని నిర్మించెను. దీని ఇంజను ఒక సిలిండరు గలది. దీనిశక్తి ముప్పావు హార్స్ పవర్. ఈ ఇంజనునకు కార్బొరేటర్ నుండి జ్వలనశీల మిశ్రమము లభించెడిది.

డామ్లర్ 1896 లో కవెన్‌ట్రీలో ఒక కారు ఫ్యాక్టరీని స్థాపించెను. తరువాత ఈ పట్టణము, లండను నగరము మోటారుకారు పరిశ్రమకు రెండు ప్రధాన కేంద్రములై అసంఖ్యాకముగా కార్లను ఉత్పత్తి చేయదొడగినవి. వీనిలో చాలవరకు ఇద్దరు మాత్రమే కూర్చొన గల చిన్న కార్లు. వీనికి కప్పులులేవు; స్ప్రింగులు కూడ బలమైనవి కావు. సీట్ల క్రింద ఇంజను అమర్చబడి ఉండెను. వీని చక్రముల ఆకులు కర్రతోనో, ఇనుప ఊచలతోనో చేయబడి ఉండెను. ఈ చక్రములు చక్రములకు వెలుపలగా అదిమినట్టు బ్లాక్ బ్రేకుతో గాని లేదా ట్రాన్స్‌మిషన్‌కు అమర్చిన డ్రమ్ముకు అదిమి పట్టు హ్యాండ్ బ్రేకుతోగాని ఆగుచుండెను. ప్రత్యేకమగు గవాక్షలు లేనందున మోటారు ప్రయాణీకులు ఇంధనమును, విడి టైర్లను వెంట తీసికొని వెళ్లవలసి ఉండెను.

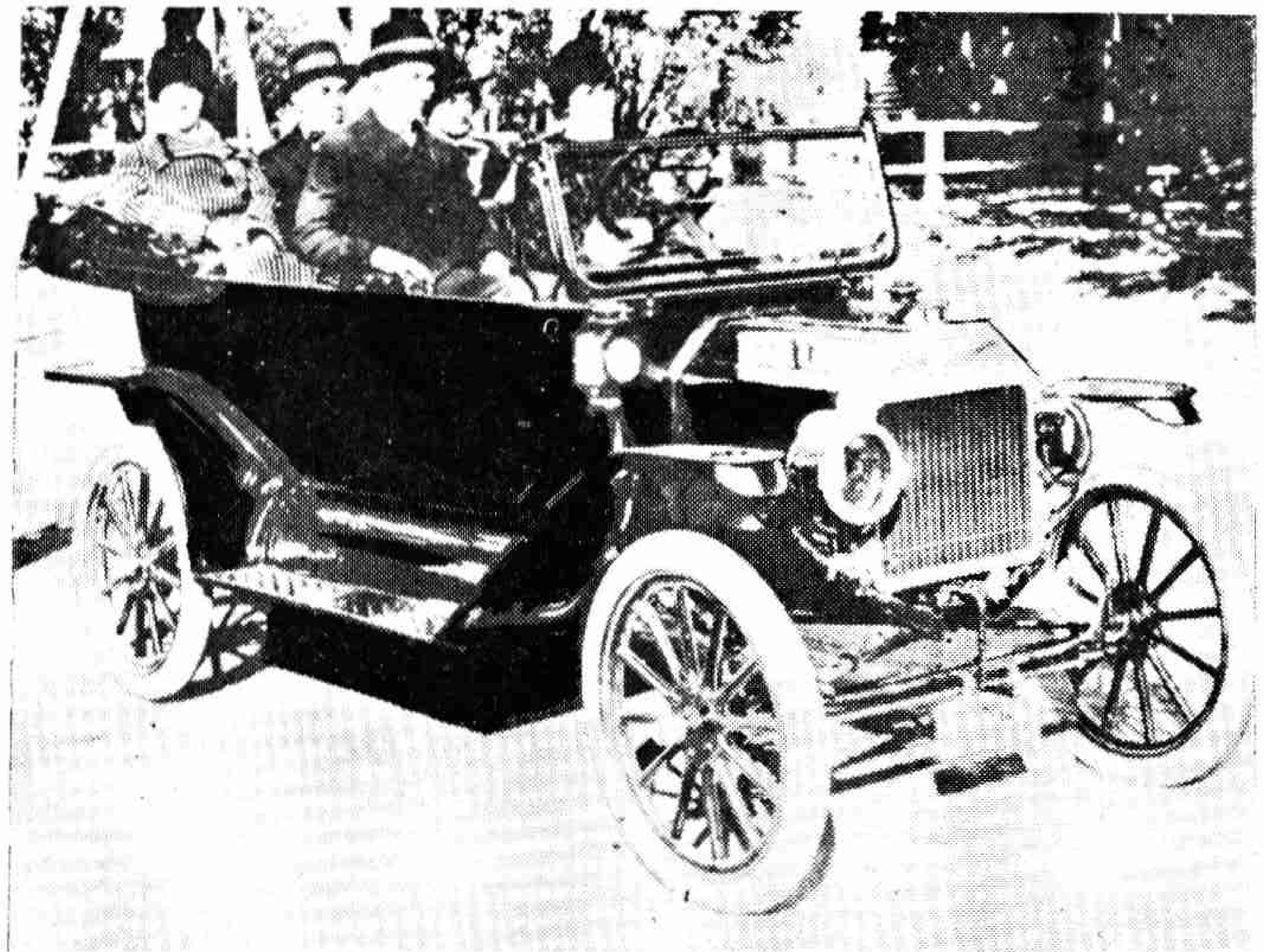
ప్రామాణికమగు ఆకారస్వరూపములను, ఒక నిర్దుష్ట రూపమును 1900 కు మోటారుకారు పొందగలిగెను. కారునకు పురోభాగమున బోనెట్ క్రింద పెక్కు సిలిండరుల ఇంజనును అమర్చి వేగమును మార్చుటకు లీవర్ ఉన్న గేర్‌బాక్స్‌తో చోదనశక్తి (డ్రైవ్‌ను) ఇంజనునుండి చక్రములకు చేర్చ బడుచుండెను. గేర్‌కు గొలుసును, స్ప్రాకెట్లను వాడుటకు మారుగ కోణములను కలుపు బెవెల్ గేర్‌ను వాడుట అలవాటయ్యెను. ఈ కాలమున ప్రారంభమైన బ్రిటిష్ కార్ల కంపెనీలలో ముఖ్యమైనవి హంబర్, రిలే, లెగోండా, సన్‌బీమ్, స్విఫ్ట్, నేపియర్, సింగర్ సంస్థలు. అంతట ఫ్రాన్స్‌లో రేన్యో కంపెనీ, జర్మనీలో ఓపెల్ కంపెనీ స్థాపించబడినవి. నాడు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను మోటారుకార్ల పరిశ్రమలు స్థాపించబడినవి. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో కార్లకంపెనీ స్థాపకులలో అగ్రేసరుడు హెన్రీ ఫోర్డ్. కారులకు వాడునట్టి శుద్ధిచేయబడిన పెట్రోలియమ్‌నకు పెట్రోల్ అనుమాట 1885 ప్రాంత



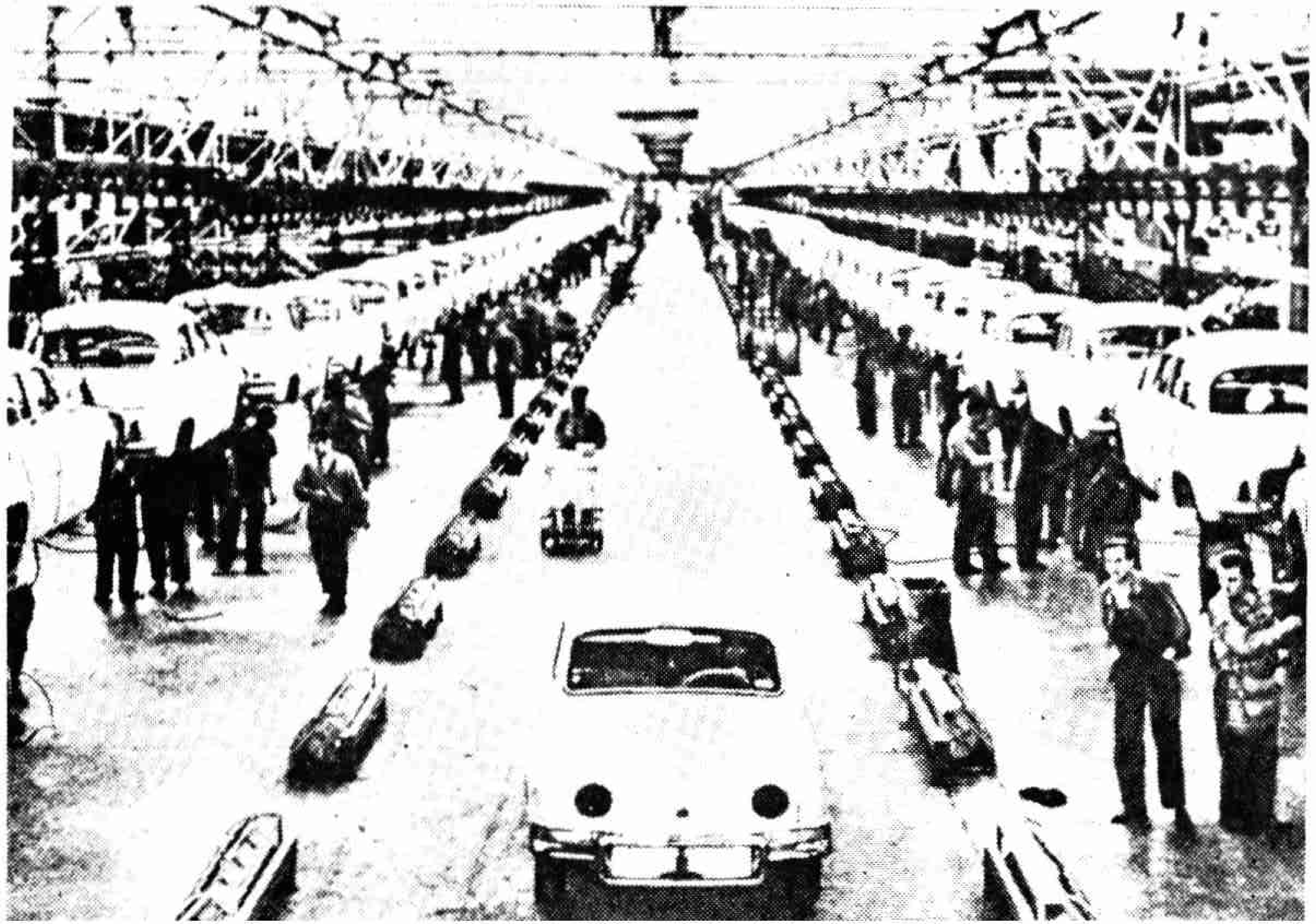
1875 లో సీగ్ఫ్రిడ్ మార్కస్ నిర్మించిన మోటారు బండి ↑

↑ 1904 లో తాను నిర్మించిన మొట్టమొదటి కారులో హెన్రీ ఫోర్డ్

1914 లో రూపొందింపబడిన మోడల్ 'T' మోటారుకారు ↓



యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో రూపుగొనిన భారీ రాశి పద్ధతిని మోటారుకారులను నిర్మించుట. దీనికి అసెంబ్లి లైన్ ఉత్పత్తి అని ప్రసిద్ధి. విడి భాగములను వేర్వేరుగా తయారుచేసి అంతిమ వస్తు స్వరూపమును నిర్మించుట ఇందు ఇమిడి ఉన్నది ↓



Blank Page

మున 'సారము' అని అర్థమొసగు ఫ్రెంచి భాషాపదము నుండి వాడుకకు వచ్చెను.

ఈ నాడు అత్యంత ప్రసిద్ధిని పొందిన కంపెనీలగు స్టాండర్డ్, వాక్స్ హాల్, ఖోరీ హైక్రాఫ్ట్, ఫోర్డ్ వంటి వ్యాపార సంస్థలు 1903 లో నెలకొల్పబడినవి. అయినను, ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధము వరకును మోటారు ప్రయాణము ధనవంతుల విలాస యాత్రగనే ఉండెను. కాని, ఆ కాల మునసే పలువురు కార్ల నిర్మాతలు తేలికగాను, ప్రజా సామాన్యమునకు అందుబాటులో ఉండునవిగాను ఉండు కార్లను తయారుచేయుటకై ఆలోచనలను మొదలిడిరి. 1911 లో రోవర్ కంపెనీ రెండు సీట్లు ఉండి, ఆరు హార్స్ పవర్ శక్తి గలిగిన తేలిక కార్లను ప్రవేశపెట్టెను. ఇవి తేలికైన తొలి కార్లలో కొన్ని. అంతకు ముందు కొన్ని కంపెనీలు తీగెచక్రములు, చైన్ డ్రైవు, టిల్లరు అను పరికరములు గలిగి, ముందలి ఒంటి చక్రముచే నడుపబడు సైకిల్ కార్లను తయారు చేయుటలో ప్రయోగములను సాగించిరి. ఫ్యాక్టరీ పద్ధతులు అభివృద్ధి అయిన కొలదియు, ఉత్పత్తి హెచ్చిన కొలదియు చౌకయిన కార్లను తయారు చేయుట సాధ్యమయ్యెను. వీటిలో చాలా వ్యాప్తి చెందిన కారు బహుశా 1909 లో తొలిసారిగా తయారైన మోడల్ టి. ఫోర్డ్. 1927 కు యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోను, ఇంగ్లండులోను గల మోటారు కంపెనీలు ఇట్టి వానిని కోటిన్నర కార్లను తయారుచేసి సప్లయి చేసినవి.

ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధము తరువాత మోటారుకార్ల తయారీకి పూర్వముకన్న మిన్నగ ప్రోత్సాహము కలిగెను. కర్ర చక్రములకు మారు ఉక్కు చక్రములు అమరెను. కారు చట్రమును క్రిందికి దించుటవలనను, గాలితో నింపిన రబ్బరు ట్యూబు టైర్లను వాడుటవలనను, కారు ఆకారమునందును పెద్ద మార్పు వచ్చెను. 1920 లో కప్పు లేని కార్లకును, కప్పు ముందు, వెనుక భాగములు విడి విడిగా ఉన్న కార్లకును మారుగ అందముగ తీర్చిదిద్దిన కప్పులున్న కార్లు వచ్చెను. బ్రేకులను నాలుగు చక్రముల కును అమర్చుటవలన సమర్థముగను, బలముగను ఆ బ్రేకులు పనిచేయ గలిగినవి. బ్రేక్ లీవర్ పై డ్రైవరు ఒత్తిడి మాత్రమే కాక, యంత్ర శక్తినికూడ వినియోగించు 'సెర్వో' పద్ధతి(స్వతహాగా దిద్దుబాటు అగుట)ని కూడ వాడుచుండిరి. కార్లన్నిటికినీ సర్వసామాన్యముగ ఉండెడు విడిభాగములు ప్రమాణీకరింపబడినవి. ఇంతటితో చిన్న చిన్న యంత్ర భాగములను నిర్మించువారు కూడ మోటారుకారుల తయారీలో పాల్గొనుటకు అవకాశము కలిగినది. బరువు తగ్గుటయే కాక, అనేకములైన మార్పులు చేయుటవల్ల మోటారుకారు ప్రయాణము మరింత సులభ సాధ్యమయ్యెను. మోటారు కారులకు లోగడకన్న పెక్కు సిలిండరులు గల ఇంజనులను వాడుట పరిపాటి అయినది; ఈ సిలిండరుల సంఖ్య తరుచు నాలుగు.

కారు చక్రములు ఉన్న అడుగు చట్రమును మొదట తయారుచేసి, పిదప పై భాగమును, ఇతర భాగములను తయారుచేయు పాత పద్ధతులు త్వరగా మరుగైపోయినవి. క్రింది చట్రమును, పై భాగమునందు గల విడి విడి భాగములను వేరువేరుగా ప్రత్యేక యంత్ర పరికరములను ప్రయోగించి, ఒకసారిగ విరివిగ తయారుచేయ వీలయ్యెను. ఇదివరకు నట్లు, బోల్టులు పెట్టి ఛాసిస్‌ను దానికి బిగించుటకు బదులుగా ప్రెస్‌చేయబడిన విడిభాగములను వెల్డ్ చేయుట లేదా రివిట్ చేయుటతో మోటారు కారుల నిర్మాణము మరింత సులభసాధ్యమయ్యెను.

కార్ల ఉత్పత్తి ఎక్కువ అయిన కొలది క్రొత్త భావములును, డిజైనులును అభివృద్ధి అయ్యెను. ఆటోమేటిక్ గేర్ బాక్సులు, సెమి-ఆటోమేటిక్ గేర్ బాక్సులు, ట్రాన్స్‌మిషనులు, శక్తి సహాయముతో పనిచేయు స్టీరింగులు మొదలైన క్రొత్త క్రొత్త సాధనములు ఉపయోగించుట సాధ్యమయ్యెను. యూరప్ ఖండమున కారు ముందు భాగమున ఉన్న ఇంజను, వెనుక చక్రములను నడుపు పద్ధతి గల కార్లు తయారు చేయుటయందు సాఫల్యము చేకూరెను. సామాన్య ప్రధాన సూత్రముల నుండి హెచ్చుగా వైదొలగని గొప్ప మార్పులు జరిగెను. ఒక కన్వేయర్ బెల్ట్ (పటవాలు పట్టిమీద సరకులను చేరవేసే పద్ధతి) మీదనే విడిభాగములను కూర్చి పెద్ద ఎత్తున కార్లను తయారుచేయు పద్ధతులు సిద్ధపరచిరి. ఉత్పత్తికి సంబంధించిన సాంకేతిక శాస్త్రములలో అత్యాధునిక పద్ధతులను-స్వతశ్చలన పద్ధతుల వంటి వాటిని - వినియోగించి ఒక ఇంజను భాగమునకు ఏకకాలమునందే తక్కిన పెక్కు భాగములు అమర్చబడుచుండుట టెక్నాలజీ ప్రభావము వలన సాధ్యమయినది.

స్వాతంత్ర్యానంతరము భారత ప్రభుత్వము ఇంగ్లండు మొదలగు దేశములనుండి మోటారుకారులను తయారు చేయు విజ్ఞానమును గ్రహించెను. ఇంగ్లండు నుంచి సంపాదించిన సాంకేతిక పరిజ్ఞానముతో స్టాండర్డ్ మోటారుకార్లు, లేల్యాండు ట్రక్కులు మున్నగు వాటిని మద్రాసులో నిర్మించుటకును, ఇటలీ నుండి తెలిసికొనిన విజ్ఞానముతో బొంబాయి నగరమునందు ఫియట్ కార్లను తయారుచేయుటకును పూనుకొనెను. యునైటెడ్‌స్టేట్స్ నుండి జీపులు తయారు చేయుటయు, పశ్చిమ జర్మనీ

నుండి బెంజ్ వంటి ట్రక్కు కార్లు తయారుచేయు పరిజ్ఞానమును గ్రహించెను. వీనికి తోడు మోటారు సైకిళ్ళను, స్కూటర్లను, మోపెడ్లను ఇంగ్లండు, ఫ్రాన్స్, ఇటలీ, జెకోస్లోవాకియా, జపాన్ మొదలగు దేశముల నుండి గ్రహించిన టెక్నాలజీతో భారతదేశము ఉత్పత్తి చేయుచున్నది. అయినను, దుర్గాపూర్‌లోని కేంద్ర మెకానికల్ ఇంజనీరింగు పరిశోధక సంస్థ నూటికి నూరుపాళ్లు భారతదేశమున తయారైన భాగములతో భారతీయమగు రూపురేఖలతో ఒక స్కూటరు నమూనాను సిద్ధపరచినది (1967).

సివిలు ఇంజనీరింగు

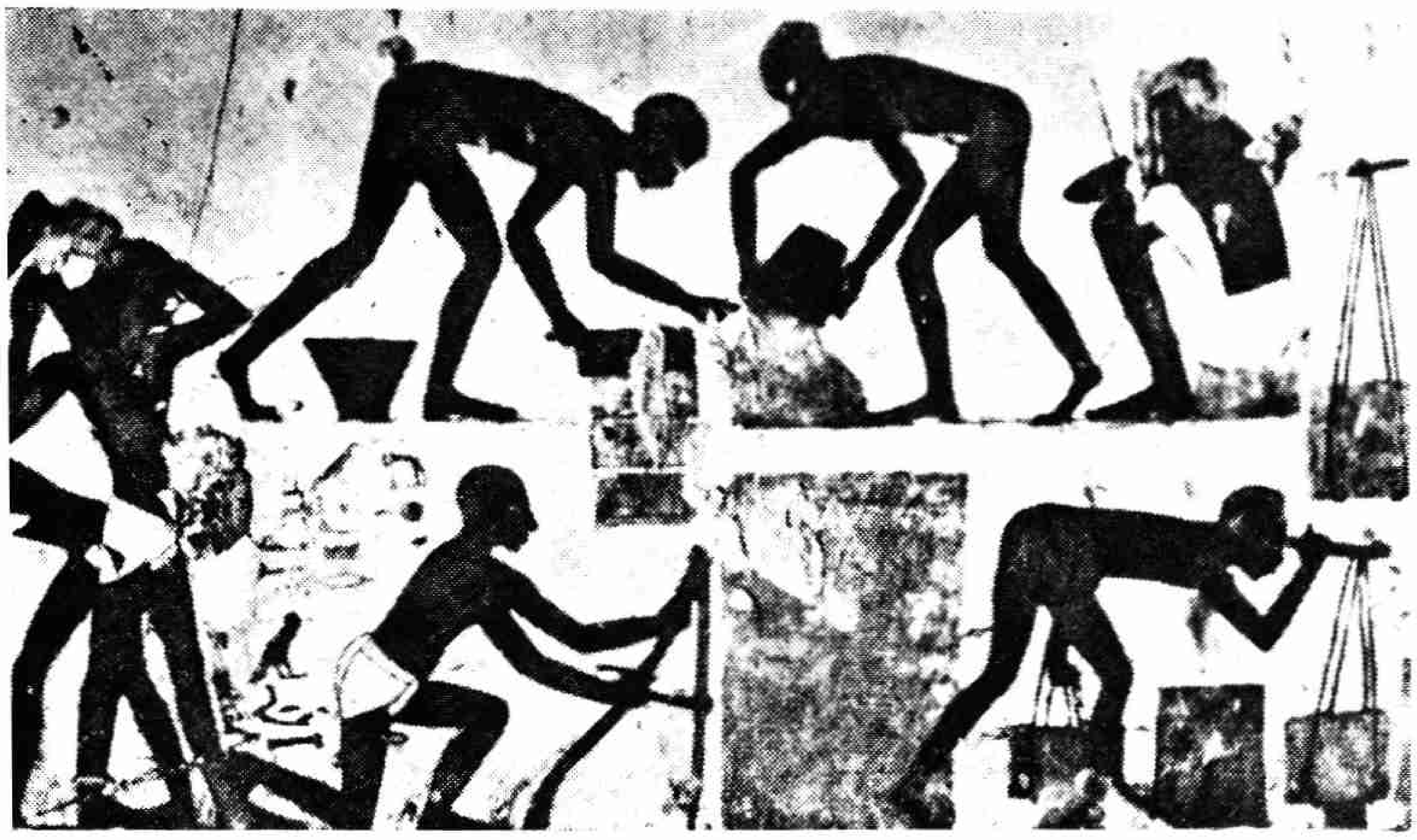
ఆధునిక యుగమునందు సివిలు ఇంజనీరింగు గొప్ప పురోగతిని సాధించినది. 1760 లో మొదలిడిన పారిశ్రామిక విప్లవమును, జలమార్గములు సమర్థముగా అభివృద్ధి అగుటయును ఈ పురోగతికి ప్రోదిచేసినవి. ఆర్థర్ కాటన్‌వంటి ప్రసిద్ధ ఇంజనీరులు [చూ. సం. 4 - పు. 750] నీటి వనరుల రంగమునను, జాన్ మెకాడెమ్ వంటి వారు రహదారుల రంగమునను, తామస్ టెల్‌ఫోర్డ్ వంటివారు వంతెనల విషయమునను, ఇసాం బ్రూనెల్ వంటివారు రైల్వే నిర్మాణ రంగమునను ఘన విజయములను సాధించిరి.

ఈ యుగమున నానాట పెరుగుచున్న వ్యవసాయ, పారిశ్రామిక అవసరములను తీర్చుపట్టున, అతి త్వరితవేగమున పురోగమించు నాగరకతతోపాటుగ జత కుదిరి సివిలు ఇంజనీరింగును మహావేగమున పురోగమింపవలసివచ్చెను. ఆవిరి ఇంజనుతో తొలి రైలుబండి ఇంగ్లండులో 1825 న స్టాక్‌టన్ - డార్లింగ్‌టన్ మధ్య పయనించెను. మొట్టమొదటి రైలు మార్గములలో 1891 లో పూర్తి అయిన కెనడియన్ పసిఫిక్ రైలుమార్గము (4,676 కి. మీ. పొడవు)ను, యూరేషియాలో 1904 లో పూర్తి అయిన ట్రాన్స్ - సైబీరియన్ రైలు మార్గములు (6,554 కి. మీ. పొడవు)ను ప్రత్యేకముగా పేర్కొనదగినవి. భారతదేశమున తొలుతటి రైలుమార్గము పశ్చిమ ప్రాంతమున బొంబాయినుండి ఠాణా పట్టణమునకు ఏర్పడెను (1853). ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో తొలి రైలుమార్గము 1887 సంవత్సరమున రేణిగుంట, తిరుపతి, పాకాల పట్టణములను కలుపుచు ఏర్పడెను.

పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటును 1845 లో కనుగొనుటతోను, కాంక్రీట్‌ను తయారుచేయు పద్ధతులలో రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు పద్ధతులు కనుగొనుటతోను భవన నిర్మాణ రీతి నూతన యుగములో అడుగిడెను. ఇనుప చట్రములతో నిర్మించు పద్ధతి ఆకాశసౌధముల నిర్మాణమును సుసాధ్యము చేసెను. న్యూయార్క్ నందలి 102 అంతస్తుల ఎంపైర్ స్టేట్ భవనము (1929) ఆ రంగమున సాధించిన ఘన విజయమునకు నిదర్శనము. భూకంపములకు తట్టుకొను భవనముల నిర్మాణము కూడ ఈ యుగమున జరిగినది. ఈ సందర్భమున ఫ్రాంక్ లాయిడ్ రైట్ అను ప్రసిద్ధ వాస్తుస్థపతి జపాన్‌లో రూపొందించిన భూకంప ధాటీని తట్టుకొనగల ఇంపీరియల్ హోటల్ పేర్కొనదగినది.

ఈ భవన నిర్మాణముతోపాటు పట్టణ నిర్మాణ రీతియు, వాస్తు విధానమును ఆధునిక నాగరకత యందలి సౌందర్య భావనకును, అవసరములకును అనుగుణమగు రీతిలో అభివృద్ధిని సాధించినవి. బారన్ జార్జి హౌస్‌మన్ పారిస్ నగరమును 1853 - 1870 మధ్యకాలమున ప్రణాళికాబద్ధముగా ఆధునిక నగరముగ అభివృద్ధిచేసెను. భారతదేశమున 1912 - 1929 ఏండ్ల మధ్యకాలమున బేకర్ అను బ్రిటిష్ వాస్తు శిల్పి భారతదేశ రాజధాని అగు న్యూఢిల్లీ నగరమును ప్రణాళికాబద్ధముగా తీర్చిదిద్దెను. ఆధునిక భారతదేశమున లీకార్బ్యూజే రూపొందించిన చండిగఢ్ నగరము పట్టణప్రణాళికారంగమున అగ్రగణ్యమైన విజయము (1950 ప్రాంతము).

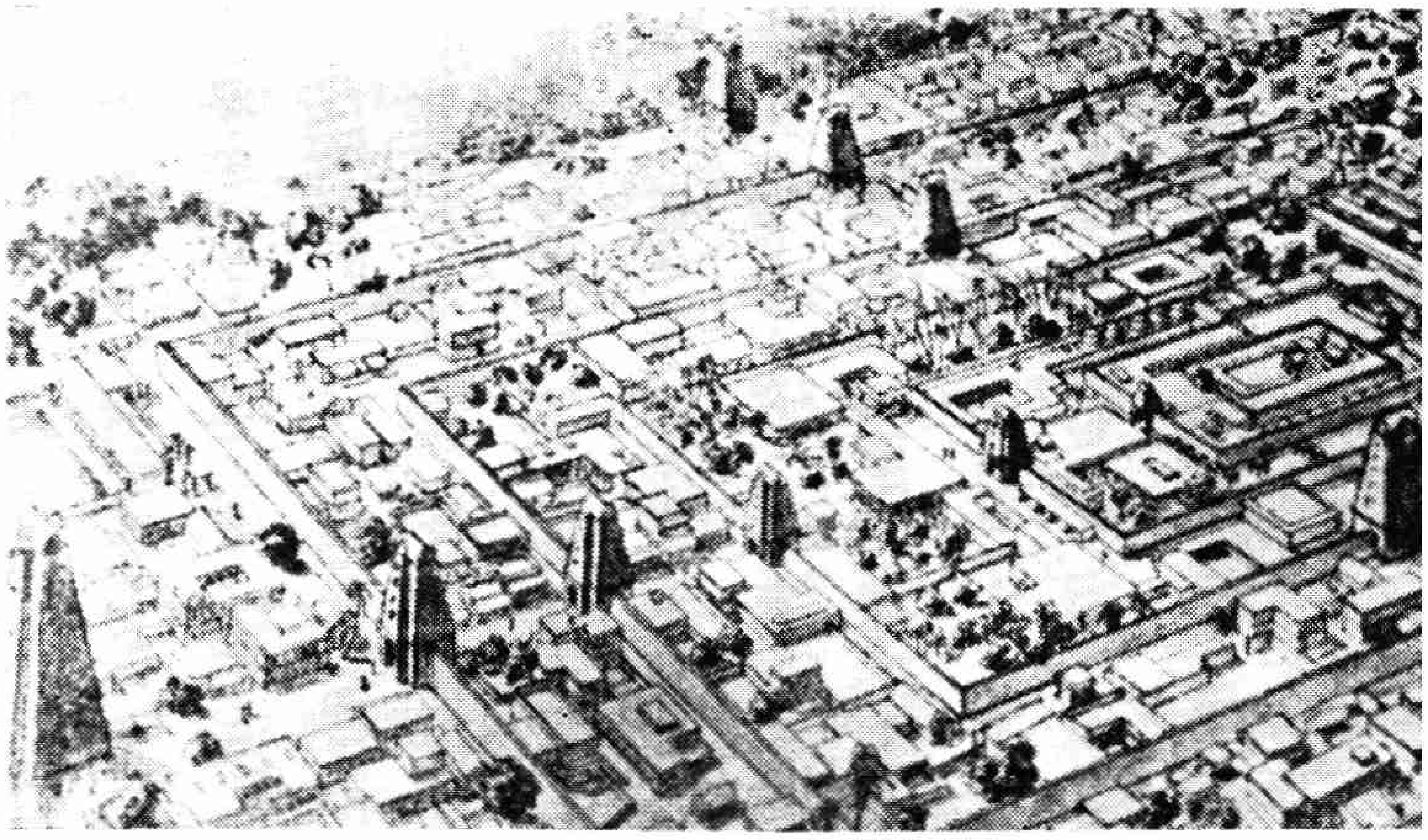
ఈ యుగమున నీటివనరుల రంగమునను సివిలు ఇంజనీరింగు మహాభ్యుదయమును సాధించెను. పెరుగుచున్న జనసంఖ్య ఆకలిని తీర్చుటకు కావలసిన ఆహారధాన్యములను అధికముగా పండించుటకును, మానవజాతి ప్రయోజనమునకై నీటిని నిల్వచేసి, వినియోగించుటకును నదులకు ఆనకట్టలు, బరాజులు కట్టబడినవి. ఈ యుగము మొదటి భాగమున ఈజిప్టులో నైలునదీ తీర ప్రాంతములందు పంట నీటి వనరులును, భారతదేశమున గంగానదీ కాలువలును, పంజాబ్‌లోని పంటనీటివనరులును ఘనవిజయములు. ఆర్థర్ కాటన్ కృష్ణా - గోదావరినదులపై ఆనకట్టలు కట్టవలయునని యోచనచేసి, గోదావరిపై ఆనకట్టను కట్టగలిగెను. తరువాత కాటన్ యోచించిన పథకమును పురస్కరించుకొని కెప్టెన్ ఆర్ కృష్ణానదిపై ఆనకట్టను కట్టించుటతో [చూ. పు. 55] నాటి తెలుగుదేశపు తూర్పు కోస్తా భారతదేశమునకు నిజమగు ధాన్యాగారముగ రూపొందెను. డాములు కట్టుట వలన నదీజలములను నిల్వచేయుటకును, వానిని ప్రణాళికాబద్ధముగా వ్యవసాయమునకు వాడుటకును, జలవిద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయుటకును సౌకర్య



ప్రాచీన కాలమున ఈజిప్టులో రాతి కట్టడములందు పనిచేయుచున్న తాపీ మేస్త్రీలు.

ఈజిప్టులోని గిజాపిరమిడ్‌లు వీటిలో కుడిప్రక్కన ఉన్నది మిక్కిలి ఎత్తయినది (144 మీ.). దీని పేరు చియాప్స్. ఎడమప్రక్కన ఉన్నది చిన్నది. 122 మీ. ఎత్తుగల ఈ పిరమిడ్ పేరు మైసిరినోస్. మధ్యది 140 మీ. ఎత్తు గలది. దీని పేరు చెప్రేన్

చీనాలో క్రీ. పూ. 3 వ శతాబ్దమున నిర్మితమైన మహా కుడ్యము (గ్రేట్ వాల్). వేలకొద్ది జనము ఆ నాడు అక్కడికక్కడ ఇటుకలను తయారుచేసి 7·62 మీ. (25′) ఎత్తుగల జంట గోడలను నిర్మించి వాటి మధ్యస్థలమును బంకమన్నుతో నింపిరి. దీనిని ఆ నాడు ఖైదీలు నిర్మించిరని ప్రతీతి



దక్షిణభారత దేశమున కావేరీ నది తీరమున నిర్మింపబడిన శ్రీరంగ నగర నిర్మాణ వ్యవస్థయందు సప్తప్రాకారములు విశిష్టముగా కానవచ్చుచున్నవి

Blank Page

ములు కలిగెను [చూ. పు. 50]. భారతదేశ స్వాతంత్ర్యమునకు పూర్వమున దేశములోని వివిధ నదుల పైనను, డెల్టా ప్రాంతములలోను బ్రిటిష్ ప్రభుత్వము అనేకమైన పంటనీటి వనరులు కల్పించినది. ఖడక్ వసల (మహారాష్ట్ర), పెరియార్ (మద్రాసు), చిన్నలాయడ్ డాములు (మహారాష్ట్ర) 19వ శతాబ్దములోనే రూపుగొనినవి. ఇటువంటి పెద్ద పెద్ద రాతికట్టుడు (మేసనరీ) డాముల నిర్మాణములో భారతీయ ఇంజనీర్లు పాల్గొని పంటనీటి వనరులను నిర్మించుటయందు మంచి అనుభవము గడించిరి. మెట్టూరు (మద్రాసు), కృష్ణరాజసాగరు (మైసూరు) డాములు (1920 - 1930) ప్రపంచములో ఎత్తయిన మేసనరీ డాములుగా ప్రసిద్ధిపొందినవి [చూ. రిజర్వాయరుల యుగము - పు. 56].

భారతదేశమున కావేరీనదిపై కట్టిన మెట్టూరుడాము 1936లో పూర్తిఅయినది. యూరప్ ఖండములోని డాములు అన్నింట ఎత్తయిన డాము ఇటలీలోని వాజోంట్ డాము రెండు వంపులతో కూడిన (డబుల్ కర్వేచర్) ఆర్చ్ డాము నిర్మాణములలో పేర్కొనదగినది. దీని ఎత్తు 256 మీటరులు. స్విజర్లండ్‌లో (గురుత్వాకర్షణ సూత్రమును అనుసరించి కట్టిన) గ్రాండ్ డిక్సెన్సీడాము యూరప్‌లోని డాములలో ఎత్తయినది. దీని ఎత్తు 290 మీ.; సట్లెజ్ నదిపై భాక్రాడాము (222 మీ.), ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని కృష్ణానదిపై నాగార్జున సాగరుడాము (123 మీ.) ఆధునిక కాలమున భారతదేశపు ఇంజనీర్లు సాధించిన ఘనవిజయములు [చూ. పు. 50].

విద్యుచ్ఛక్తి అవశ్యకతలను తీర్చుటకును, విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయుటకును క్రమబద్ధముగా జల విద్యుత్ ఉత్పత్తి పద్ధతి అమలు పరచబడెను. భారతదేశములోని మొట్టమొదటి జల విద్యుత్ కేంద్రములు డార్జిలింగ్, శివసముద్రము (మైసూరు) కేంద్రములు. మాచ్‌ఖండ్ ప్రాజెక్టు, ఎగువ సీలేరు ప్రాజెక్టు, 1968 నాటికి నిర్మాణములో ఉన్న శ్రీశైలము ప్రాజెక్టు ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లో పేర్కొనదగు జల విద్యుత్ కేంద్రములు.

రాకపోకల సౌకర్యములు ఎక్కువ అయిన కొలది నౌకాయానము శీఘ్రగతిని అభివృద్ధిచెందినది. 197 కి. మీ. పొడవుగల సూయజ్ కాలువ నిర్మాణమునకు ఫ్రెంచి ఇంజనీరు ఫెర్డినాండ్ డి. లెస్సెప్స్ డిజైనులు సిద్ధపరచి 1869లో పూర్తిచేసెను. 20 వ శతాబ్దము ఆరంభమున పూర్తి అయిన పనామాకాలువయు నౌకాయానరంగమున పేర్కొన దగినది. యునైటెడ్ స్టేట్స్, కెనడా దేశములను కలుపుచు ఇటీవల 1959 లో పూర్తి చేయబడిన సెయింట్ లారెన్స్ సముద్రమార్గము ఈ అంతర్జాతీయ నౌకయాన రంగమున మహత్తరమగు విజయము.

సివిలు ఇంజనీరింగులో ప్రధాన శాఖ అగు 'వంతెన' లను పేర్కొననిదే సివిలు ఇరిజనీరింగు సమీక్ష పూర్తికాదు. ఈ యుగమునందలి మొట్ట మొదటి వంతెనలలో థేమ్స్ నదిపై లండను నగరమున కట్టిన వంతెనను పేర్కొనవలయును. నౌకల రాకపోకల అవసరము కోసము బాస్క్యూల్ (ఒకవైపు నుండి పైకి ఎత్తు) వంతెనలు, లిఫ్ట్ వంతెనలు ఈ యుగమున వాడుకకు వచ్చెను. వంతెనల రూపురేఖల కల్పనలలో క్రొత్తపద్ధతులు అవలంబింపబడుట వలనను, నిర్మాణరీతియందు ఆధునిక పద్ధతులను గ్రహించుట వలనను వంతెనల నిర్మాణమున మహదభివృద్ధి సాధింపబడెను. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని శాన్‌ఫ్రాన్సిస్కో అఖాతపు వంతెన, గోల్డన్‌గేట్ వంతెన, భారతదేశమున హుగ్లీనదిపై హౌరావంతెన మొదలగునవి ప్రపంచ ప్రసిద్ధములగు వంతెనలు. ప్రీస్ట్రెస్డ్ కాంక్రీట్‌ను కనుగొనుట వంతెనల నిర్మాణమున ఒక ముఖ్యమైన ఘట్టము. భారతదేశములోని రైల్వే వంతెనలలో సోన్‌వంతెన అన్నిటి కన్న పెద్దది; దీనిపొడువు 3,060 మీటరులు. ఆంధ్రప్రదేశ్‌కు సంబంధించినంత వరకు ఈ శతాబ్ద ప్రారంభమున నిర్మించిన గోదావరి రైల్వేవంతెన పేర్కొనదగినది. దీనిపొడవు 2, 768 మీటరులు.

సోవియట్ రష్యా ఇటీవల హైడ్రాలిక్ ఇంజనీరింగున ఉపకరించు ఒక త్రవ్వుయంత్రము (సక్షన్ డ్రెడ్జ్)ను కనిపెట్టినది. ఇది కనివిని ఎరుగని అపూర్వమగు నిర్మాణోపకరణము. ఇది గంటకు 300 మీటరుల వెడల్పు, 18 మీటరుల లోతు గల కాలువలను త్రవ్వును. నేడు మనము డాములు, కందకములు, కాలువ లాకులు చాల పెద్దవానిని త్రవ్వుటకు మందుగుండు మొదలగునవి వాడుచున్నాము. వాటిని ఈ సక్షన్‌డ్రెడ్జ్ యంత్రము త్రోసిరాజనినది.

జపాన్‌లో హొక్కయిడో—హొన్షూ అను రెండు ద్వీపములను కలుపుటకు నీటిలో తేలియాడు సొరంగమును నిర్మించుటకు పథకములు సిద్ధపరుపబడినవి. ఈ ప్రాంతము అంతయును నిరంతరము అగ్ని పర్వతముల విస్ఫోటనము జరుగు నట్టిది. కనుక, 25 కి. మీ. పొడవు సొరంగము నీటిలో 20 మీటరుల లోతున తేలియాడుచుండును. దీనిని ఇనుప తీగెలతోను, వంగునట్టి ఇనుప కమ్ములతోను నీటి అడుగున లంగరువేయుదురు. ఎట్టి భూకంపముసైనను ఇది తట్టుకొనును. ఒక్కొక్క సమయమున ఈ తేలియాడు సొరంగములు రెండు అంతస్తులు గలవిగా ఉండును.

ప్రపంచమున పంటనీటి వనరులు

నీటి వనరులను కల్పించు పద్ధతి పాశ్చాత్య దేశములలో కన్నను ప్రాచ్యదేశములలో ప్రముఖముగా అభివృద్ధి చెందినది [చూ. పు. 19]. క్రింది పట్టిక ప్రపంచమునందు నీటివనరులు హెచ్చుగా ఉన్న దేశములను తెలుపును.

దేశము	నీటి వసతికల ప్రాంతము (1936) లక్షల ఎరములలో	నీటి వసతికల ప్రాంతము (1936) లక్షల హెక్టేరులలో
చీనా	770.00	312.8
భారతదేశము	602.00	243.6 *
యునైటెడ్ స్టేట్స్	377.09	152.5
సోవియట్ రష్యా	315.01	127.5
పాకిస్తాన్	265.20	107.2
జపాన్	77.50	31.4
యునైటెడ్ అరబ్ రిపబ్లిక్	67.8	27.4
ఇటలీ	66.00	26.7
ఫ్రాన్స్	61.50	24.9
అర్జెంటీనా	27.20	11.0
ఆస్ట్రేలియా	19.15	7.7
కెనడా	12.00	4.8

సోవియట్ రష్యా: విస్తృతముగు ప్రకృతి సంపద కలిగి ఉన్నప్పటికినీ సోవియట్ రష్యా 1917 అక్టోబరు విప్లవమునకు పూర్వము వరకు వెనుకబడిన వ్యవసాయ దేశముగా ఉండెను. అంతర్యుద్ధానంతరము జెరావ్‌షాన్ నదిమీద పెర్‌వోమే డామును కట్టుట, గాంగీ డార్గోనీ పంటనీటి వ్యవస్థ నిర్మాణములతో బాటు ఇదివరకున్న నీటివనరుల పరిస్థితిని మెరుగుపరచుట జరిగెను. ఉజ్బెక్‌స్తాన్‌లో ఝున్ కాలువలును, జార్జియాలో అలాజాన్ పంటనీటి కాలువలును, మరికొన్ని నీటివనరులును కూడ నిర్మించిరి. 1929 తరువాత ఉజ్బెక్‌స్తాన్‌లో సావే, నార్పే, షఖ్రుద్; తాజిక్‌స్తాన్‌లో వక్ష్; కిర్గిజియాలో 'చూ' నదిపై చుమిష్ డాము మొదలగు పెక్కు పంటనీటి వనరుల సౌకర్యములు క్రొత్తగా కల్పించిరి.

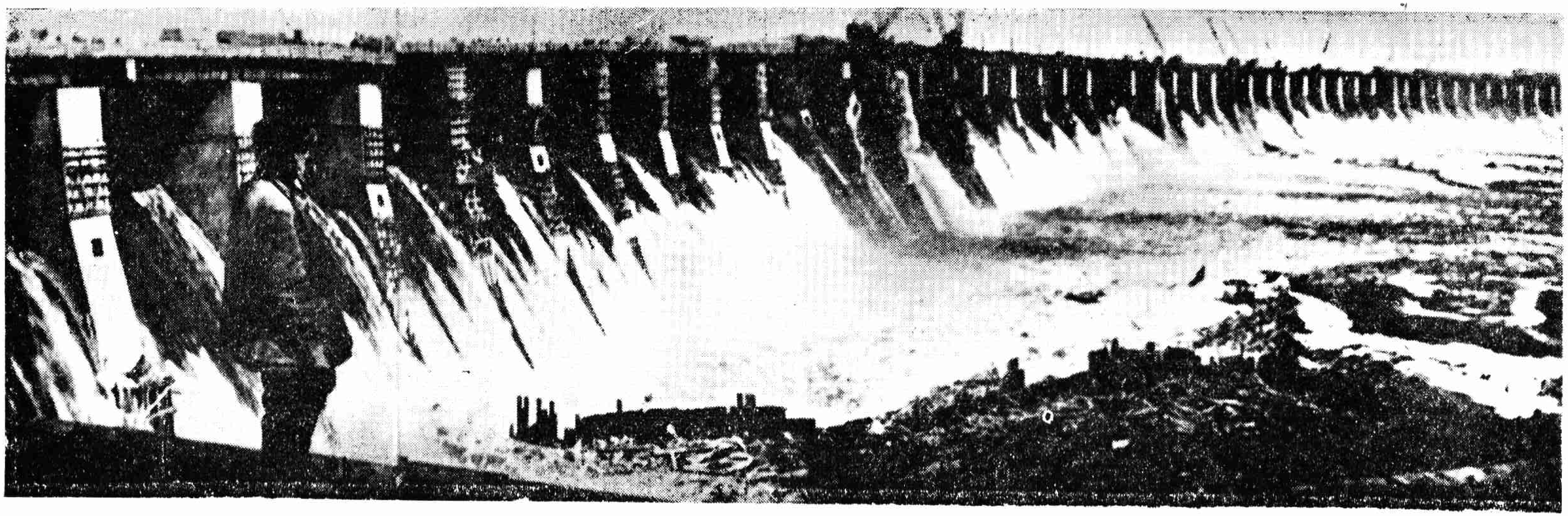
యుద్ధానంతర సంవత్సరములలో జెరావ్‌షాన్ నదిమీద కట్టా-కుర్గన్ జలాశయము పూర్తిచేయబడెను. ఉజ్బెక్‌స్తాన్‌లోని ఆమూ-దర్యా నదిపై మరొక జలాశయము 1946 నాటికి పూర్తిచేసిరి. సిర్-దర్యా, జెరావ్‌షాన్, ఆమూ-దర్యా తీరప్రాంతమున మరొక గొప్ప జలాశయ నిర్మాణమునకు పథకములు సిద్ధపరుపబడినవి.

పాకిస్తాన్ : దిగువ చీనాబ్ కాలువ సుమారు 12,33,132 హెక్టేరులకు నిరంతరము పంటనీటి వసతిని కల్పించుచున్నది. పెద్ద కాలువ, దానిశాఖల నిడివి 724 కి. మీ. దీని పిల్లకాలువల మొత్తపు నిడివి 4,025 కి. మీ. ఈ కాలువ ముఖస్థలమున 1100 క్యూసెక్కుల నీరు సరఫరా అగు వసతి కలదు; 2. దిగువ జీలమ్ కాలువ 4000 క్యూసెక్కుల నీరు సరఫరాచేయగల ముఖస్థల వసతి కలిగి 5,05,862 హెక్టేరులకు నీటి వనరులు కల్పించుచున్నది; 3. (i) ఎగువ చీనాబ్ కాలువ, (ii) దిగువ బడీ-దో-అబ్, (iii) ఎగువజీలమ్ కాలవ. ఈ మూడు కాలువలు కలసి దాదాపు 30,000 క్యూసెక్కుల నీటిని సరఫరాచేయుచు 13,35,477 హెక్టేరుల భూమికి నీటి వనరులు కల్పించుచున్నవి; 4. సట్లెజ్ లోయ ప్రాజెక్టులో నాలుగు బరాజులు నిర్మింపబడినవి. వీని వల్ల 25,09,078 హెక్టేరులకు నీటి పారుదల జరుగుచున్నది; 5. హవేలీ కాలువ ప్రాజెక్టు. ఈ ప్రాజెక్టు క్రింద 5,26,097 హెక్టేరులకు నీటివనరులు ఉన్నవి; 6. సింధులోని సుక్కూర్ బరాజు ప్రపంచములోని బరాజులు అన్నింటిలోను పెద్దదిగా ప్రసిద్ధి చెందినది. ఇది 31,16,113 హెక్టేరులకు నీటి సౌకర్యములను కలిగించుచున్నది; 7. సింధునదిపై థాల్ ప్రాజెక్టు 1946 లో పూర్తి అయినది.

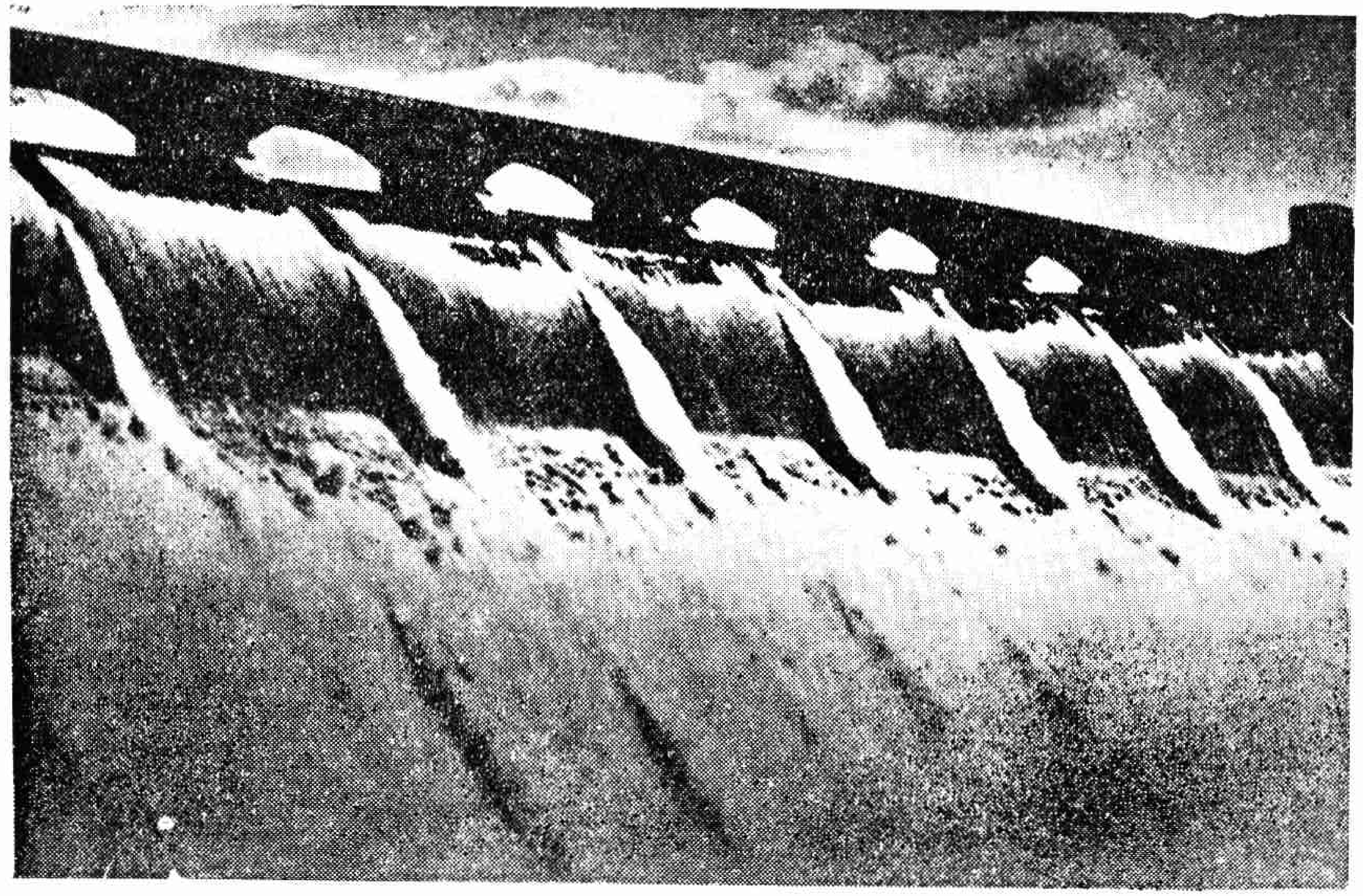
ఇటీవల (1961) భారత-పాకిస్తాన్ దేశముల మధ్య జరిగిన సింధుజలముల ఒడంబడిక ప్రకారము పాకిస్తాన్ సింధు, జీలమ్, చీనాబ్ నదుల నీటిని, భారతదేశము రావి, సట్లెజ్, బియాస్ నదుల నీటిని నిరాటంకముగా వాడుకొన వలయునని నిర్ణయమైనది. సింధు, జీలమ్, చీనాబ్ వంటి పశ్చిమ నదులపై జలాశయములు, బరాజులు, లంకె కాలువలు మొదలగు విస్తృతాభివృద్ధి కార్యక్రమములను పాకిస్తాన్ ప్రారంభించనున్నది [చూ. అకారాది - అంతర్జాతీయ నదీజలములు, ఒడంబడికలు].

యునైటెడ్ స్టేట్స్: ప్రపంచమున నీటివనరులు కల దేశములలో ఇది మూడవది. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో నవీనపద్ధతిని పంటనీటి వనరుల కల్పన 1847లో ప్రారంభమైనది. ఆ వత్సరమున ఆ దేశపు పడమటి ప్రాంతమునకు వలస పోయినవారు ఉటాహ్ ఎడారులను చేరి, తమ జీవిక కోసము ఒక చిన్నవాగును మళ్ళించుకొని, బంగాళాదుంపలు పండించుకొని మన గలిగిరి. 1900 నుండి ఫెడరల్ ప్రభుత్వము భూమిని సేద్యయోగ్యము చేయుటకు పెక్కు

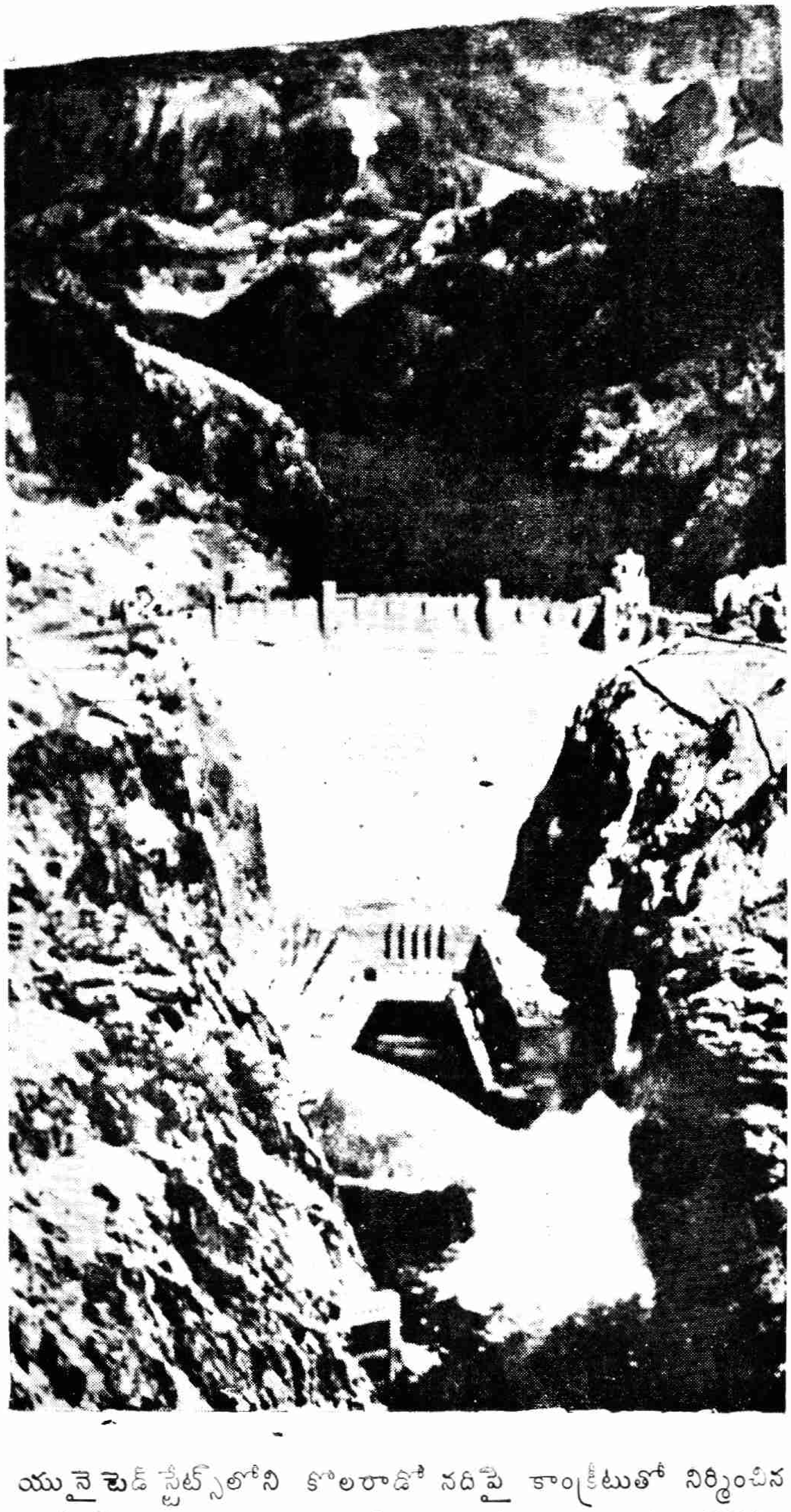
* 1966 నాటికి ఈ సంఖ్య 378.1 లక్షల హెక్టేరులకు పెరిగినది.



సోవియట్ రష్యాలోని నీపర్ డాము : పొడవు 764 మీ. (2,508'), ఎత్తు 37 మీ. (122') (1932)



← యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని వాషింగ్టన్ రాష్ట్రములో కొలంబియా నదిపై నిర్మించిన గ్రాండ్ కౌలీ డాము. పొడవు 1,268 మీ. (4,173'), ఎత్తు 167 మీ. (550') (1942)



యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని కొలరాడో నదిపై కాంక్రీటుతో నిర్మించిన హోవర్ డాము. పొడవు 592 మీ. (1,944′), ఎత్తు 221 మీ. (726′); దీనికి మరొక పేరు బౌల్డర్ డాము (1936)

ప్రణాళికలను ప్రారంభించెను. 1910 కి పశ్చిమ రాష్ట్రములలో 56,65,660 హెక్టేరుల భూమికి పంటనీటి వనరులు కల్పింపబడినవి.

భూములను వ్యవసాయ యోగ్యము చేయుటకొరకై యునైటెడ్ స్టేట్స్‌నందు 'యు. ఎస్. బ్యూరో ఆవ్ రిక్లమేషన్'అను సంస్థ 1902లో స్థాపింపబడెను. ప్రపంచమున చాల పెద్దవిగ పేరొందిన పెక్కు పంటనీటి వనరులను ఇది నిర్మించెను. పెద్ద జలాశయములు, కొండలను దాటుటకు కాలువ మళ్లింపు పథకములు మొదలగు పెక్కు ప్రాజెక్టులను ఆ యా నదీతీరమండలముల వారీగా నిర్మించుట లక్ష్యముగా ఉంచుకొని, పశ్చిమ రాష్ట్రములలో సేకరింపబడు జలమునంతటిని వినియోగపరచు వీలుండునంత దనుక, అందలి నీటివసతుల సమగ్రాభివృద్ధిని సాధించుటకు ప్రాతిపదికగ పరిశీలనలను జరిపి, ప్రణాళికలను ఈ బ్యూరో తయారుచేసినది. ప్రముఖములగు నదీ జలముల ప్రాజెక్టులలో క్రిందివాటిని పేర్కొన వచ్చును:

కొలరాడో నదీలోయ ప్రణాళిక: ఈ నదీ తీర మండలమున హూవర్ డాము నిర్మాణము అతి ముఖ్యమగు బహుళార్థ సాధక పథకము. దీని వలన తుదకు ఆరిజోనా, కాలిఫోర్నియా రాష్ట్రములలో 4,04,490 హెక్టేరులకు పైగా పంటనీటి పారుదల సాధ్యపడగలదు.

కొలంబియా లోయ ప్రణాళిక: ఈ ప్రాంతమున అతి ప్రధానమగు ప్రాజెక్టు గ్రాండ్ కౌలీడాము ప్రాజెక్టు. కొలంబియా నదీలోయలోని అనావృష్టి భూములకు -సుమారు 4,04,490 హెక్టేరులకు-నీరు లభించును.

సెంట్రల్ వ్యాలీ ప్రాజెక్టు (మధ్యలోయ ప్రణాళిక): ఈ ప్రాంతమున షాస్టాడాము, ఫ్రియాంట్ డాము మొదలగు వాటిని నిర్మించిరి.

మిస్సోరీ రివర్ బేసిన్(మిస్సోరీ నదీలోయ ప్రాంతము): ఇది పూర్తిగ అభివృద్ధి అయినప్పుడు 20,63,919 హెక్టేరుల మెట్ట భూమికి సేద్యపు నీరు ప్రవహించగలదు.

దేశమునందలి నదీజలములను నీటి పారుదల, నీటి సరఫరా, వరదల నిరోధము, విద్యుదుత్పత్తి మొదలగు బహుళ ప్రయోజనములకు గరిష్ఠప్రమాణమున వినియోగించుకొనుటకు సమగ్ర, సమన్వయిత నదీ తీర మండలానుసారి ప్రణాళికను అభివృద్ధి చేయుటయందు యునైటెడ్ స్టేట్స్ అగ్రగామిగ పేరుపొందినది.

చీనా: అతిప్రాచీన కాలమునుండియు చీనాయందు పంటనీటివనరులు కల్పించుట అలవాటులో ఉన్నది. చీనాలో హెచ్చుభాగము మితమైన ఉపోష్ణ మండల ప్రాంతమున చేరియుండి, ఏటా 250 మి. మీ. మొదలు 2,000 మి. మీ. వరకు వర్షపాతమును కలిగి ఉన్నది; భూమి సారవంతము. ఎల్లో, హువాయీ, యాంగ్‌ట్సీ అను మూడు ప్రధాన నదుల తీరమున సాగుకు యోగ్యమగు భూమియంతయు సాగుచేయబడుచున్నది [చూ. పు. 34].

పూర్వము చిన్నవియు, మధ్యరకమైనవియు అగు పంట నీటి వనరులు నిర్మింపబడినవి. కాని, 1951 నుండి నీటి నిల్వకై బృహత్తర కార్యక్రమములు ప్రారంభింపబడినవి. వీనివలన 36,82,679 హెక్టేరుల నేల అదనముగ సాగునకు వచ్చినది. చీనాలో నిర్మింపబడిన పెద్ద పంటనీటి కాలువ ఉత్తర కియాంగ్సీ కాలువ. ఇది 25,000 క్యూసెక్కుల నీరు పారించుటకును, 16,50,224 హెక్టేరుల భూమికి పంటనీటి వనరులు కల్పించుటకును ఉద్దిష్టమైనది. ఏమైనను చీనాలో మొత్తము నీటి పారుదల వసతిగల నేల విస్తీర్ణము 312.8 లక్షల హెక్టేరులు; ఇది చీనాలో మొత్తము సాగగు నేలలో 23% అని అంచనా కట్టబడినది.

భారతదేశమున పంటనీటి వనరులు

భారతదేశమున విస్తృతములగు పంటనీటి వసతుల ఏర్పాటు కలదు. నిజమునకు దీనికి సాటి ప్రపంచమున లేదని చెప్పనగును. పంటనీటి వనరుల ఏర్పాటు భారత దేశమునకు ప్రాచీనకాలమునుండి వచ్చుచున్న సంప్రదాయము.

భారతదేశమున ప్రాచీనులు సాధించిన పంటనీటి వనరుల అభివృద్ధిని గురించి ఇదివరకే ప్రస్తావింపబడినది [చూ. పు. 35]. కాని, ముఖ్యముగా గడచిన వంద ఏండ్లుగా ప్రభుత్వ ఆధ్వర్యవమున భారీ నీటివనరుల కార్యక్రమములు కొనసాగి, విస్తృత ప్రాంతములకు నీటి సౌకర్యములు కలిగినవి. కడచిన శతాబ్దమునందలి పంటనీటివనరుల అభివృద్ధి వివరములను పరిశీలించుటకు ముందు దేశమున నీటి వనరుల విస్తరణము, అనిశ్చిత జలాధారముల వ్యవస్థీకరణము మొదలగు అభివృద్ధి పథకములు నానాట ఎట్లు కొనసాగినవో తెలిసికొందము. ఈ పథకములో ముఖ్యమైనవి ఇవి: 1. గంగానదీ కాలువలు; 2. పంజాబ్ కాలువలు; 3. తూర్పు యమునా కాలువలు; 4. కావేరీ డెల్టా కాలువలు; 5. గోదావరీ డెల్టా కాలువలు; 6. కృష్ణా డెల్టా కాలువలు.

కంపెనీయుగమున జలాధారముల అభివృద్ధి

కడచిన శతాబ్దమున పంటనీటివనరుల కల్పన ఒక విజ్ఞాన శాస్త్రముగా స్థిరపడుటకు తమ కృషిమూలమున

సాయపడిన గొప్ప ఇరిగేషన్ ఇంజనీరులలో ఉత్తర భారత దేశమున ప్రోబీ కాట్లీ, దక్షిణాపథమున ఆర్థర్ కాటన్ వలె విశేష గౌరవపాత్రులు మరి ఉండరని పెక్కుమంది అభిప్రాయపడుచున్నారు.

కాట్లీ తన యౌవన దశలో 1839, డిసెంబరు నెలలో గంగానదీ తీరము వెంబడిని గర్వుముక్తేసర్ నుండి గంగా నది హిమాలయోపత్యకప్రాంతములనుండి మైదానములలో ప్రవేశించు హరిద్వార యాత్రాస్థలమువరకు కాలి నడకన పయనించెను. ఈ యాత్రలో అతడు సన్యాసుల వలె దండకమండలములు ధరించక, భూమిని సర్వే చేయు తియొడోలైట్ సరంజామా చేత బట్టుకొని బయలుదేరెను. శాస్త్రీయ విజ్ఞానమునకు సంబంధించినంతవరకు ఇంత దూరము కాట్లీ ఒక అజ్ఞాత భూమియందు ఒంటరిగా పయనించెనని భావించదగును. ఎందులకన, ఆ పరిసర భూమి యొక్క స్థల రీతిని గురించి మ్యాపులు అదివరకు ఎవరును సిద్ధపరచలేదు; నీటిప్రవాహ పరిమితియు కొలువబడలేదు. కాట్లీ అంతకు పూర్వమున తూర్పు యమున కాలువ అభివృద్ధి కార్యక్రమమున 14 ఏండ్లు గడిపినట్టివాడు. ఈ అనుభవము అతనికి గంగానదీ కాలువ నిర్మాణమునకు పూనుకొనుటకు మహత్తరమగు ఆత్మవిశ్వాసము కలిగించినది. గంగానదీ కాలువను తెచ్చుటకు సోలానీ ప్రవాహ గర్భమునకు అడ్డముగా అతడు కట్టిన జలవాహిక (అక్విడెక్ట్) అతని ప్రత్యుత్పన్నతను చాటుచున్నది. ఈ విషయమున అతడు సాధించిన ఘన విజయమును ఎవరును కాదనజాలరు. తన తరువాతి వారు శాస్త్రీయమగు ఇంజనీరింగు నైపుణ్యమున తనను మించిన చాతుర్యముతో నూతన నిర్మాణములు చేయుటకు అనువగు ప్రాతిపదికను కాట్లీ సిద్ధపరచెను.

దక్షిణ భారతదేశము ఆర్థర్ కాటన్ వంటి విఖ్యాతుడగు ప్రభుత్వపు ఇంజనీరును పొందుట ఒక గొప్ప అదృష్టము. ఆర్థర్ కాటన్ దక్షిణ భారతదేశమునందలి డెల్టా పథకములను స్థిరమగు పునాదులపై తీర్చిదిద్దెను. అంతటి మహత్తరమగు పురోగతిని సాధించిన ఏకైక వ్యక్తి గాని, పంటనీటి వనరుల కల్పనకు సంబంధించిన విజ్ఞానమునకు శాశ్వతమగు ప్రాతిపదికను వేసిన మహా వ్యక్తిగాని, ఆ విజ్ఞాన భవిష్యత్తునకు అంతగా ఆధారపడగల విషయ సామగ్రిని సమకూర్చిన ఏకైక వ్యక్తిగాని ఆయన వినా మరొకరు లేరని ఆర్థర్ కాటన్ విషయమున చెప్పవచ్చును. ఆయన వ్రాసినది తక్కువే అయినను, ఆయన జీవితమును, చేసిన ఘనకార్యములను విశదముగా ఆయన కుమార్తె హోప్ సతి 'సర్ ఆర్థర్ కాటన్ చరిత్ర' అను అర్థమొసగు పేరు గల ఇంగ్లీషు గ్రంథమున తెలిపెను. ఆయన దక్షిణ భారతదేశమందంతటను పెక్కు కాలువలను నిర్మించుటయందు సాధించిన విజయములు నేటికిని ఆశ్చర్యకరములు గను, ప్రశంసా పాత్రములుగను ఉన్నవి. గోదావరీ నదీ గర్భమున తారసిల్లు ఒకవిధమగు మన్నులో ఆనకట్టలు కట్టుటకు అడుగున రాతిపొర లేక పునాదులు (పెరిమియబుల్ ఫౌండేషన్) కృంగిపోవుచుండెను. కాటన్‌కు ముందు ఇట్టి ప్రత్యేక పరిస్థితిని పరిశీలించిన ఇంజనీరు లేకపోయెను. ఆయన నిర్మాణములకు మూలాధారములగు సిద్ధాంతములు నేడు కాలదోషమునకు లోనై ఆధునిక పద్ధతికి అనుగుణములుగా లేవనుట నిజమే; అయినను తనకు తెలిసిన దానిని దృఢనిశ్చయముతో కార్యాచరణలోనికి తెచ్చుటయందు కాటన్ పండితుని మేధాశక్తి అనన్య సాధ్యమగు రీతిలో పరిఢవిల్లినదనుటలో సందేహము లేదు. పంటనీటి వనరులు కల్పించుటయందు అతనికి గల శ్రద్ధాసక్తులు అతనిని సంపూర్ణముగ లోగొని, నీటిపారుదల విజ్ఞానమునకు సంబంధించిన పెక్కు ఇంజనీరింగు, వ్యవసాయ సమస్యలకు సత్వర పరిష్కార మార్గమును కనుగొన అతనికి సాయపడినవి. నేటికిని ఆంధ్ర రైతాంగము కాటన్‌ను అపర భగీరథుడని కొనియాడుచున్నది.

గంగానదీ కాలువ: కాట్లీ ఊహించి నిర్మించిన గంగా నదీ కాలువ చిరస్మరణీయమై నేటికిని ప్రపంచములోని ఎక్కువ పొడవగు కాలువలలో ఒకటిగా స్థానము సంపాదించుకొనినది. గంగానది హిమవన్నగమునుండి మైదానమునకు దిగి వచ్చుటలో తొలిఘట్టమగు హరిద్వారము వద్ద నుండి ఈ గంగ కాలువకు నీరు సరఫరా అగును. ఈ కాలువ నిర్మాణ కార్యక్రమము 1842 లో ప్రారంభమై కాలువకు నీరు 1861 — 62 లో వదలబడెను. ఈ కాలువ నిర్మాణ సమయమున ఆఫ్ఘనిస్తాన్‌కును, బ్రిటన్‌కును యుద్ధము జరుగుట వలన ఎన్నియో విఘ్నములు కలిగెను. వాటిని అన్నిటిని అతిక్రమించిన మీదట కాట్లీ ఈ కాలువ ప్రవ్వకమునకు తుది రూపమును ఇవ్వగలిగెను. కాని, ఆ తరువాతి కాలమున ఆ కాలువకు ఎన్నియో చేర్పులు, మార్పులు జరిగెను.

ఇప్పటి శాశ్వతమగు హెడ్ వర్క్స్ నిర్మించుటకు ముందు మొదటి రోజులలో పెద్ద పెద్ద బరువైన రాళ్ళను వేసి నింపిన కొయ్యతొట్లను నదికి అడ్డముగా వరుసగా తాత్కాలికమగు ఆనకట్టవలె పేర్చి, కాలువలోనికి నీరు ప్రవహించునట్లు చేయుచుండిరి. ఈ కాలువ మొదటి 32 కి.మీ. వరకు మిట్టపల్లముల ఒరగడ్డపు భూమిగుండా ప్రవహించును. ఆ ప్రాంతమున కట్టిన కొన్ని కట్టడములు

ఇరిగేషన్ ఇంజనీరింగునకు చెందిన గొప్ప సాహస కార్యములుగ పరిగణింపబడినవి. వానిలో ప్రత్యేకముగా పేర్కొనదగినది సోలానీ అక్విడెక్ట్. ఈ అక్విడెక్ట్ 15 మీటరుల విరళత గల 15 కమాను (ఆర్చీ) ల మీద నిర్మింపబడినది. ఇందలి జలమార్గము 49 మీటరుల వెడల్పు, 3 మీటరుల లోతు గలిగి ఉండునటుల రూపొందింపబడినది. అక్విడెక్ట్‌కు ఉభయపార్శ్వములందును కలిసి మొత్తము మీద దాదాపు $4\frac{1}{2}$ కి. మీ. పొడవుగల కరకట్ట ఒకటి 10 మీటరుల ఎత్తుగల సోలానీ లోయలో నిర్మితమైనది.

పిదప, 1878 లో దిగువ గంగకాలువ నరోరా వద్ద గంగకు కట్టిన ఆనకట్ట వలన నిర్మింపబడినది. ఎగువ గంగకాలువ రెండు శాఖల చివరలును దీనిలో కలియుచున్నవి. ఎగువ గంగ కాలువకు మరి మూడు క్రొత్త శాఖలు త్రవ్వబడినవి. ఎగువ కాలువ 5,26,097 హెక్టేరులకు పైగా భూమికి, దిగువ గంగ కాలువ 4,04,690 హెక్టేరులకు పైగా భూమికి పంటనీటిని సరఫరా చేయుచున్నవి.

పంజాబ్ కాలువలు : నాటి అవిభక్త భారతదేశమున పంజాబ్‌న పంటనీటి అభివృద్ధి మహత్తరముగ సాగినది. ఆ రాష్ట్రమున ప్రవహించు 5 నదులు సింధు, జీలమ్, చీనాబ్, రావీ, సట్లెజ్ అను వానివలననే పంజాబ్ అను పేరు ఆ రాష్ట్రమునకు వచ్చినది. వీనిలో సట్లెజ్ నది తక్కిన వానికన్నను హెచ్చుగా మైదానమునందే ప్రవహించుచున్నది. వండలి మన్ను గల ప్రాంతములు విశేషముగా ఉండుట పంజాబ్ భౌతికస్వరూపమున ప్రధాన లక్షణము. ఇందు నాలుగింట మూడు వంతుల నేల నీరు చక్కగా పారుటకు వాటముగా ఉన్నది. సాలీనా వర్షపాతము ఉపపర్వత ప్రాంతమున 635 మి.మీ. మొదలు 838 మి.మీ., లాహోరు మైదానములో 381 మి.మీ. మొదలు 508 మి.మీ., ముల్తాన్ పరిసరములలో 127 మి. మీ. కన్న తక్కువగను ఉండును. ఇటుల పంటనీటి వనరులు సాధ్యములును, ఆవశ్యకములును అగు పంజాబ్‌లోని అత్యధిక భాగమున వర్షపాతము దాదాపు 304 మి. మీ. మాత్రమే. ఇందు చాలభాగము జూలై — సెప్టెంబరు మధ్య ప్రాంతముల నడుమ వర్షించును. ఇటుల వర్షపాతము సక్రమముగా లేకపోవుటవలన, ఆ వర్షము సైతము తక్కువగా ఉండుటమాత్రమే గాక, ఏదియో ఒక అల్ప వ్యవధిలో పడుట వలన ఆయకట్టకు ప్రయోజనము ఏమియు కలుగుట లేదు. పంజాబ్‌లో మహత్తరమగు కాలువల వ్యవస్థకు ఆధారములగు హిమనదులే లేకపోయిన ఎడల ఆ రాష్ట్రమున సేద్యము చేయుట కష్టసాధ్యము.

ఇవిగాక, కొన్ని ప్రాచీనకాలపు జలాధారములును 1850 నాటికి చెక్కుచెదరక ఉండినవి. వీనిలో యమున, సింధు, దిగువ చీనాబ్ నదులకు చెందిన వెల్లువ కాలువలును, రావి నది నుండి త్రవ్వబడి, చారిత్రక ప్రసిద్ధిని వహించిన హాస్లీ కాలువయును ప్రముఖములు. ఈ విధముగ తొట్టతొలుత త్రవ్వబడినది పడమటి యమున కాలువ; తర్వాతది రావీ నదినుండి త్రవ్విన బారీ-దో-అబ్ కాలువ (1850 - 59). సట్లెజ్‌నుండి 1872 లో సర్ హింద్ కాలువను త్రవ్విరి. దిగువ చీనాబ్ కాలువ 1902 లోను, దిగువ జీలమ్ కాలువ 1905 లోను నిర్మాణము పూర్తి అయినది. పిదప వీటిని ఎగువ చీనాబ్, ఎగువ జీలమ్, దిగువ బారీ-దో-అబ్ కాలువలతో కలుపుటవలన ఒక జలమండలము ఏర్పడి, రావి, జీలమ్, చీనాబ్ అను మూడు నదుల జలాధారములు ఏకమగుటవలన వేరువేరు లోయలలోని మాగాణములకు ప్రయోజనము కలిగినది. సట్లెజ్ లోయ కాలువలను 1937 - 38 లో పొడిగించుట, హావేలీ, రంగపూర్ కాలువలను 1942 - 43 లో నిర్మించుట పంజాబ్ అభివృద్ధిని ఇనుమడింపజేసినది.

ఏడాది పొడుగున సదా ప్రవహించు ఈ కాలువలు పంజాబ్ స్వరూపమునే మార్చివేసినవి. గత శతాబ్దమున చాలవరకు బావులనుండి గానిండు లేదా ఏ కొలదిగనో నదీ ప్రవాహముల నుండి గానిండు 4,04,490 హెక్టేరుల నేలమాత్రమే సాగు అయ్యెడిది; కాని, పెక్కు కాలువలు త్రవ్వుటవలన క్రమముగా 20,63,719 హెక్టేరులకు పైగా భూమికి ఇపుడు నమ్మకముగా పంటనీటి వనరులు కల్పింపగల స్థితి సాధింపబడినది.

తూర్పు యమున కాలువ : ఉత్తరప్రదేశ్‌లోని తూర్పు యమున కాలువ చరిత్ర అతి ప్రాచీనము. చారిత్రక పత్రములలోని ప్రస్తావనలనుబట్టి ఇది మొగల్ చక్రవర్తులలో ఒకడగు మహమ్మద్ షా పరిపాలన కాలములో నిర్మింపబడి ఉండవచ్చునని ఊహింపబడుచున్నది. కాని, ఇది త్వరలోనే వాడకమునుండి తప్పిపోగా, గత శతాబ్ది ప్రారంభము వరకును పునరుద్ధరించుట సంభవించ లేదు. పుష్కలముగ నది ప్రవహించు సమయమున మాత్రమే పనిచేయు ప్రాత కాలువల పద్ధతినే ఇదియును రూపొంది, బాగుపరచునపుడును ప్రాత పద్ధతి పోకుండ అనుసరింపబడినప్పటికిని 1830 లో ఇది మరల ప్రయోజనకారిగ పరిణమించినది. 1875 - 79 మధ్య తాజేవాలా (ఢిల్లీకి 160 కి. మీ. ఎగువన) వద్ద పడమటి యమునపై ఆనకట్ట కట్టుటవలనను, తాజేవాలా నుండి నౌషేరా వరకు కాలువ త్రవ్వి, తూర్పు యమునకాలువను కలుపుట

వలనను యమునలో నీరు ఈ రెండు కాలువలకును ఉచితరీతిలో విభక్తమయ్యెను. తూర్పు యమున కాలువ కొన్ని కి.మీ. వరకు యమునా నదితో సమానాంతరముగ ప్రవహించి, ఢిల్లీవద్ద మరల నదిలో కలియుచున్నది. ఈ కాలువ 4,04,490 హెక్టేరులకు పైగా భూమికి పంటనీటి వనరులు కల్పించుచు, పెట్టుబడికి తగినంత ప్రతిఫలము కలిగించుచు చాల లాభదాయకముగ ఉన్నది.

కావేరీ డెల్టా వ్యవస్థ: కావేరీ డెల్టావ్యవస్థ భారతదేశమునందలి తక్కిన కాలువల అన్నిటికన్నను ప్రాచీనమైనది. ఈ డెల్టాలో వ్యవసాయమునకు ఎంత ప్రాచీనత కలదో, అంత ప్రాచీనతయే పంటనీటివనరుల కల్పనకును కలదని చెప్పదగును [చూ. పు. 34].

కావేరీ నదిపై నిర్మితమైన ఆనకట్ట (గ్రాండ్ ఆనకట్ట) 18 వందల ఏండ్ల నాటిది. ఇది కావేరిపై పంటనీటి వనరుల కొరకు కట్టిన ఆనకట్టల అన్నిటిలోను ప్రాచీనతమమైనది. కావేరీ నదిలోని వరదప్రవాహ జలమును ప్రధానముగ గ్రహించుటకే గాక, పంటచేలకు నీరు పారించుటకును కొల్లడము ఉపయోగపడినది. కాని, కొల్లడము కావేరీనదికన్నను తక్కువ మట్టమున సరాసరి సముద్రమువైపు ప్రవహించుటవలన కొన్ని ఏండ్లకు మరింత లోతయి, కావేరీ నది మెరక వేయుట సంభవించినందున డెల్టా ప్రాంతమునకు నష్టము కలిగెను. అప్పటి కంపెనీ ప్రభుత్వము గత శతాబ్ది ప్రారంభమున ఈ ప్రమాదమును గుర్తించి, దీనిని తొలగించుటకు ప్రయత్నించి, నీరు వడిగా దిగువకు పారుటకు పెద్ద ఆనకట్టకు కొన్ని తూములు కట్టించెను. కాని, ప్రయోజనము కలుగలేదు. తుదకు దీని పరిష్కార మార్గమును ప్రసిద్ధ ఇంజనీరగు ఆర్థర్ కాటన్ కనుగొనెను. శ్రీరంగ ద్వీపపు ముఖస్థలమున కొల్లడము, కావేరి అని రెండు పాయలుగ అఖండకావేరి విడిపోవుచోట కొల్లడము మీద ఆనకట్ట కట్టుటయే దీనికి విరుగుడని ఆర్థర్ కాటన్ సూచించెను. ఆ ప్రకారమే కొల్లడముపై ఆనకట్ట నిర్మాణము 1836 లో పూర్తి అయ్యెను. దీనివలన ప్రయోజనము కలిగిన మాట నిస్సందేహమే అయినను, త్వరలోనే ఇందువలన కావేరినది లోతెక్కిపోవుటయు, కొల్లడము మెట్ట వేసి, ఆనకట్ట మట్టమునకు వచ్చుటయు జరిగి, మునుపటి పరిస్థితియే తలక్రిందులుగ తటస్థపడినది. దీనివలన కావేరీ నది దాని శక్తికి మించిన ప్రవాహ జలమును గ్రహింపవలసి వచ్చెను. దీనిని అరికట్టని ఎడల పంటభూముల నీటి పారుదలకు ప్రమాదము ఉప్పతిల్లగలదను భయముతో శ్రీరంగద్వీప ముఖస్థలమున 'కావేరీ డాము' అను పేర ఒక వాలుగోడ(గ్రేడ్ వాల్)ను నిర్మించి, కొల్లడము మీది ఆనకట్ట పైభాగమును తగ్గించి, ప్రవాహపు మట్టమునకు పైగా కట్టిన అరుగు (ప్లాట్ ఫారమ్) నుండి దింపి, ఎత్తగల తలుపులు పెట్టించి, రెగ్యులేటరుగా మార్చిరి. ఈ చర్యలు వరదలను అదుపున పెట్టి, నీటిని కావేరి పాయలోనికి పంట నీటివనరుల కొనము తగినంత పంపుటకు తోడ్పడెను. కొల్లడము మీద ఈ చరిత్రాత్మకమగు నిర్మాణము రెగ్యులేటరుగా మార్చబడినప్పటికిని, ఇది ఎగువ ఆనకట్ట (అప్పర్ ఆనకట్ట) అనియే నేటికిని వ్యవహరించబడుచున్నది. ఆర్థర్ కాటన్ కొల్లడము మీద ఎగువ ఆనకట్టకు అనుబంధముగా 112 కి. మీ. క్రిందుగా దిగువ ఆనకట్టను ఒకదానిని నిర్మించెను. దీనివల్ల కొల్లడము నుండి కాలువ త్రవ్వి నీరు పంటచేలకు మళ్లించుటకు వీలయ్యెను.

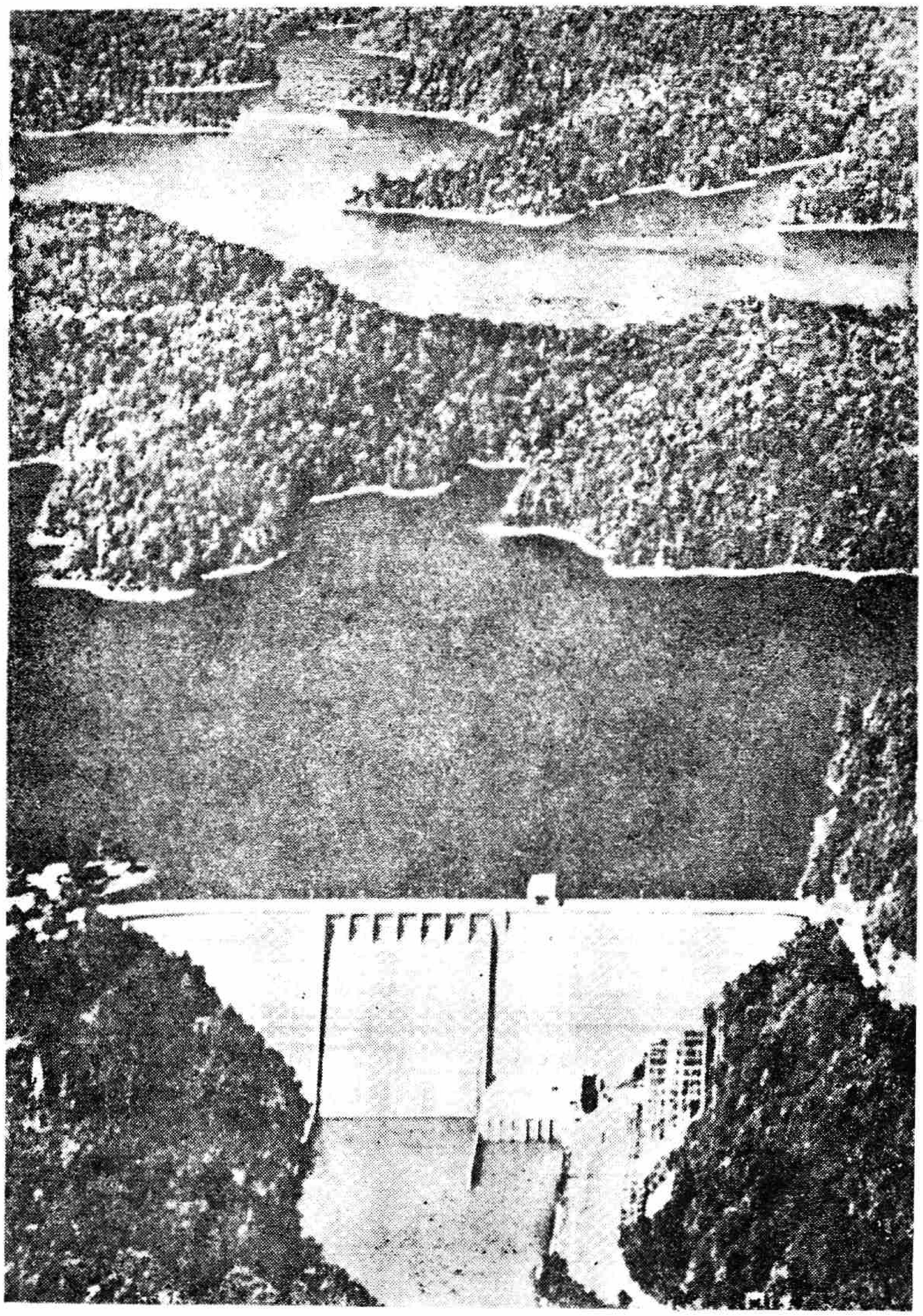
శ్రీరంగ ద్వీపపు కొట్టకొనన కావేరి మరల కావేరి, వెణ్ణార్ అని రెండు పాయలుగా చీలి, డెల్టా ప్రాంతమున రెండు ప్రధాన నదులుగ పేరొందినది. పెద్ద ఆనకట్ట వద్ద కలిగిన చీలికలు ఇదివరకే ప్రస్తావింపబడినవి [చూ. పు. 34]. ఇటీవల పెద్ద ఆనకట్టనుండి మద్రాసు రాష్ట్రపు సరిహద్దు జిల్లాలలోని సాగుభూమికి నీటిని పారించుటకై ఒక కాలువ త్రవ్వబడినది. పెద్ద ఆనకట్టకు దాదాపు 193 కి. మీ. ఎగువన కావేరీనదిపై ఒక జలాశయమును నిర్మించి, దాని నుండి ఈ కాలువకు నీరు మళ్ళించిరి. ఇందువలన ఈ పెద్ద ఆనకట్ట కావేరి వరదనీటిని కొల్లడమునకు మళ్ళించుటకును, కావేరి, వెణ్ణార్ నదులలోని నీటిని మళ్లించి, పాత డెల్టా భూములకు నీరు సరఫరా చేయుటకును మాత్రమేగాక, క్రొత్త కాలువ మూలమున అదనముగా కొన్ని భూములకు నీరు సరఫరా చేయుటకును హెడ్ వర్క్సుగా వినియోగపడుచున్నదని విదితము. కావేరి, వెణ్ణార్ నదులు రెండును పలు పాయలుగా చీలి, పోను పోను పంట కాలువలు, పిల్ల కాలువలు, బోదె కాలువలుగ మారిపోవుచున్నవి. సాగరమును చేరుసరికి మహానదియగు కావేరి సాధారణమైన చిన్న పిల్లకాలువగా మారిపోవుచున్నది. గడచిన నూరు ఏండ్లుగా పంటనీటి కాలువ సౌకర్యములందు పెక్కు మార్పులు, చేర్పులు జరిగినవి. పెక్కు ఆనకట్టల స్థానమున రెగ్యులేటర్లు (తలుపులతో కూడిన ఆనకట్టలు) ఏర్పడినవి. ప్రస్తుతము కావేరి డెల్టా వ్యవస్థ 2,414 కి. మీ. పొడవు పెద్ద కాలువలతోను, 3,218 కి. మీ. పొడవు పిల్ల కాలువలతోను 4 లక్షల హెక్టేరులకు పైబడిన వరిచేలకు నీరు పారింపజేయుచు ఎంతయో లాభసాటివగు నీటిపారుదల వ్యవస్థలలో ఒకటి అయినది. ఇందువలన కావేరీ డెల్టా ప్రాంతము దక్షిణ దేశమునకు అచ్చముగ ఒక ధాన్యాగారమే అయినది.

ప్రపంచములోని డాములు

డాము	స్థానము	నది	ఎత్తు (మీ.)	పొడవు (మీ.)	నిర్మాణము పూర్తి అయిన సంవత్సరము
అస్వాన్	ఈజిప్టు	నైలు	51	2,070	1934
అస్వాన్ హై	,,	,,	108	489	—
ఆండర్సన్ రాంచ్	ఇడాహో ఆరెగాన్	బోయిస్	137	405	1948
అషోకన్	న్యూయార్క్	ఈసోపస్ ఉప్పునీరు	76	1,395	1912
కరాజు	ఇరాన్	కరాజు నది	177	386	1962
కురో బెగావా	జపాన్	కురూబె	191	420	1962
కౌగార్	ఒరెగాన్	మెకంజీ	155	519	1965
ఎల్ కాపిటాన్	కాలిఫోర్నియా	శాన్ డీగో	81	360	1935
గారిసన్	ఉరుకోటా	మిస్సౌరీ	63	3,600	1954
గ్లెన్ కన్యాన్	అరిజోనా	కొలరాడో	210	463	1963
గ్రాండ్ కౌలీ	వాషింగ్టన్	కొలంబియా	168	1,242	1942
గ్రాండె డిక్సెన్సె-2	స్విట్జర్లండ్	డిక్సెన్సె	276	844	1961
చంబాన్	ఫ్రాన్స్	రోమాన్చె	135	324	1934
ట్రినిటీ	కాలిఫోర్నియా	ట్రినిటీ	161	735	1960
ట్రెస్ మారియాస్	బ్రెజిల్	సాఓ ఫ్రాన్సిస్కో	70	2,520	1960
డయాబ్లో	వాషింగ్టన్	స్కాగిట్	116	354	1930
పాలిసేడ్స్	ఇడాహో	స్నేక్	78	630	1932
బిన్-ఎల్-వీడాన్	మొరాకో	వాడి-ఎల్-అబిద్	132	285	1954
ఫోంటానా	ఉకరోలినా	లిటిల్ టెనసీ	144	716	1944
ఫోర్ట్ పెక్	మోంటానా	మిస్సౌరీ	75	6 5308	1940
ఫ్రియాంట్	కాలిఫోర్నియా	సాన్ జోక్విన్	93	1,046	1944
ఫ్లేమింగ్ గార్జ్	ఉటాహో	గ్రీన్	151	386	1964
బుర్రింజక్	ఆస్ట్రేలియా	ముర్రుమ్ బిడ్జి	79	230	1913
బుల్ షోల్స్	ఆర్కన్సాస్	వైట్	63	705	1948
మాన్స్ఫీల్డ్	టెక్సాస్	కొలరాడో	81	1,528	1942
మడ్ మౌంటేన్	వాషింగ్టన్	వైట్	128	210	1948
మావోసిన్	స్విట్జర్లండ్	డ్రాన్సేడ బాగ్నెస్	234	525	1957
వూ-షేహ్	తైవాన్	వూ-షెల్ చీ	112	210	1961
వోల్టా	ఘానా	వోల్టా	111	630	నిర్మాణములో
వోహే	ద. డకోటా	మిస్సౌరీ	73	281	1930
వోవైహీ	ఒరగాన్	వోవైహీ	125	303	1932
వుల్ఫ్ క్రీక్	కెంటకీ	కంబర్లాండ్	72	1,721	1948
రాస్	వాషింగ్టన్	స్కాగిట్	164	383	1949

ప్రపంచములోని డాములు

డాము	స్థానము	నది	ఎత్తు (మీ.)	పొడవు (మీ.)	నిర్మాణము పూర్తి అయిన సంవత్సరము
శాస్టా	కాలిఫోర్నియా	శాక్రమెంటో	181	104	1945
శాన్ గాబ్రియెల్ -1	కాలిఫోర్నియా	శాన్ గాబ్రియెల్	107	462	1938
సకూమా	జపాన్	తెన్‌ర్యూ	154	588	1956
సలూడా	ద. కెరోలినా	సలూడా	62	2,351	1930
సెంటర్ హిల్	టెనస్సీ	కానేఫోర్క్	75	648	1951
హూవర్ (బౌల్డర్)	అరిజోనా-నెవాడా	కొలరాడో	218	373	1963



యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని టెన్నసీవాలీ ప్రణాళికకు సంబంధించిన హివాసీ డాము
ఎత్తు 300 అ. (జలవిద్యుత్తు కేంద్రము)

గోదావరి డెల్టా వ్యవస్థ: ఆర్థర్ కాటన్ కావేరీ డెల్టాలో తన కృషి ఫలితములు సఫలమగుటవలన తన దృష్టిని తెలుగుదేశమున ఉన్న గోదావరిపై ప్రసరింపజేసెను. ఇది పడమటి కోస్తాకు ఇంచుమించు 80. కి. మీ. దరిదాపున పడమటి కనుమలలో నాసిక్ సమీపమున త్ర్యంబకము అను చోట జన్మించి, 3,00,440 చ. కి. మీ. ఆరగాణి నుండి వచ్చు నీటిని గ్రహించి, దక్షిణాపథమున పడమర నుండి తూర్పుగా 1,440 కి. మీ. ప్రవహించి, కడకు తూర్పు కనుమలను-పాపికొండలవద్ద, రాజమండ్రికి ఎగువ-తొలుచుకొని వెళ్ళి, తూర్పు కోస్తా మైదానమును దాటి బంగళాఖాతమున పడుచున్నది. ఈ నది ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని తూర్పు గోదావరిజిల్లా ధవళేశ్వరమువద్ద 6 కి. మీ. మేర వెడల్పు కలిగి ఉన్నది. ఇచ్చటనే ఇది గౌతమి, వసిష్ఠ అని రెండు పెద్ద పాయలుగా .చీలి డెల్టా ప్రాంతము రూపొందుటకు శ్రీకారము చుట్టినది.

డెల్టాప్రాంతమంతయు 1832-41 మధ్యకాలమున అనావృష్టి కారణమున కరువుకాటకములకు గురి అయ్యెను. ఈ విషయము నాటి ప్రభుత్వ దృష్టిని ఆకర్షించి, సత్వర చర్యలకు దారి తీసినది. తరచు వచ్చు ఈ వినాశకరమగు క్షామములను శాంతింపజేయు పని ఆర్థర్ కాటన్‌కు అప్పగింపబడెను. ఆర్థర్ కాటన్ ఎంతయో ఆలోచించి గోదావరిపై ధవళేశ్వరమువద్ద పెద్ద ఆనకట్టను నాలుగు భాగములుగా (ధవళేశ్వరము 1,452 మీ. పొడవు; ర్యాలి 858 మీ. పొడవు; మద్దూరు 465 మీ. పొడవు; విజ్జేశ్వరము 780 మీ. పొడవు) గోదావరి లంకలతో కలుపుచు నిర్మించుటకును, ఈ ఆనకట్టనుండి పెక్కు కాలువలను, పిల్లకాలువలను త్రవ్వి సుమారు 5, 180 చ. కి. మీ. ప్రాంతమునకు పంటనీటి వనరులు కల్పించుటకును ప్రణాళికను సిద్ధపరచి, పనికి పూనుకొనెను. ఈ ఆనకట్ట పనులు 1846 లో ఆరంభమైనను, 1890 కి గాని నిర్మాణము సర్వాంగముగా పూర్తి కాలేదు. డెల్టా ప్రాంతమును గౌతమీ గోదావరి, వసిష్ఠ గోదావరి అను ప్రధానమగు నదులు తూర్పు ప్రాంతమనియు, మధ్య ప్రాంతమనియు, పశ్చిమ ప్రాంతమనియు మూడు ప్రత్యేక ప్రాంతములుగా విభజించుచున్నవి. ఈ నదులలో ప్రతిదాని నుండియు క్రమముగ కాలువలు, పెద్ద కాలువలు, పంట కాలువలు, బోదె కాలువలును రూపొందింపబడినవి. హెడ్ వర్క్సులో దాదాపు 4 కి. మీ. పొడవు ఆనకట్టయును, 3. కి. మీ. పొడవు కరకట్టలును చేరి ఉన్నవి. ఈ కాలువ వ్యవస్థలో పెద్ద కాలువలు, వాని శాఖలు 804 కి. మీ. పొడవుగాను, వాని ఉపశాఖలును, పంటకాలువలును 3,218 కి. మీ. పొడవుగాను ఉన్నవి. తూర్పు ప్రాంతమున ప్రవహించు పెద్ద కాలువ గన్నవరంవద్ద వైనతేయముపై అక్విడెక్ట్‌గుండా పోవుచున్నది. ఇందువలన 5. 15 లక్షల హెక్టేరులకు పైగా పంటనీటి వనరులు కల్పింపబడుటయే కాక, పెట్టుబడిమీద మంచి ఆదాయము సైతము లభించుచున్నది. ఒకప్పుడు కరువు కాటకములకు ఆలవాలముగ ఉన్న ప్రాంతము ఈ ఆనకట్ట నిర్మాణము వలన వరిపైరుతో విలసిల్లు విశాల క్షేత్రములతోడను, వాని నడుమ నడుమ ఫలవృక్షారామముల తోడను కనులవిందై, సిరికి నెలవై, మేలు పంటల కాణాచియై ఖ్యాతి వహించినది.

కృష్ణా డెల్టా వ్యవస్థ: కృష్ణాడెల్టా అభివృద్ధికి దారి చూపినదియు క్షామమే. 1832 - 33 లో అనావృష్టివలన పంటలు పండక భయంకరమగు క్షామము ఏర్పడినది. జనము అసంఖ్యాకముగా ఆ ప్రాంతమున దుర్మరణము పాలైరి. ప్రక్కన ఉన్న కృష్ణానది తన అపార జలములను వ్యర్థముగ సముద్రములో కలుపుచుండగా నీరు లేక, క్షామము ఏర్పడి, తత్ప్రాంతపు వేలకొలది ప్రజలు దుర్మరణము పాలగుట దుర్విధి గాక మరేమి కాగలదు! అందువలన కృష్ణను సద్వినియోగపరచుటకై, దాని నీటిని పంటలకు అందించుటకై అంతటంతట పెక్కు పర్యాయములు ఆలోచనలు సాగినవి. కాని, 1851 కి గాని కృష్ణాడెల్టా ప్రణాళిక మంజూరు కాలేదు.

కృష్ణానది గోదావరివలెనే పడమటి కనుమలలో పుట్టి దక్కను ద్వీపకల్పము మీదుగా అడ్డముగా పడమరనుండి తూర్పునకు 1,287 కి. మీ. ప్రవహించి, 2, 15, 230 చ. కి. మీ. విస్తీర్ణమగు ఆరగాణినుండి నీటిని గ్రహించి, బంగాళాఖాతమున పడుచున్నది. ఈ నది సముద్రములో పడుటకు ముందు 96 కి. మీ. ఎగువన, విజయవాడ-సీతానగరము కొండల మధ్య ఒక కిలో మీటరు వెడల్పు సన్నని లోయగుండా ప్రవహించుచున్నది. పంటనీటివనరుల పథకమున ఈ స్థలము ఆనకట్ట నిర్మాణమునకు అనుకూలమైనదిగా భావింపబడినది. గోదావరి ఆనకట్ట నిర్మాణమున యోగ్యుడగు ఆర్థర్ కాటన్ వంటి సమర్థుడగు ఉన్నతాధికారి క్రింద పనిచేసి అనుభవము గడించినవాడు, ఆర్థర్ కాటన్‌కు విశ్వాసపాత్రుడు అగు సి. ఏ. ఆర్ అనునతనికి కృష్ణ ఆనకట్ట నిర్మాణ పథకము 1852 లో అప్పగింపబడినది. ఈ పని త్వర త్వరగా జరిగి, 1855 లో విజయవంతముగా పూర్తిచేయబడినది. ఇంతటి బ్రహ్మాండమగు నదిని అదుపులో పెట్టుటయను మహత్తరమగు కార్యమును పరికించినప్పుడు ఇది చాల స్వల్ప వ్యవధిలోనే పూర్తి అయిన

దనియే చెప్పవచ్చును. అటుతరువాత ఈ ఆనకట్టకు ఎన్నియో మార్పులు జరిగినవి. ఈ ఆనకట్టకు 1.82 మీ. కొలతగల పై నుండి క్రిందికి చతికిలబడు తలుపులు (ఫాలింగ్ షటరులు) అమర్చబడినవి. దానిని యంత్ర సహాయము (మెకానికల్ ప్లో)తో ఎత్తి దింపుచుండెడివారు. ఆనకట్ట కట్టు సమయమున దీని వలనను, తత్సంబంధమగు కాలువల వలనను, వెల్లువ కట్టల వలనను 2.34 లక్షల హెక్టేరుల ఆయకట్టుకు నీరు పెట్టవచ్చునని భావించిరి. 1.82 మీ. తలుపులను అమర్చిన తరువాత ఆ ఆయకట్టు 6 లక్షల హెక్టేరులకు పెరిగినది. కాని, ఈ మొత్తపు నిర్మాణమునకే కాలదోషము పట్టినదనియు, ఆయకట్టుకు తరుచు వరద దెబ్బ తగులుట వలన ప్రమాదము ఏనాడైనను సంభవింప వచ్చుననియు కాలక్రమమున భయమేర్పడినది. అంతే కాక, ఆయకట్టు కూడ అనుకున్న దానికన్న ఎక్కువగ పెరిగినది. 1952 లో వచ్చిన వరదలకు ఆయకట్టుకు పడిన గండ్లను పూడ్చుటకు ప్రయత్నించి, ప్రమాదవశమున అయిదుగురు సీనియర్ ఇంజనీరులు ప్రాణములు కోల్పోవుట సంభవించిన తరువాత, ఆనకట్టకు ఎగువ 31 మీ. దూరములో క్రొత్త బరాజును 2.8 కోట్ల రూపాయల వ్యయముతో కట్టుటకు నిర్ణయించిరి. ఈ బరాజు పూర్వపు ఆనకట్టును బలపరచుటకు ఉద్దేశింపబడినది. దీనికి తోడు ఆ ఆనకట్ట ఇరువైపుల నుండి బయలుదేరిన కాలువలకు ఎక్కువ నీరు సరఫరా చేయుటకు కూడ ఉద్దేశింపబడినది. ఇట్లు అదనముగా 40 వేల హెక్టేరుల ఆయకట్టుకు నీటి సదుపాయములు కల్పించు జలాశయముగను ఉపయోగపడుచున్నది. ఈ క్రొత్త బరాజు నిర్మాణమును అవకాశముగ గ్రహించి, కృష్ణా నదికి అడ్డముగ అచట ఒక రోడ్డు వంతెనను నిర్మించుటకును వీలు కలిగినది. కృష్ణాబరాజు (దీని ఇప్పటి పేరు ప్రకాశం బరాజు)మూడు ఏండ్ల (1954-57) అత్యల్ప వ్యవధిలో అప్పటికి గల ఆయకట్టునకు నీరు పారింప జేయుచునే పూర్తి చేయబడినది [చూ. పు. 60].

రిజర్వాయరుల యుగము

పెద్ద కాలువల నిర్మాణము దాదాపు తూర్పు ఇండియా కంపెనీ పరిపాలన కాలములో ప్రారంభింపబడినది [చూ. పు. 50]. నీటిని నిల్వచేయుటకు ప్రత్యేకమైన ఏర్పాటులు అవసరములేకుండా, నదినుండి నీటిని తిన్నగా కాలువల లోనికి మళ్ళించుటకు ఈ ప్రణాళికలు ఉద్దేశింపబడినవి. కంపెనీ ప్రభుత్వము ఈ నిర్మాణమువలన తమకు కలుగు లాభనష్టములనే ప్రధానముగా చూచుకొనెడిది. ఈ పెద్ద కాలువల ప్రణాళికలకు జలాశయ (రిజర్వాయరు) నిర్మాణము అవసరము లేనందున ఖర్చు కలిసి వచ్చెడిది. తదుపరి నిర్మించిన నీటివనరులలో కేవలము ప్రవాహమునే కాలువల లోనికి మళ్ళించుటకు పంటకాలమున నదిలో తగినంత నీరు మిగలనందున రిజర్వాయరులను నిర్మించి, వరద నీటిని సమీకరించి ఉంచవలసిన అగత్యము కలిగినది. దీనితో నిర్మాణపు ఖర్చులు పెరుగుట సంభవించినది.

కంపెనీ రాజ్యము 1858 లో అంతరించి, బ్రిటిషు రాజరికమును భారతదేశము సంతరించుకొనిన తరువాత కూడ వ్యాపారపు దృష్టి కొంతకాలము సాగకపోలేదు. అందువలన ఈ కాలువల నిర్మాణము కొన్ని ప్రయివేటు సంస్థలు నిర్వహించవలసి వచ్చినది. నాటి మద్రాసు రాజధాని (మద్రాసు)లో 'మద్రాసు ఇరిగేషన్ కంపెనీ', బెంగాల్ రాజధాని (కలకత్తా)లో 'తూర్పు ఇండియా ఇరిగేషన్ కాలువల కంపెనీ' ప్రభుత్వ హామీలతో 1863లో కొన్ని నీటివనరుల నిర్మాణమును ప్రారంభించినవి. కాని, కొంత పని జరిగిన పిమ్మట ఈ కంపెనీలు మూలబడుటవలన ప్రభుత్వమే చేపట్టవలసి వచ్చినది. తెలుగు దేశమున కర్నూలు–కడప కాలువ మద్రాసు ఇరిగేషన్ కంపెనీ మొదలు పెట్టినదే.

ఈ ప్రయివేటు సంస్థలు దివాళా తీయుటవలన, ప్రభుత్వ పద్ధతిలో కొన్ని ముఖ్యమైన మార్పులు వచ్చినవి; మొదటిది: నీటివనరుల నిర్మాణము ప్రభుత్వము చేతిలోనికి వచ్చుట; రెండవది: నిర్మాణమునకు కావలసిన ధనము ఋణముల రూపములో ప్రభుత్వము ఏర్పాటు చేసికొనుటకు సౌకర్యము కలిగించుట. ఈ మార్పు 1866లో జరిగినది.

పంటనీటి వనరుల నిర్మాణము ప్రభుత్వపరమగుటతో మరొక సౌకర్యము కూడ కలిగినది. ఇది నిత్యము దుర్భిక్షమునకు గురియగు కొన్ని ప్రాంతములలో కరువు నివారణ పథకముల క్రింద ప్రభుత్వము కొన్ని ప్రణాళికలను నిర్మించుట - ఈ నిర్మాణములను ప్రారంభించి నప్పుడు అవి తగినంత లాభసాటి(వడ్డీ దృష్ట్యా) కాకపోయినను - ప్రజాక్షేమమునకై వీటిని నిర్మించవలసి వచ్చినది. మహారాష్ట్రములో ఇప్పుడు మహోపకారులైన ఖడక్ వాస్లా, చిన్న లాయిడ్ డాము మొదలైన నీటివనరుల నిర్మాణము ఈ విధముగనే మొదలయినది. ఇది కాకతాళీయముగా రిజర్వాయరుల యుగమునకు త్రోవతీసినది.

భారతదేశమున పెద్ద ఆనకట్టతో ఏర్పడిన మొదటి పెద్ద రిజర్వాయరు పూనా సమీపమున ఉన్న ఖడక్ వాస్లా రిజర్వాయరు. దాదాపు 30 మీటరుల (100′) ఎత్తు ఉన్న ఈ ఆనకట్ట నిర్మాణము సేద్యపు నీటిసౌకర్యమునకై 1869లో ప్రారంభమై 1879 లో పూర్తి అయినది. 25 ఏండ్ల తరు

వాత మోతుగుండం విశ్వేశ్వరయ్య రూపొందించిన తలుపులను మొదటిసారిగా ఈ ఆనకట్టకే అమర్చిరి. ప్రారంభమున కేవలము సేద్యపు నీటికై ఉద్దేశితమయిన ఈ జలాశయము తరువాత కాలమున పూనా నగరమునకు మంచినీటి సరఫరాకు ఎక్కువ వినియోగపడినది. 1961లో దీనికి ఎగువన ఉన్న పాంశేట్ ఆనకట్ట వరద ప్రమాదములో కొట్టుకొనిపోయినప్పుడు ఖడక్‌వాస్లా ఆనకట్ట వరద వెల్లువను చాలసేపు ఆపి, చివరకు గండిదెబ్బ తిన్నది. అప్పుడు ఈ ఆనకట్టయే లేకుండినచో పూనా నగరమునకు సంభవించిన ఆపద మరింత తీవ్రమయ్యెడిది.

పంజాబ్‌లో సట్లెజ్‌నది నుండి బయలుదేరు సర్‌హింద్ కాలువ, ఉత్తర ప్రదేశ్‌లోని ఆగ్రాకాలువ, దిగువ గంగ కాలువ, పరిచా రిజర్వాయరు, బేట్వా కాలువలు, మద్రాసులోని పెరియారు రిజర్వాయరు మొదలైనవి 19వ శతాబ్ది చివరిభాగములో వచ్చినవే. వీనిలో పెరియారు రిజర్వాయరుకు ప్రత్యేక స్థానము కలదు. పడమటివైపుకు ప్రవహించు పెరియారు నదిని తూర్పు దిశగా మళ్ళించుటకై నిర్గమ ప్రాంతములో 53 మీటరుల(175')ఎత్తుగల ఆనకట్టను నిర్మించుట; నీటిని మళ్ళించుటకు కొండలగుండా సొరంగము; పెరియారు నీరు తూర్పు దిశగా ప్రవహించు వైగై నీటితో కలిసిన దిగువన ఆనకట్ట, కాలువలు ఇవన్నియు అప్పటి పరిస్థితులలో జటిలమైనవే. ఈ క్లిష్టమైన కార్యక్రమమును నిర్వహించిన కర్నల్ పెన్నీ క్విక్ శ్లాఘనీయుడు. ఈ ప్రాజెక్టు నిర్మాణము 1890 ప్రాంతములో జరిగినది. పెరియారు నిర్మాణమున మరొక ప్రత్యేకత కలదు. ఈ రిజర్వాయరు స్థలము అప్పటి తిరువాన్కూర్ సంస్థానమునకు చెందినది. దానివలన కలుగు ప్రయోజనము మాత్రము మద్రాసు రాష్ట్రమునకు పరిమితమయినది. ఇరుగు పొరుగు రాష్ట్రముల సుహృద్భావమునకు పెరియారు ప్రాజెక్టు నిర్మాణము ఒక చక్కని నిదర్శనము.

'దుర్భిక్ష నివారణ—నీటివనరులు' అన్న అంశముపై నివేదించుటకు 20వ శతాబ్ది తొలుదొల్త ఏర్పడిన ఇరిగేషన్ కమిషన్ నియామకముతో నీటివనరుల చరిత్రలో నూతన అధ్యాయము ప్రారంభమైనది. 1901లో ఏర్పడిన ఈ సంఘము దేశమంతయు పర్యటించి 1903 లో నివేదికను సమర్పించినది. క్షామ పరిస్థితులను నివారించుటకు నీటి వనరులు ఎంతో ఆవశ్యకమని ఈ సంఘము ఉద్ఘాటించినది. పంటనీటి వనరుల నిర్మాణములకై నిధులను సేకరించుటను గూర్చి ప్రస్తావించుటయే గాక, ఈ సంఘము అప్పటికి ఆలోచనలో ఉన్న అన్ని ప్రాజెక్టులపైన కూడ తమ అభిప్రాయములను వెల్లడించినది.

ఈ సంఘపు సలహాను ప్రభుత్వము చాల వరకు ఆమోదించుట వలన క్రొత్త నీటివనరుల నిర్మాణమునకు ఎంతో అండ దొరికినది. అప్పుడు వెనువెంటనే మొదలైన ప్రాజెక్టులలో ముఖ్యమైనవి కొన్ని ఇప్పుడు పాకిస్తాన్ భూభాగమున ఉన్నవి. బీహార్‌లోని త్రివేణీకాలువలు, మహారాష్ట్రమునందలి నీరా, గోదావరి, ప్రవరా రిజర్వాయరులు, కాలువలు, ఉత్తరప్రదేశ్‌లోని శారదా కాలువలు, మధ్యప్రదేశ్‌లోని మహానది రిజర్వాయరు, కాలువలు ఇరిగేషన్ కమిషన్ నివేదిక ద్వారా ఫలించిన పంటనీటి వనరులు. అప్పుడు మహారాష్ట్రములో ఏర్పడిన కాలువలు రిజర్వాయరులతో కూడినవి. నీరా కాలువలకై నిర్మింపబడిన భాటఘర్ సరస్సు(లాయడ్ డాము)అప్పటిలో పెద్ద రిజర్వాయరులలో ఒకటి అగుటయే గాక, ఇప్పటికిని మహారాష్ట్రలో అత్యధిక విస్తీర్ణము కగిలిన మేరకు పంటనీటిని ఇచ్చుచున్నది. ప్రవరా కాలువలకై నీటిని నిల్వచేయుటకు భండార్థరా రిజర్వాయరు, గోదావరి కాలువలకై దార్నా రిజర్వాయరు నిర్మితములయినవి. 1910 లో భండార్థరా వద్ద ప్రారంభింపబడిన విల్సన్ డాము అప్పటిలో ప్రపంచములోని ఎత్తయిన పంటనీటి నిర్మాణములలో ఒకటిగా పరిగణింపబడినది [సుమారు 82 మీటరుల (270') ఎత్తు].

మాంటేగ్ - చెమ్స్‌ఫర్డ్ సంస్కరణలు(1921) అములుకు వచ్చుటతో రాష్ట్ర ప్రభుత్వములకు నీటివనరుల నిర్మాణమున ఇదివరకు కన్న స్వేచ్ఛ లభించినది. పంటనీటి వనరుల నిర్మాణమునకై వలసిన నిధులను సేకరించుటకై ఋణములను సేకరించు అధికారము రాష్ట్ర ప్రభుత్వములు సంతరించుకొనినవి. కాని, 50లక్షల రూపాయలకు పైబడిన పెద్ద నిర్మాణములకు ఇండియా కార్యదర్శి అనుమతిని పొందవలసి ఉండెను. 1935 వరకును నీటివనరుల నిర్మాణము రాష్ట్రములలో ప్రభుత్వాయత్త శాఖగా గవర్నరు ఎగ్జిక్యూటివ్ కౌన్సిల్ సభ్యుని అధీనమందే ఉండినది గాని, అప్పటిలో ప్రజాప్రతినిధులుగ వ్యవహరించిన మంత్రుల చేతులలోనికి రాలేదు. గవర్నమెంట్ ఆఫ్ ఇండియా చట్టము (1935) అమలులోనికి వచ్చిన పిమ్మట 1937 లో రాష్ట్ర ప్రభుత్వములు నీటివనరుల నిర్మాణముపై ఆధిపత్యము వహించుట ప్రారంభించినవి. కొన్ని ముఖ్య విషయములలో మాత్రము కేంద్రప్రభుత్వపు అనుమతి పొందవలసి ఉండెను.

రాష్ట్ర ప్రభుత్వములు 1921-1935 మధ్య నీటివనరుల అభివృద్ధి కృషిని చురుకుగా కొనసాగించినవి. దక్షిణాపథమున కొన్ని బృహత్పథకముల నిర్మాణము ఈ కాలముననే

జరిగినది. మైసూరునగరమునకు సమీపమున ఉన్న కృష్ణరాజ సాగరము, అప్పటి హైదరాబాదు సంస్థానములోని నిజాం సాగరు ప్రాజెక్టు, మద్రాసు రాష్ట్రములోని మెట్టూరు రిజర్వాయరు ఈ కాలమునే నిర్మింపబడినవి. ఇప్పుడు పాకిస్తాన్‌లో కలిసిన బ్రహ్మాండమైన సక్కరు బారేజీ, కాలువలు, సట్లెజ్ కాలువలు, ఇతర పంటనీటివనరుల ముఖ్య పథకములు ఈ కాలముననే నిర్మితములయినవి.

క్రిందటి శతాబ్దములో కాటన్ దొర [చూ. పు. 54] మద్రాసు రాష్ట్రమునకు చేసిన సేవను చెప్పికొనినట్టు, ఈ శతాబ్దిలో మైసూరులో నీటివనరులను తీర్చి దిద్దిన కీర్తి మోక్షగుండం విశ్వేశ్వరయ్యకు దక్కును. ఆయన ఉత్సాహ ప్రోత్సాహము వలననే కావేరినదిపైన కృష్ణరాజ సాగరము నిర్మితమైనది. ఈ డాము ఎత్తు 42 మీటరులు (140′); నిడివి 2, 620 మీటరులు (8,600′). దీనివలన సుమారు 50,600 హెక్టేరులకు సేద్యపు నీటి సౌకర్యము లభించుటయే గాక, దిగువన ఉన్న శివసముద్ర జల విద్యుత్ కేంద్రమునకు కావలసిన నీరు పుష్కలముగా లభించుచున్నది. ఈ డాముకు దిగువనే ప్రసిద్ధమైన బృందావనపు తోటలు ఉన్నవి. వీని రామణీయకతను తిలకించుటకు ప్రజలు తీర్థమునకు వలెనే వచ్చుచుందురు. ఈ ప్రాజెక్టు నిర్మాణము నాలుగున్నర కోట్ల రూపాయల ఖర్చులతో 1931 లో పూర్తి చేయబడినది.

హైదరాబాదు సంస్థాన ప్రభుత్వము చేపట్టిన నిజాం సాగరు కృష్ణరాజ సాగరమునకు సమకాలీనమైనదే. ఇది 1924 లో ప్రారంభమై, 1931లో పూర్తయినది. కృష్ణరాజ సాగరుకు విశ్వేశ్వరయ్యవలె నిజాంసాగరుకు ప్రసిద్ధ ఇంజనీరు అలీ నవాబ్ జంగ్ కారకుడని చెప్పవచ్చును. గోదావరీ నదికి ఉపనది అగు మంజీరనదిపై నిర్మితమైన ఈ డాము 48 మీటరుల (158′) ఎత్తు, రమారమి 3,962 మీటరుల (13,000′) పొడవు గలిగి, 1,21,289 హెక్టేరుల మేరను మాగాణిగా చేయుటకు ఉద్దేశింపబడినది. ఈ డాము దాదాపు నాలుగుకోట్ల రూపాయల* వ్యయముతో నిర్మింపబడినది.

పైన చెప్పిన రెండు కట్టడముల కన్నను అన్ని విధముల పెద్దది అని చెప్పదగినది సేలంజిల్లాలోని కావేరినదిపైన 1925లో ప్రారంభింపబడిన మెట్టూరు డాము. ఇక్కడ నిర్మితమైన డాము నదీగర్భముపైన 53 మీటరుల (176′) ఎత్తుగలిగి, $1\frac{1}{2}$ కిలో మీటరు నిడివి గలిగి ఉన్నది. ఈ ఆనకట్టవలన ఏర్పడిన రిజర్వాయరు అప్పట్లో దేశములో కెల్ల పెద్దది. కృష్ణరాజసాగరుకు రెట్టింపు, నిజాంసాగరుకు మూడున్నర రెట్లు నీటిని మెట్టూరు జలాశయము నిల్వచేయగలదు. నిర్మాణమునకు చెక్కసున్నము కాక, కేవలము సిమెంటుతో భారతదేశమున నిర్మితమైన తొలి పంటనీటి వనరు మెట్టూరు డాము అని చెప్పనగును. దీనివలన 1,21,407 హెక్టేరులకు పైబడిన ప్రాంతమునకు పంటనీటి సౌకర్యములు కలిగినది. ఈ ప్రాజెక్టు దాదాపు 7 కోట్ల రూపాయల వ్యయముతో 1934 లో పూర్తయి పొలములకు పంటనీటిని సప్లయి చేయుచున్నది.

రిజర్వాయరు లేకుండా కేవలము చిన్న ఆనకట్టల, కాలువలతోనే అత్యధికమైన మేరకు నీటిని అందించిన ప్రతిష్ఠ ఉత్తర ప్రదేశ్‌లోని శారదా కాలువలకు దక్కినది. 1926 లో పూర్తయిన ఈ ప్రాజెక్టు దాదాపు 8,09,330 హెక్టేరులను సాగుచేయుచున్నది. 20 కోట్ల రూపాయల వ్యయముతో ఏర్పడిన ఈ ప్రాజెక్టు బ్రిటిషు హయాములో కల్లా ఎక్కువ మొత్తమును వెచ్చించి కట్టిన ప్రాజెక్టు అని కూడ చెప్పవచ్చును.

ఇట్లు భారతదేశమున గడచిన నూరేండ్లుగా పంట నీటి వనరుల అభివృద్ధి జరిగినది. 1850 లో భారతదేశమున పంట నీటి వనరులు కలిగిన ప్రాంతము 8-12 లక్షల హెక్టేరుల మధ్యన ఉండగా, 1947 నకు 198 లక్షలకు (భారత - పాకిస్తాన్ రెండింటను) పెరిగినట్లు అధికారకమయిన లెక్కలు తెలుపుచున్నవి.

భారీ డాముల యుగము

భారతదేశము 1947 లో స్వతంత్రమైనప్పుడు దాదాపు 27 కోట్ల ప్రజలు గ్రామములలో జీవనమునకు తమ చిన్న చిన్న కమతముల సేద్యఫలసాయముపై ఆధారపడి నివసించుచుండిరి. నానాటికిని విశేషముగా పెరుగుచున్న జనాభా అవసరములకు తగినన్ని ఆహార ధాన్యములను పండించుటకు ప్రణాళికా బద్ధమగు ఒక బృహత్తర ప్రణాళికను సిద్ధపరచి, అమలు పరచుటకు సన్నాహములు చేయబడినవి. ఇట్లు రూపుగొనిన ప్రథమ, ద్వితీయ, తృతీయ ప్రణాళికల మూలమున (1951 - 1966) భారతదేశము అత్యధికముగ ఆహార ధాన్యములను పండించ గలిగినది. ఇట్టి విజయసాధనకు దేశమంతటను నిర్మింపబడిన, నిర్మింపబడుచున్న అసంఖ్యాకమగు డాములు, ఆనకట్టలు, కాలువలును చాలవరకు కారణములని చెప్పవచ్చును.

* అప్పటి హైదరాబాదు రూపాయలు

ఈ పెద్ద ప్రాజెక్టులకు తోడుగా భూగర్భ జలములను వాడుటకు గొట్టపు బావులు, చెరువుల పునరుద్ధరణ మొదలగు వానితో సహా పెక్కు చిన్న పంట నీటి వనరుల పథకములు చాల ప్రాంతములకు పంట నీటి వనరులు కలుగుటకు తోడ్పడుచున్నవి.

తుంగభద్రా డాము కాలువలు: మైసూరు, ఆంధ్రప్రదేశ్ ప్రభుత్వములు ఉమ్మడిగా 60 కోట్ల రూపాయల వ్యయముతో నిర్మించిన తుంగభద్రా డాము బళ్లారి జిల్లాలో ఉన్నది. ఇది కృష్ణకు ఉపనది యగు తుంగభద్రపై నిర్మింపబడినది. దీనికి ఇరువైపుల కాలువలు త్రవ్వబడినవి. వర్షపాతము క్రమముగా లేక నిరంతరము క్షామపీడితమగు రాయలసీమ ప్రాంతములకు పంట నీటిని సరఫరా చేయుటకు ఈ ప్రాజెక్టు ఉద్దేశింపబడినది.

ఈ ప్రాజెక్టులో 1. లోతగు పునాదిపై రాతితో కట్టిన 48 మీటరుల ఎత్తు, 2,133 మీటరుల పొడవు గల ఆనకట్టతో 3,755 శ.కో.ఘ.మీ. నీరు నిల్వచేయగలిగి, 374 చ. కి. మీ. మేర విస్తరించిన జలాశయము; 2. ఇరువైపుల 8 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి నీరు పారించ గల రెండు కాలువలు - 362 కి. మీ. పొడవు కుడి కాలువ; 204 కి. మీ. పొడవు ఎడమ కాలువ; 3. డాము ప్రాంతమునను, కాలువ వెంబడిని, కాలువ ఎత్తు ప్రదేశము నుండి పల్లమునకు దిగు చోటను లక్ష కిలోవాట్ల విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయుటకు జల విద్యుత్ కేంద్రములును ఉన్నవి.

నీటి పారుదల చాలవరకు (75 శాతము) జొన్న, ప్రత్తి వంటి మెట్ట పంటలకును, తక్కినది (25 శాతము) వరి, చెరకు వంటి మాగాణి పంటలకును ఉపయోగపడుచున్నది. ఈ ప్రాజెక్టు 1,40,000 టన్నుల ఆహార ధాన్యములను, 80,000 టన్నుల వాణిజ్యపు పంటలను పండించ గలదు. మెట్ట ప్రాంతములకు పంతుల ప్రకారమును, మాగాణికిని, ముక్కారు సేద్యపు భూములకును అన్ని ఋతువులలోను నీటిపారుదల ఉండుట ఈ ప్రాజెక్టు తాలూకు పంటల పథకమున కనదగు ఒక విశిష్ట లక్షణము.

దామోదర లోయ ప్రాజెక్టు: దామోదర నదీతీర ప్రాంతపు ఆర్థిక పారిశ్రామికాభివృద్ధికి అసంఖ్యాక అవకాశములను చేకూర్చు ఒక సాటి లేని మేటి కృషిగ దామోదర లోయ ప్రాజెక్టును భావింపదగును. ఇది బహుళార్థ సాధకపు ప్రాజెక్టు. దామోదర లోయలోని సాధన సంపత్తిని సమన్వయించి, సమగ్ర రీతిలో అభివృద్ధి చేయుటకు నియుక్తమైన 'దామోదర వ్యాలీ కార్పొరేషన్' అను ఒక చట్టము మూలకముగ ఏర్పడిన ప్రభుత్వ సంస్థకు ఈ ప్రాజెక్టు నిర్మాణ కార్యక్రమ నిర్వహణ అప్పగించబడెను. ఈ ప్రాజెక్టును నిర్వహించుటలో బీహార్, పశ్చిమ బెంగాల్, కేంద్ర ప్రభుత్వములు మూడును పాల్గొనుచున్నవి.

ఈ ప్రాజెక్టు పూర్తి అయినప్పుడు దామోదర నదిపై ఒక బరాజు, ఎనిమిది డాములు, వాని కాలువలు మొదలైనవి ఏర్పడును. ప్రాజెక్టు ప్రథమ దశలో ఒక భాగము దుర్గాపూర్ వద్ద బరాజు, తిల్లాయియా డాము, కోనార్ డాము, మైతన్ డాము, పంచేత్ కొండ డాము. ఇవి 71.5 కోట్ల రూపాయల వ్యయముతో 1958 నాటికి పూర్తి అయినవి.

వీనిలో దుర్గాపూర్ బరాజు నుండి వెలువడిన కాలువయు, పిల్ల కాలువలయు మొత్తపు నిడివి 2,494 కి. మీ; వీనివలన 5 లక్షల హెక్టేరుల నేలకు నీటి పారుదల జరుగుచున్నది. ఈ మొత్తపు ఆయకట్టున - దామోదర నది కాలువ వలన - ఇదివరకే సాగగుచుండిన 73,000 హెక్టేరుల నేల చేరి ఉన్నది. దీని ఫలితముగా 2,00,000 టన్నుల ధాన్యమును, విరివిగ పశుగ్రాసమును లభించుచున్నది. ఈ పథకమునందలి మరొక ముఖ్య విషయము - హౌరా, హుగ్లీ, బరద్వాన్ జిల్లాలలో దాదాపు 1,165 చ. కి. మీ. ప్రాంతమున మురుగును 579 కి. మీ. పొడవు మురుగు కాలువల మూలమున తొలగించుట చేరి ఉన్నది. దీనివలన ఇంతవరకును నీరు నిలచి నిరుపయోగముగ ఉండిన ప్రాంతము వ్యవసాయ యోగ్యము అగుచున్నది.

దామోదరనది ఉపనదులపై డాములు కట్టుట వలన దిగువ లోయ ప్రాంతమునకు వరదల వల్ల రక్షణ కలుగుట మాత్రమే కాక, వర్షములు లేని కాలమున భూములకు వ్యవసాయమునకై నీరు పరిమితముగా సరఫరా చేయుటకును వీలగుచున్నది.

హీరాకుడ్ డాము ప్రాజెక్టు: ఒరిస్సా రాష్ట్రమున వరదల తోను, కరువులతోను బాధపడుచున్న మహానదీ తీర ప్రాంతముల సమన్వయితాభివృద్ధికి సిద్ధపరచిన బృహత్పథకమున భాగముగా హీరాకుడ్ ప్రాజెక్టు రూపొందించబడినది.

ఇది ప్రధానముగా 4.8 కి. మీ. వెడల్పున్న ముఖ్య నదికి అడ్డముగా పోసిన పొడుగాటి మన్ను కట్ట. ఇందు అచ్చటచ్చట కాంక్రీట్ తోను, రాయి - ఇటుకలతోను వరదనీరు పొర్లిపోయెడి తక్కువ ఎత్తున ఉండెడి భాగముల 'స్పిల్ వే' నిర్మాణములును, జల విద్యుత్ ఉత్పత్తి కేంద్రమునకు నీటిని కొనిపోవు పెద్దవియైన ఇనుపగొట్టము 'పెన్‌స్టాక్'లును, టర్బయిన్ కేంద్రములును కలవు. దీనికి ఇరువైపుల 20 కి. మీ. పొడవున మన్నుతో నిర్మించిన కరకట్ట 5 అంచెలలో

కొండలను కలుపుచున్నది. 25 కి. మీ. పొడవును, 59 మీ. మన్నుకట్ట గరిష్ఠపు ఎత్తును, 60 మీ. రాయి, కాంక్రీటు కట్టడపు గరిష్ఠపు ఎత్తును కలిగిన ఈ హీరాకుడ్ డామును ప్రపంచమందలి డాములన్నింట ఎక్కువ పొడవైన దానినిగ పరిగణించవచ్చును. ఇది దాదాపు 70 లక్షల ఎకరా అడుగుల నీటిని నిల్వచేయుచు, 745 చ. కి. మీ. వ్యాపించి, 1.23 లక్షల కిలోవాట్ల విద్యుచ్ఛక్తిని ఏటా ఉత్పత్తిచేయ గల శక్తిగలిగి, మొదటి దశలోనే సంబలపూర్ జిల్లాలో 2.684 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి నీరు పారించుచున్నది.

హీరాకుడ్ ప్రాజెక్టునందు కాలువల వ్యవస్థకు ప్రాధాన్యము విశేషముగా ఉన్నది. ఎందుకనగా, ఈ కాలువలు 2.684 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి ప్రతి ఎడాదియందును పంటనీటి వనరులను కల్పించుచున్నది. పెద్ద కాలువపొడవు 146 కి.మీ.; దానికి శాఖలుగా ఉన్న కాలువల, పిల్లకాలవల పొడవు 740 కి. మీ.; చిల్లర కాలువల పొడవు 321 కి. మీ. ఈ ప్రాజెక్టు నిర్మాణమునకు 71 కోట్ల రూపాయలు వ్యయమగునని అంచనా వేయబడినది.

భాక్రా - నంగల్ ప్రాజెక్టు: అబ్బురము గొల్పు మహత్తమ నిర్మాణ చాతుర్యరీతులకు ఆలవాలముగను, దేశ సంపదకును, శక్తికిని ప్రతీకముగను ఉన్న ఈ భాక్రా-నంగల్ ప్రాజెక్టు పంజాబ్‌లోని హోషియార్‌పూర్ జిల్లాలో ఉన్నది. సట్లెజ్ నది వరదనీటి సంపదను లాభదాయకముగ ఉపయోగించుట ఈ ప్రణాళిక లక్ష్యము. పంటనీటి వనరుల కొరకును, జల విద్యుత్ ఉత్పత్తికిని ఈ పథకమున రెండు ఆనకట్టలును (ఒకటి భాక్రావద్దను, మరి యొకటి నంగల్ వద్దను), పంటనీటి కాలువ వ్యవస్థయును నిర్మింపబడినవి.

భాక్రావద్ద 64 కోట్ల రూపాయల వ్యయముతో సిమెంట్ కాంక్రీట్‌తో నిర్మింపబడిన ఈ భాక్రా డాము దిగువ పునాదితో సహా 222 మీ. ఎత్తు కలిగి ఉన్నది. ఇది పైభాగమున 517 మీటరుల పొడవు గలిగి, రెండు కొండలను కలుపుచున్నది. ఈ నిర్మాణమువల్ల 88 కి. మీ. పొడవుగల జలాశయము ఏర్పడుచున్నది. ఇట్లేర్పడిన జలాశయమునందు 74 లక్షల ఎకరా అడుగుల నీరు నిల్వ చేయబడుచున్నది. ఆ జలరాశియందు ఏడాదికి 57.3 లక్షల ఎకరా అడుగుల నీరు సేద్యమునకు లభించుటయే కాక, అందుండి జలవిద్యుత్తును కూడ ఉత్పత్తిచేయుటకు వీలు కలిగినది.

నంగల్ డాము ప్రధానముగ జలవిద్యుత్ ఉత్పత్తికి ఉద్దిష్టమైనది. అయితే, అందుండి లభించిన నీరు సేద్యమునకు కూడ ఉపయోగపడుచున్నది. దీని ఎత్తు 28 మీ.; పొడవు 304 మీ. నంగల్ డాము ఎడమ వైపునుంచి బయలుదేరునట్టి సిమెంటు చప్టాచేయబడిన నంగల్ హైడల్ కాలువ పొడవు 64 కి. మీ. ఇది 12,500, క్యూ సెక్కులనీరు పారించగల ప్రయాణము కలది.

ఈ నంగల్ కాలువ చివరకు భాక్రా వ్యవసాయ కాలువలో కలియుచున్నది. ఇందువలన ఈ కాలువ నీరు సైతము ఆ కాలువనీటితో కలిసి సేద్యమునకు వినియుక్తమగుచున్నది. ఇందు పెద్ద కాలువల మొత్తము పొడవు 1,049 కి. మీ. దాని చిల్లర, మల్లర పంటకాలువల పొడవు 3,572 కి. మీటరులు.

కరువు, కాటకములకు గురి అగుచున్న భాక్రా - నంగల్ ప్రాంతపు 20.4 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి ఈ ప్రాజెక్టు వలన నీటి సదుపాయములు కలుగుచున్నవి.

నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టు: పూర్తిగ భారతీయ ఇంజనీర్లే భావన చేసి, పథకములు సిద్ధపరచి, మహత్తర ప్రమాణమున నిర్మాణమొనర్చుచున్న తొలుతటి ప్రాజెక్టు ఈ నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టు. కృష్ణానది జలములను ప్రణాళికా బద్ధముగ సాగుకును, విద్యుత్ ఉత్పత్తికిని వినియోగించుకొనుటకై నిర్మింపబడుచున్న ఈ ప్రాజెక్టు ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని నల్గొండ జిల్లాలోని మిరియాలగూడ తాలూకాలో కలదు [చూ. పు. 55].

ఇందు గండశిల, సిమెంటుతో కట్టిన డాములోని ప్రధాన భాగపు ఎత్తు 123 మీటరులు; దీనిపొడవు దాదాపు $1\frac{1}{2}$ కి. మీ.; దీనికి ఇరుప్రక్కల $1\frac{1}{2}$ కి. మీ. పొడవున, 25 మీటరుల ఎత్తున దిటవగు మన్ను కట్టలు కలవు. దీనివలన 268 చ. కి. మీ. విస్తీర్ణము కలిగి, 93 లక్షల ఎకరా అడుగుల నీటిని నిల్వచేయగల జలాశయము ఏర్పడుచున్నది.

ఈ జలాశయము ఇరువైపుల నుండి బయలు వెడలు రెండు కాలువల మూలమున నీరు పంటచేలకు పారుచున్నది. ప్రపంచములోని పెద్ద పంటనీటి కాలువలలో ఒకటైన కుడికాలువ పొడవు 492 కి. మీ.; ఇది 21,000 క్యూసెక్కుల నీటిని పారించుటకు వీలు కలది; ఎడమ కాలువ పొడవు 329 కి. మీ.; ఇది 15,000 క్యూసెక్కుల నీటిని పారించుటకు ఉద్దేశింపబడినది.

ప్రణాళిక పూర్తియగు సరికి చిన్నవియు, పెద్దవియు కలసి మొత్తము 4,0233 కి. మీ.; నిడివి గల ఈ కాలువల వలన కుడివైపున గుంటూరు, కర్నూలు, నెల్లూరు, జిల్లాలలోని బీడు భూములకును, ఎడమవైపున నల్గొండ, ఖమ్మం, కృష్ణ, పశ్చిమ గోదావరి జిల్లాలలోని బీడు భూములకును- మొత్తము 13.85 లక్షల హెక్టేరులభూమికి-పంటనీటి సౌకర్యము కలుగునని అంచనా.

భారతదేశములోని డాములు

డాము	స్థానము	నది	ఎత్తు (మీ.)	పొడవు (మీ.)	నిర్మాణము పూర్తి అయిన సంవత్సరము
నాగార్జునసాగరు	నల్గొండజిల్లా (ఆం.ప్ర)	కృష్ణా	125	1,450 *	1967
పోచంపాడు	ఆదిలాబాదు(ఆం.ప్ర)	గోదావరి	43	958	నిర్మాణములో
శ్రీశైలము	కర్నూలు (ఆం.ప్ర)	కృష్ణా	143	512	నిర్మాణములో
గోదావరి బరాజు	ధవళేశ్వరం	గోదావరి	—	—	నిర్మాణములో
ఎగువసీలేరు	విశాఖపట్టణము (ఆం.ప్ర)	సీలేరు	11	—	నిర్మాణములో
దిగువసీలేరు	డొంకరాయి (విశాఖ పట్టణము ఆం. ప్ర)	సీలేరు	79	—	నిర్మాణములో
ప్రకాశం (కృష్ణా)బరాజు	విజయవాడ	కృష్ణా	—	—	1956
వంశధారా-గొట్టా	శ్రీకాకుళము (ఆం.ప్ర)	వంశధారా	35	2,042	నిర్మాణములో
కడం	ఆదిలాబాదు (ఆం.ప్ర)	కడం(గోదావరి ఉపనది)	41	2,102	నిర్మాణములో
తుంగభద్ర	బళ్ళారి (మైసూరు)	తుంగభద్ర	49	2,441	1945-1956
ఘటప్రభ	బెల్గామ్ (మైసూరు)	ఘటప్రభ	50	8,841	1949-56
భద్రా	మైసూరు	భద్రా	72	441	1947-
కాబిని	మైసూరు	కాబిని	59	2,701	1959-
మలప్రభ	మైసూరు	మలప్రభ	43	155	1965-
ఎగువకృష్ణా	బీజాపూర్ (మైసూరు)				
అలమాటి	—	కృష్ణా	35	1,631	1964
సిద్దాపురం	—	—	24	6,951	—
హారంగి	కూర్గు (మైసూరు)	హారంగి	55	808	1966-
హేమవతి	హాస్సాన్ (మైసూరు)	హేమవతి	48	3,213	1966-
శరావతి	షిమోగ (మైసూరు)	జోగ్ జలపాతము			
లింగనమక్కి	—	—	61	2,750	1959-
తలకాలాలే	—	—	62	405	1956-
మలంపుఝా	పాలఘాట్ (కేరళ)	మలంపుఝా	38	1,849	1949-67
పెరియార్ లోయ	ఎర్నాకుళమ్ (కేరళ)	పెరియార్	—	211	1956-
కుట్టియాడి	కోళికోడ్ (కేరళ)	కుట్టియాడి	35	171	1962-
కుట్టియాడి (జ)	కోళికోడ్ (కేరళ)	కుట్టియాడి	40	229	1962-
పంబా బరాజు	కేరళ	కక్కాడ్	—	79	1962-
శబరిగిరి	కేరళ	పంబా-కక్కి	110	332	1961-68
షోలయార్	కేరళ	చాలకుడి	57	803	1960-68

* మన్నుడాము పొడవు 3,374 మీ.

భారతదేశములోని డాములు

డాము	స్థానము	నది	ఎత్తు (మీ.)	పొడవు (మీ.)	నిర్మాణము పూర్తి అయిన సంవత్సరము
ఇడిక్కి	కేరళ	పెరియార్ చేరుతాని	171	325	1963
కొయానా	మహారాష్ట్ర	కొయానా	85	853	1963
గోద్	మహారాష్ట్ర	గోద్	30	2,852	1954-66
వీర్	మహారాష్ట్ర	నీర	35	3,607	1957-66
ఖాఘ్	మహారాష్ట్ర	ఖాఘ్	30	1,052	1958
గిర్నా	మహారాష్ట్ర	గిర్నా	55	963	1958
ఇతియాడో	మహారాష్ట్ర	వెయిన్ గంగా			
		(గోదావరి ఉపనది)	30	602	1968
ఖడక్ వాస్లా పాన్ షెట్	మహారాష్ట్ర	అంబి	58	823	1957
మూలా	మహారాష్ట్ర	మూలా	47	2,820	1959
పూర్ణా	మహారాష్ట్ర	యేలాది			
యేలాది	—	(సోచార్ ఉపనది)	51	4,786	1957
సిద్దేశ్వర్	—	—	38	6,306	1957
భీమా	మహారాష్ట్ర	పావ్నా	43	1,700	1964
	—	భీమా (ఉజ్జని)	52	2,332	1964
జయక్వాడి	మహారాష్ట్ర	గోదావరి	37	9,904	1964
వార్నా	సాంగ్లి (మహారాష్ట్ర)	వార్నా	58	1,457	1964
వైతరణి (జ)	నాసిక్	వైతరణి	40	2,628	1963
అలవాంజీ	మహారాష్ట్ర	అలవాంజీ	36	2,447	1963
దిగువభవాని	కోయంబత్తూరు(తమిళ నాడు)	భవాని	62	8,799	1949-56
మణిముత్తారు	తిరునల్వేలి (తమిళనాడు)	మణిముత్తారు	46	3,398	1950-58
		తాంబ్రపర్ణి			
పరంబికుళమ్ అలియార్	తమిళనాడు	*	73	318	1958
చిత్తార్-పట్నమ్కల్	తమిళనాడు	చిత్తార్ a.	22	762	1963
		b.	25	1,076	
పెరియార్ (జ)	మధుర (తమిళనాడు)	పెరియార్	39	88	1955-65
కుండా (జ) ఎగువభవాని	నీలగిరి (తమిళనాడు)	†	81	427	1956

* కేరళతో కలిసి (8 నదుల) ఈ ప్రణాళికయందు అణ్ణామలై కొండలో ఉన్న నిరార్, షోలయార్, పరంబికుళమ్, తునకడావు, పెరువారి పల్లం, తెక్కాడి అను ఆరునదీప్రవాహములను పల్లపు ప్రదేశములో ఉన్న అళియార్, పాలార్ నదులతో సొరంగములద్వారా కలిపిరి. నిల్వచేసిన నీటిని సొరంగముల సహాయమున కోయంబత్తూరుజిల్లా, కేరళలోని చిత్తూరు ప్రాంతములకు పంట నీటిని అందించుటకు ఏర్పాట్లు చేసిరి.

† కుండాలోయలోని ఎగువభవానీ, పెర్సన్స్‌లోయ, పార్తిమండ్, అవలాంచీ, ఎమరాల్డ్, కుందాపలమ్, పెరుమ్‌బహాల్లా, పిల్లూర్ వంటి నదీప్రవాహములపై డాములు నిర్మించి జలవిద్యుత్తును ఉత్పత్తి చేయుటకు ఏర్పాట్లు చేసిరి.

భారతదేశములోని డాములు

డాము	స్థలము	నది	ఎత్తు (మీ.)	పొడవు (మీ)	నిర్మాణము పూర్తి అయిన సంవత్సరము
మెట్టూరు	సేలము (తమిళనాడు)	కావేరి	65	1,616	1960-66
కొడయార్ (జ)	కన్యాకుమారి (తమిళనాడు)	కొడయార్ (a)	84	181	1962
		(b)	61	152	
యుకాయ్	గుజరాత్	తపతి	69	4,928	1960
షెత్రంజీ	గుజరాత్	షెత్రంజీ	38	770	1955-65
కాక్రపర	గుజరాత్	తపతి	14	621	1949 నుండి నిర్మాణములో
దంతివాడ	గుజరాత్	బనాసు	61	327	1958 నుండి నిర్మాణములో
హాత్మతీ	గుజరాత్	హాత్మతీ	24	1,715	1959 నుండి నిర్మాణములో
కడనా	గుజరాత్	మాహీ	58	2.225	1956 నుండి నిర్మాణములో
నర్మదా	గుజరాత్	నర్మదా	69	2,012	1959
కోసీ బరాజు	బీహార్	కోసీ	—	1,149	—
సోనే	షాహాబాదు (బీహార్)	సోనే	8	1,407	—
గండకీ	బీహార్ / నేపాల్	గండకీ	10	734	1962 నుండి నిర్మాణములో
మయూరాక్షి	బీహార్ *	మయూరాక్షి	47	640	1946 55
కోనారు	బీహార్	కోనారు	49	3,549	1950-55
మెయిథాన్	బీహార్	బరాకర్	49	994	1951-58
పంచేత్ కొండ	దాన్‌బాద్ (బీహార్)	దామోదర్	45	2,545	1952-59
తిల్లాయియా	బీహార్	బరాకర్	30	366	1950-53
గాంధీసాగరుI	మధ్యప్రదేశ్	చంబల్	64	514	1954
బార్నా	మధ్యప్రదేశ్	బార్నా	47	397	1960
తావా	మధ్యప్రదేశ్	తావా(నర్మద ఉపనది)	51	1,823	1962
హేస్‌డ్యో	మధ్యప్రదేశ్	మహానది	—	284	1961
హీరాకుడ్	సంబల్‌పూర్ (ఒరిస్సా)	మహానది	61	4,801	1948-64
మహానదిడెల్టా	కటక్ (ఒరిస్సా)	మహానది	—	1,353	1955
సాలంది	ఒరిస్సా	సాలంది	52	818	1961

* పశ్చిమ బెంగాల్ నిర్మాణము.

I రాజస్థాన్‌తో కలిసి

భారతదేశములోని డాములు

డాము	స్థలము	నది	ఎత్తు (మీ.)	పొడవు (మీ)	నిర్మాణము పూర్తి అయిన సంవత్సరము
బలిమెల	ఒరిస్సా	శీలేరు (శబరి' ఉపనది)	70	4,633	1961
కోటా	రాజస్థాన్	చంబల్	39	552	1953-60
రాణాప్రతాపసాగర్	రాజస్థాన్	చంబల్	54	1,143	1961
జవాహర్ సాగర్	రాజస్థాన్	చంబల్	42	336	1962
చెనాని	జమ్మూ-కాశ్మీర్	తావి	—	69	1960
శార్దాసాగరు	నేపాల సరిహద్దు	చుకా (ఘగ్రా ఉపనది)	16	2,000	1957-62
పశ్చిమ గండకీబరాజు	నేపాలు సరిహద్దు	గండకి	10	747	1961
మాతతిల	ఉత్తరప్రదేశ్	బెట్వా	37	6,378	1952-66
రామ్‌గంగా	ఉత్తరప్రదేశ్	రామ్‌గంగా	126	1 206	1961
రిహింద్	ఉత్తరప్రదేశ్	రిహింద్	91	934	1952-66
యమునా జలవిద్యుత్తు కేంద్రము	ఉత్తరప్రదేశ్	టోన్స్			
1			20	517	1960
2.			55	157	1966
ఓబ్రా	రిహింద్ దిగువ(ఉత్తరప్రదేశ్)	రిహింద్	30	1,936	1962
భాక్రా-	హిమాచల్ ప్రదేశ్	సట్లెజ్	226	518	1948 68
నంగల్ బరాజు	హిమాచల్ ప్రదేశ్	సట్లెజ్	29	305	
బియాస్ - I * (బియాస్–సట్లెజ్ లంకె)	హిమాచల్ ప్రదేశ్	బియాస్	61	255	1961
బియాస్ - II	పాంగ్ (హిమచల్ ప్రదేశ్)	బియాస్	116	1,950	1961
హారికే బరాజు	సట్లెజ్-బియాస్ సంగమానికి 3 కి. మీ. దిగువ	సట్లెజ్	—	636	1950-58
కాంగ్సబాతి	పశ్చిమ బెంగాల్	కాంగ్సబాతి, కుమారి	41	11,200	1950
దుర్గాపూరు	దామోదర్ లోయ (పశ్చిమ బెంగాల్)	దామోదర్	12	692	1952-55
జల్ఢాక	డార్జిలింగు	జల్ఢాక	—	48	1958-67

* హర్యానా, రాజస్థాన్ అంతరాష్ట్రీయ ప్రణాళిక.

ఈ ప్రాజెక్టు వలన ప్రయోజనములను సాధ్యమైనంత వరకు హెచ్చు ప్రాంతములకు విస్తరింప జేయు తలంపుతో పండించవలసిన పంటల తీరు కూడ నిర్ణయింపబడినది. ఈ నిర్ణయము ప్రకారము పంటనీటివనరులు పొందగల ప్రాంతమున మూడింట ఒకవంతు మాగాణి పంటలును, తక్కిన ప్రాంతములలో మెట్టపంటలును వేయుటకు వీలుగా ఏర్పాట్లు చేయబడినవి. ఈ నిర్ణయము ప్రకారము ప్రాజెక్టు వలన కలుగు పంటనీటి సదుపాయములను పూర్తిగా వినియోగించుకొను అవకాశము కలుగుచున్నది.

ఈ నదీలోయ పథకములు అన్నియును పూర్తియగుట దేశమునకు ఒక మహద్విశిష్టత కాగలదు. వీనివలన అదనపు నీటి వనరులు, వరదనీటినుండి రక్షణ, అదనపు విద్యుచ్ఛక్తివంటి ప్రయోజనకరములగు లాభములు చేకూరి దేశ ఆర్థికవ్యవస్థ మరింత పటిష్ఠమగుటకు వీలుకలుగుచున్నది. ఈ బహుళార్థ సాధక నదీలోయ ప్రాజెక్టులను అమలు పరచుట వలన ప్రకృతిసంపదను ఆకట్టుకొని ప్రజాసామాన్య ప్రయోజనమునకు వినియోగించుటకు మార్గము ఏర్పడి, తత్పర్యవసానముగ భారతజాతీయ వ్యావసాయిక, పారిశ్రామిక, సాంఘిక రంగములందు అభ్యుదయజనక విప్లవాత్మక పరిణామములు సంఘటిల్లి భారతీయుల జీవన స్థాయి ఆనాటికానాటికి మెరుగయి ప్రగతి పథమును అందుకొనుటకు వీలుకలుగును.

ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు

బ్రిటిష్ విజ్ఞాని ఫారడే నిర్మించిన డైనమో (1831) యాంత్రికశక్తిని ఉపయోగించి భారీ ప్రమాణములో ప్రవాహ విద్యుత్తును ఉత్పత్తి చేయుటకు దారితీసినది. అయితే, ఆనాడు అతడు నిర్మించిన మొదటి డైనమో చాల తక్కువ (బహుశః ఒక టార్చిలైటు బల్బును వెలిగించ గల) విద్యుత్తును మాత్రమే ఉత్పత్తి చేయగలిగి ఉండినది. కాని, తరువాతి విద్యుత్ ఉత్పాదక యంత్రముల అభివృద్ధికి అదియే నాంది.

ఫారడే నిర్మించిన ఈ నూతన పరికరము విజ్ఞాన ప్రపంచములో గొప్ప సంచలనమునకు కారణమయ్యెను. ఆ తరువాత కొన్ని మాసములలో పారిస్ వాస్తవ్యుడగు ఎచ్. పిక్సీ అనునతడు మరియొక యంత్రమును సిద్ధపరచెను (1831). గుర్రపు నాడా రూపమున ఉండు శాశ్వత అయస్కాంతము మధ్యను ఇనుము గలిగి తీగతో చుట్టబడిన నాడె (బాబిన్)లు రెండింటిని అతడు తన ప్రయోగమున వాడెను. అట్టి రెండు నాడెల చుట్టూ శాశ్వత అయస్కాంతమును త్రిప్పుచుండినప్పుడు తీగచుట్టలో విద్యుత్తు జనించునట్లు పిక్సీ కనుగొనెను.

ఈ యంత్రములు చాల తక్కువ పరిమాణములో విద్యుత్ప్రవాహములను ఉత్పత్తి చేయుచుండెను. ఎక్కువ ప్రమాణములో విద్యుత్తును వినియోగించ గల ఎలక్ట్రిక్ బల్బు గాని, ఎలక్ట్రిక్ మోటారు గాని అప్పటికి ఇంకను రూపొందలేదు. అయితే, జాకోబీ (1838) విద్యుత్ మలామా (ఎలక్ట్రో ప్లేటింగ్)ను ప్రవేశపెట్టెను. కాగా విద్యుత్ప్రవాహమును లైట్‌హౌస్‌లో కార్బన్ ఆర్క్ దీపములలో ఉపయోగించు వరకు విద్యుదుపయోగము ఎక్కువగ ఉండలేదు. కాని, ఇది తరువాత శీఘ్రమైన అభివృద్ధికి దోహదము చేసెను. అంతకు పూర్వము 1809లో హంఫ్రీ డేవీ [చూ.] అనునతడు ఒక విద్యుదుత్పాదక సాధనమును తగిలించిన రెండు కార్బన్ కడ్డీలను కలిపి, పిదప కొద్దిగా సడలించినచో మిక్కిలి వెలుతురును ఇచ్చు విద్యుజ్జ్వాల లేదా ఎలక్ట్రిక్ ఆర్క్‌ను నిర్మించవచ్చునని కనుగొనెను. 1858 లో మూడు హార్స్‌పవర్ గల విద్యుదుత్పాదక యంత్రములు రెండింటిని లైట్‌హౌస్‌లో స్థాపించిరి. ఆ దినములలో అది లైట్‌హౌస్‌లకు గొప్ప శక్తిని ఒసంగునట్టిదిగా పరిగణింపబడెను. అప్పటి శాశ్వత అయస్కాంతములు అంత దక్షత కలవి కావు. కాని, విద్యుదయస్కాంతములు వాడుటవలన అధికతర విద్యుదుత్పత్తి సాధ్యమని శాస్త్రజ్ఞులు త్వరలోనే కనుగొనిరి. స్టూర్జిన్ అనునతడు తయారుచేసిన ప్రాథమిక యంత్రము ఒకటి 1832 లో వాడుకకు వచ్చెను. వైల్డ్ అనునతడు తన మొదటి విద్యుదుత్పాదక యంత్రమును పేటెంటు చేసికొనెను (1863). పైన అమర్చిన వేరొక చిన్న డైనమో (ఉత్పాదక యంత్రము)లు ఉత్పత్తిచేయు విద్యుత్ప్రవాహముచే శక్తిమంతము చేయబడిన విద్యుదయస్కాంతములచే ఇది నడచుచుండెను.

కాని, ప్రత్యేకమైన చిన్నడైనమోను అయస్కాంత ప్రవాహములను ఉత్పత్తి చేయుటకు గాను వాడుటలో కొన్ని ఇబ్బందులు ఉన్నటుల స్పష్టమయ్యెను. ఈ ఇబ్బందులను తొలగించుటకు కృషిచేసిన వార్లీ, వీట్ స్టోన్, సీమన్ అనువారు ఒకే సమయములో స్వయంప్రేరకమైన డైనమోను రూపొందించిరి. డైనమో యొక్క క్షేత్ర అయస్కాంతములు నిరవధికముగా కొంత అయస్కాంత శక్తిని నిలుపుకొనగలవన్న సూత్రమును వారు ఉపయోగించిరి. ఈ పరిశిష్టఅయస్కాంతతను డైనమోనుంచి వచ్చిన ప్రవాహములద్వారా క్రమముగా పెంపొందింప వీలు కలదు.

అందువలన ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించి విద్యుదుత్పత్తిని ద్విగుణీకరించుటకును వీలైనది. ఈ స్వయంప్రేరణ సూత్రమును అంతట అందరును ఉపయోగించి విద్యుదుత్పత్తిని విశేషముగా సాధించిరి.

జనరేటర్ల ముఖ్యోపయోగము 1880 వరకు ఆర్క్ దీపములకు విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరా చేయుటయే. అయినను ఈ దీపములందలి కార్బన్ కడ్డీలను ఎల్లప్పుడు చక్కచేయవలసి ఉండుటవలన ఈ దీపములు విశేషముగా వాడుకలోనికి రాలేదు. కాని, 1877 లో ఒకటిన్నర నుండి మూడు గంటలవరకు ఒకరి ప్రమేయము లేకుండా పని చేయు 'జబ్లిష్ కాఫ్ కాండల్' అను స్వయం నియంత్రణ గల ఆర్క్ దీపమును కనిపెట్టిన తరువాత ఈ ఇబ్బంది తొలగిపోయెను. ఈ దీపములు అన్నింటిని బజారులోను, అంగళ్ళయందును తొలుతగ ఉంచినపుడు ప్రజలు వాని కాంతికి ముగ్ధులై వాని చుట్టును గుమిగూడిరట. తత్ఫలితముగ ఈ పెద్ద జనరేటర్లకు ఎక్కువ గిరాకీ ఏర్పడినది. ఆ కాలమున వీటి ఉత్పత్తి అంతయు చాలవరకు ప్రయివేటు రంగముననే జరిగినది.

కాలక్రమమున స్వాన్, ఎడిసన్ అనువారలు 1879 లో విద్యుత్తును ఉపయోగించి వెలుగు దీపమును రూపొందించిరి. ఈ దీపమందు విద్యుత్ సహాయముతో ఒక తీగె ఎర్రగా కాలి కాంతిని ఇచ్చును. ఈ దీపము వ్యాపార సరళిలో ఉపయోగమునకు వచ్చుటతో విద్యుత్తు (ఎలక్ట్రిక్ సిటీ)కు అంతకుముందు ఎన్నడును లేని గిరాకీ ఏర్పడెను. ఈ గిరాకీని తట్టుకొనుటకు విద్యుత్తును ఉత్పత్తిచేయు కేంద్రములు నెలకొల్పవలసి వచ్చెను. అంతటితో విద్యుత్తు అటు పారిశ్రామిక రంగమునను, ఇటు గృహమునందును బాహాటముగ ప్రవేశించినది

అయితే, 1880 నాటికి వాడకమున ఉన్న విద్యుద్దీపములు మందకొడిగా ఉండి, ఇప్పటి వాటితో పోల్చిచూచిన ఎడల తక్కువ వెలుతురు ఇచ్చునవిగను, తక్కువ శక్తి గలవిగను లెక్కింపదగి ఉండినవి. అవి 12 లేదా 16 క్యాండిల్ పవర్ లాటి వెలుగును ఇచ్చుచుండినవి. కాని. వెలిగించుటలోని సౌలభ్యము వలనను, అమర్చుటలోని సదుపాయముల వలనను అవి గ్యాస్ దీపముల కంటె ఎక్కువగ ప్రజాదరణను ఆర్జించినవి. ఆ రోజులలో ఎలక్ట్రిక్ మెయిన్స్ కాని, సాధారణముగా విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరాచేయు వైరింగు కాని లేదు. విద్యుద్దీపములను ఉపయోగించుట ఆ రోజులలో మిగుల ఖర్చుతో కూడిన పని.

యునైటెడ్ స్టేట్స్ నందు స్థాపింపబడిన మొదటి విద్యుత్ కేంద్రమును 1882 లో ఎడిసన్ అనునతడు న్యూయార్క్‌లో నిర్మించెను. ఆ కేంద్రము తాను రూపొందించిన కార్బన్ ఫిలమెంట్ దీపములను వాడు వారికి మాత్రమే విద్యుచ్ఛక్తిని ఎడిసన్ సరఫరా చేయుచుండెను. ప్రజాసామాన్యమునకు విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరా చేయుటకు అదియే ప్రారంభము. ఆ కేంద్రము పదివేల దీపములకు వలయు శక్తిని ఉత్పత్తి చేయగలిగి ఉండెను. ఒక్కొక్కటి 175 హార్స్ పవర్ గల ఆరు ఆవిరి యంత్రములతో ఆ కేంద్రము నడుపబడుచుండెను. అది ఎనిమిది ఏండ్ల వరకు పనిచేసినది. కాని, పిదప అగ్నిప్రమాదము వలన అది అంతరించినది.

ఆదిమదశలో డైనమోలు అన్నియు ఋజు విద్యుత్తు (డైరెక్ట కరెంట్ —డి. సి.) నే ఉత్పత్తి చేసినవి. 1880 ప్రాంతములో ఆవర్తి విద్యుత్తు (ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంట్ - ఏ. సి.) వినియోగమును కనుగొనుటతో ఆల్టర్నేటింగ్ జనరేటర్లు నిర్మించుట సాధ్యమైనది. 1889 లో ఫెర్రాంటీ అనునతడు 1000 కిలోవాట్ల శక్తి (1300 హార్స్ పవర్) గల కేంద్రములను లండను నగర సమీపమున నిర్మించుటకు పథకమును రూపొందించెను. ఈ కేంద్రము 10,000 వోల్ట్‌ల విద్యుచ్ఛక్మను ఉత్పత్తి చేసినది. లోపల పేపరు ఇన్సులేషన్‌గల భూగర్భ కేబిల్స్ తయారు చేసి, వాని ద్వారా ఈ కేంద్రమునుండి విద్యుత్తును లండనుకు సరఫరా చేసిరి. ఈ తీగెలను వేయుటకు పూర్వము అనేకములైన సాంకేతిక ఇబ్బందులను తొలగించవలసి వచ్చెను.

మొదటి జనరేటర్లన్నియు సాధారణములగు ఆవిరి యంత్రములచే నడుపబడుచు, నిదానముగ పనిచేయునట్టివి. కాని, 1884 లో ఛార్లెస్ పార్సన్ అనునతడు ఆవిరి టర్బయిన్‌ను కనిపెట్టెను. ఏ. సి. జనరేటరు నిముషమునకు 18,000 సార్లు తిరుగునట్లు చేయుటకు ఆ టర్బయిన్‌ను అతడు ఉపయోగించెను. 1900 నాటికి 1000 కిలో వాట్ల శక్తి గల 'టర్బో - ఆల్టర్నేటర్స్' పనిచేయసాగినవి. 1912 నాటికి 25,000 కిలో వాట్ల శక్తి గల యంత్రము యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోని చికాగో నగరమునకు గాను తయారు చేయబడినది. ఇది యంతయు 'ట్రాన్స్ ఫార్మర్' [చూ.] అను మరొక విద్యుత్పరికరమును రూపొందించుటతో సాధ్యమయ్యెను. రెండు వేర్వేరు తీగె చుట్టలను ఒక ఇనుప ఉంగరముపై చుట్టి, సర్క్యూట్ కలిపినను లేదా విడదీసినను ఒక చుట్ట నుండి మరియొక చుట్టకు విద్యుత్ప్రేరణ జరుగునను మౌలిక సూత్రమును ఫారడే (1831) కనుగొనెను [చూ. పు. 61]. కాని, 1882 వరకు ఈ సూత్రమును ఎవరును ట్రాన్స్ ఫార్మర్ కొరకు ఉపయోగించలేదు. కాని,

ఆ తరువాత పది సంవత్సరములలోపుననే లండను ఎలక్ట్రిసిటీ సప్లయి కార్పొరేషన్ కొరకు 200 కిలోవాట్ల శక్తిగల 10,000 వోల్ట్‌ల విద్యుచ్ఛక్మగల విద్యుత్తును భరించగల ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌ను తయారుచేసిరి. మొదటి ట్రాన్స్ ఫార్మర్లలో నాసిరకపు ఇనుప కడ్డీలను వాడుటవలన తయారైన శక్తిలో చాల భాగము వ్యర్థము అగుచుండెను. 1903 లో సిలికాన్ ఉక్కు కడ్డీలు రూపొందించి, వానిని ఉపయోగించుటతో ఈ ఇబ్బంది తొలగిపోయెను.

తరువాత హెచ్చు వోల్టేజి ప్రసారమును, ప్రసారక యంత్రములును వాడుకలోనికి వచ్చినవి. అందువలన అధికముగా నేలబొగ్గు లభించుప్రాంతములలో నిర్మించిన విద్యుదుత్పాదక కేంద్రమునుండి అచటికి అతి దూరమున ఉండు పరిశ్రమలకుగాని, మరి ఇతరములకుగాని కావలసిన చోటికి మితవ్యయముతో విద్యుత్తును సరఫరా చేయుటకు వీలు కలిగెను. దీనివలన ఒకే ప్రాంతములో పరిశ్రమలు గుమిగూడవలసిన ఇబ్బంది తొలగినది; పరిశ్రమలన్నియు నేలబొగ్గు గనుల పరిసరములో మాత్రమే అభివృద్ధియగు పరిస్థితి తొలగెను. అంతేకాక, బ్రిటిష్ గ్రిడ్ సిస్టమ్‌లోవలె ఉత్పాదక కేంద్రములను ఒకదాని కొకటి కలిపి ఒక ప్రాంతమునుండి మరియొక ప్రాంతమునకు విద్యుచ్ఛక్తి సరఫరా చేయుటకును, శక్తి వృథా అగుట తగ్గించుటకును వీలయ్యెను [చూ. పు. 64].

సామాన్య ప్రజల స్థూల దృష్టిలో దీపముల వెలిగించుటకును, వంట పనికిని, రేడియో, టెలివిజన్ యంత్రములను పనిచేయించుటకును మాత్రమే విద్యుచ్ఛక్తి ముఖ్యముగ వినియుక్తమగుచున్నటుల కన్పట్టినను, ఆ శక్తి యొక్క కార్యక్షేత్రము అంతకన్నను చాల విపులతరము [చూ. పు. 6] ఈ శతాబ్దమున పౌరుల నిత్యజీవితముపై ప్రభావము నెరపు సాధనములు అన్నింట ఎలక్ట్రికల్ మోటారు అత్యుత్తమ స్థానమును ఆర్జించినది. బహుశః ఎలక్ట్రికల్ రైళ్ళను నడుపుటయే విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క అతి ముఖ్య ప్రయోజనముగ లెక్కింపవడగును.

భారతదేశమున విద్యుత్ ఉత్పత్తి

భారత దేశమున మొదటి విద్యుదుత్పాదక యంత్రము 1897 లో డార్జిలింగున స్థాపింపబడినది. స్థానిక మునిసిపాలిటీ ఒక కొండ ప్రవాహమును ఉపయోగించి 130 కిలో వాట్ల శక్తి గల జల విద్యుత్కేంద్రమును స్థాపించినది. ఆ తరువాత మైసూరుప్రభుత్వము కావేరినదిపై శివసముద్రము వద్ద 4,500 కిలోవాట్ల జలవిద్యుత్కేంద్రమును 1902 లో - ముఖ్యముగా కోలారు బంగారు గనులకు విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరా చేయుటకుగాను-ప్రారంభించినది. 1920 నాటికి దీనియొక్క శక్తి 15,700 కిలోవాట్లకు పెరిగినది. ఇదియే విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తిలో గొప్ప తొలి అభివృద్ధి. 1909 లో కాశ్మీర్ ప్రభుత్వము మొహోరా వద్ద జీలమ్‌నదిపై 4,227 కిలోవాట్ల విద్యుత్కేంద్రమును నిర్మించెను. సిమ్లా మునిసిపాలిటీ 1913 లో 1,250 కిలోవాట్ల విద్యుత్కేంద్రమును ప్రారంభించెను. తాతా హైడ్రో-ఎలక్ట్రిక్ పవర్ కంపెనీ 1914 న కొపోలీలో ప్రప్రథమముగ 50,000 కిలోవాట్ల పెద్ద కేంద్రమును స్థాపించెను. నాటి బొంబాయి (ఇప్పటి మహారాష్ట్ర) ప్రభుత్వము 1,024 కిలోవాట్ల శక్తిగల యంత్రమును బట్ ఘర్ డాము వద్ద 1915 లో నిర్మించెను. తిరువాన్కూరు (కేరళ) లో మన్నార్ వద్ద 400 కిలోవాట్ల యంత్రము - ముఖ్యముగా తేయాకు తోటలకు సప్లయి చేయుటకు - నెలకొల్పబడినది. 240 కిలోవాట్ల ఉత్పత్తి కేంద్రము పాటియాలా (పంజాబ్) లో స్థాపింపబడినది. డార్జిలింగు, ముస్సోరి కేంద్రముల ఉత్పత్తిని కూడ పెంచిరి. 1920 నాటికి ఆవిరి, జల, డీసెల్ విద్యుత్కేంద్రములు ప్రభుత్వ రంగమున రూపొందినవి. కాని, ఈ కేంద్రములు అన్నింటిలోను అప్పటికి ఉత్పత్తి అగు విద్యుత్‌రాశి 1,30,009 కిలోవాట్లు మాత్రమే.

మొత్తము విద్యుదుత్పాదకశక్తి స్థాపిత ప్రమాణము 1920 - 41 మధ్యకాలమున పదింతలు పెరిగినది. అనగా, 1,30,009 కిలోవాట్ల నుండి 12,08,422 కిలోవాట్లకు అభివృద్ధి అయినది. ప్రభుత్వపు విద్యుత్సంస్థలు లేని చోట తాతా ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీ వంటి పరిశ్రమలు ప్రత్యేకమైన విద్యుత్కేంద్రములను స్థాపించి, విద్యుత్తును సరఫరా చేయుచుండినవి.

పది సంవత్సరములలో (1940-1951) విద్యుదుత్పాదక సౌకర్యముల అభివృద్ధి ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధము వలనను, తదనంతర క్లిష్ట పరిస్థితుల వలనను చాల కుంటుపడినది. స్వతంత్ర భారతదేశమునకు వచ్చిన స్థాపిత విద్యుచ్ఛక్తి శక్తి పరిమాణము 11,33,852 కిలోవాట్లు అయినది (1947). స్వాతంత్ర్యానంతరము ఆ యా రాష్ట్రప్రభుత్వములు ఈ విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి, సరఫరా పరిశ్రమలో పాల్గొనుట ఒక ప్రత్యేక విశిష్ట లక్షణము.

జల విద్యుద్యంత్రముల అభివృద్ధి ఆవిరి యంత్రములతో పోల్చుకొన్న చాల తక్కువ అనవచ్చును. 1940 నాటి స్థాయి పైన 20 శాతము మాత్రమే జల విద్యుద్యంత్రములలో అభివృద్ధి సాగినది.

దేశవ్యాప్తముగా భారతదేశములో పంచవర్ష ప్రణాళికల పేరిట అభివృద్ధి పథకములు 1951 తరువాత చేపట్టి

అమలు జరుపుటవలన విద్యుత్కేంద్రముల స్థాపన పూర్వము కన్న అతి త్వరితగతిలో ముందంజవేసినది. ప్రథమ పంచ వర్ష ప్రణాళికాంతమునకు (1956) భారతదేశపు విద్యుత్ స్థాపిత శక్తి 34 లక్షల కిలోవాట్లు. దీనిలో 27 లక్షల కిలోవాట్లు ప్రభుత్వ రంగమునకును, ప్రయివేటు రంగ మునకును చెందిన విద్యుత్తు సరఫరా సంస్థలలోను, 7 లక్షల కిలోవాట్లు పారిశ్రామిక సంస్థలలో సొంత ఉపయోగ మునకును ఉత్పత్తి అయినది. ఇందులో 21 లక్షల కిలో వాట్ల స్థాపిత శక్తి జలాధారముల నుండియు, మిగిలినది థెర్మల్ కేంద్రములనుండియు ఉత్పత్తి అగుచున్నది. 1956 - 66 మధ్య - అనగా పది ఏండ్లలో - మొత్తము విద్యుదుత్పత్తి స్థాపిత శక్తి 101.7 లక్షల కిలోవాట్లకు పెరిగినది. ఇందు 11.5 లక్షల కిలోవాట్లు మాత్రమే సొంత ఉపయోగమునకై పారిశ్రామిక సంస్థలలోను, మిగి లిన 90.20 లక్షల కిలోవాట్లు ప్రభుత్వ, ప్రయివేటు రంగములు నిర్వహించు విద్యుత్కేంద్రములలోను ఉత్పత్తి అయినది.

ఉత్పత్తి చేసిన విద్యుత్తులో 75% పరిశ్రమలు వినియో గించుకొనును గనుక, విద్యుచ్ఛక్తి అభివృద్ధి ప్రత్యక్ష ముగ పరిశ్రమాభివృద్ధితో ముడిపడి ఉన్నది. ఇది ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళిక (1955 - 61) లో కన్నా 123% అభివృద్ధి. జల విద్యుచ్ఛక్తి 1955 - 56 లో 27.8 % నుంచి 1961 62 లో 33% వరకు పెరిగినది. 1966 నాటికి 39 3% కు పెరుగగలదని ఊహించబడినది. కొన్ని రాష్ట్రములలో శక్తి అంతయు జల విద్యుత్కేంద్రముల ద్వారానే సరఫరా చేయబడుచున్నది. ఉదా : కేరళ 96. 6%; మైసూరు 93. 5%; ఒరిస్సా 92. 2%; పంజాబ్ 90%.

ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో విద్యుత్తు అభివృద్ధి

ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లో మొట్ట మొదటి థెర్మల్ విద్యుత్ కేంద్రము హైదరాబాదులో 1923 లో ప్రారంభింపబడి నది. ఆ తరువాత రాజమండ్రియందు ప్రైవేటు రంగమున విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి అయినది. విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయుటకు ఆ కేంద్రము డీసెల్ శక్తిని ఉపయోగించినది. తరువాత 1938 - 39 లో విజయవాడ, విశాఖపట్టణ ములలో థెర్మల్ కేంద్రములు స్థాపింపబడినవి. వాస్తవము నకు రాష్ట్రమున విద్యుదభివృద్ధి భారత స్వాతంత్ర్యానంత రము చేపట్టిన ప్రణాళికాబద్ధ కార్యక్రమమున ఇతోధిక మైనది. ఆంధ్ర ప్రాంతమున 1955 లో మాచ్‌ఖండ్ జల విద్యుత్కేంద్రమును, 1957 లో తుంగభద్రా జల విద్యు త్కేంద్రమును ప్రారంభించుటతో ప్రాంతీయ విద్యుదవసర ములు తీరుట మొదలైనది. తెలంగాణా (1956)లో నిజాం సాగర్ జలవిద్యుత్కేంద్రము ప్రారంభమైనది. మరుచటి సంవత్సరము (1957) రామగుండమున థెర్మల్ విద్యుత్ కేంద్రము ప్రారంభమైనది. 1966 నాటికి రాష్ట్రమున విద్యుత్ అవసరములు 180 మెగావాట్లకు పెరిగినది. స్థాపిత శక్తి 292 మెగావాట్లు. ఇది 1968 నాటికి 592 మెగా వాట్లకు పెరిగినది. రాష్ట్రమున 6024 గ్రామములకు, పట్ట ణములకు 1965-66 మార్చి నాటికి తలసరి విద్యుత్ వాడ కము 26.8 యూనిట్లకు నిలచినది.

ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో విద్యుదభివృద్ధి పెద్ద ఎత్తున జలవిద్యు త్తుతోబాటు థెర్మల్ అభివృద్ధిపైన ఆధారపడి ఉన్నది. కావున ఆంధ్రలో భవిష్యదభివృద్ధి హైడ్రో మరియు థెర్మల్ ఆధారములను పూర్తిగా వినియోగించుటపై ఆధారపడ వలసి ఉన్నది. అత్యధిక శక్తిని సంపాదించుటకు ఆధునిక సూపర్ థెర్మల్ కేంద్రములను సాధ్యమైనంత ఎక్కువ 'లోడ్ ఫాక్టర్' పద్ధతిని నడుపవలయును. అందువలన ఆంధ్రప్రదేశ్‌నందు విద్యుదభివృద్ధి భావి పథము సాధారణ (బేస్‌లోడ్) అవసరములను థెర్మల్ కేంద్రముల నుండి, అధిక (పీక్‌లోడ్) అవసరమును జలవిద్యుత్కేంద్రముల నుండి తీర్చుకొనునట్లు ఉండవలయునని విజ్ఞుల అభి ప్రాయము.

ఆంధ్ర ప్రదేశ్ విద్యుదభివృద్ధి సంస్థ (ఎలక్ట్రిసిటీ బోర్డు) 1959లో ప్రభుత్వ ఆధ్వర్యవమున ఏర్పడి పనిచేయుచున్నది. అప్పటి నుండి రాష్ట్రములో విద్యుత్తు సరఫరా పంపిణీ వ్యవస్థను శక్తిమంతముగ, తక్కువ ఖర్చుతో సమన్వయ పరచుచు అభివృద్ధి చేయవలసిన బాధ్యత ఆ బోర్డుపై శాసనరీత్యా ఉన్నది.

ఇటీవల ఆంధ్ర, కేరళ, మద్రాసు. మైసూరురాష్ట్రములు కలియుటతో దక్షిణ ప్రాంత మండలి (సదరన్ రీజనల్ బోర్డు)గా ఏర్పడినది. దానివలన ఒకదాని నొకటి కలుపు ప్రాంతీయ విద్యుత్ మండలము (రీజనల్ పవర్ గ్రిడ్) ఒకటి నెలకొనినది. దక్షిణభారతదేశపు శ్రేయస్సుదృష్ట్యా ఈ రాష్ట్రములలోని విద్యుత్ వ్యవస్థలు అన్నియు సమన్వ యింపబడి, నిర్వహింపబడవలసి ఉన్నది. ఇట్లు నాలుగు మూలలనుండి ప్రాంతీయ మండలములు అన్నిటిని కలిపి 'అఖిలభారత గ్రిడ్ (నేషనల్ పవర్‌గ్రిడ్)'ను ఏర్పాటు చేయుటకు పథకములు సిద్ధము చేయబడినవి. ఈ సూపర్ ఆలిండియా గ్రిడ్ పద్ధతి ఏర్పడిన ఫలితముగా దేశములోని విద్యుదవసరములు తీరి, సేద్యరంగమునను, పారిశ్రామిక రంగమునను అభివృద్ధిని ఇతోధికముగా సాధింప వీలగును.

ప్రచార సాధనములు

టెలిగ్రాఫు - టెలిఫోను

టెలిగ్రఫీ 19వ శతాబ్ది మధ్యలో అవతరించినది. అటునిటు నడచు బండ్లకు భద్రత చేకూర్చుటకై వాని రాకపోకల వార్తలను అతి త్వరితగతిలో చేరవేయుటకు ఒక పద్ధతిని కనుగొనుటకు ప్రయత్నించుచున్న వారిని నానాట శీఘ్రతరాభివృద్ధిని సాధించిన రైల్వే పద్ధతి మరింతగ కార్యోన్ముఖులను చేసినది. 18 వ శతాబ్దమున 'దూరమున నుండి వ్రాయుట' అను అర్థమును ఇచ్చు గ్రీక్ పదము నుండి 'టెలిగ్రాఫు' అను పదము నావికులు వాడు కర్రపలకల సిగ్నల్ బోర్డులకు వాడుటతో ప్రారంభమయ్యెను. ఆరోజులలో విద్యుచ్ఛక్తి ఒక నూతన వినోదము కంటె కొంచెము అధికమనే భావము ఉన్నప్పటికి 1800 ప్రాంతమున విద్యుచ్ఛక్తిని వార్తలను పంపుటకు ఉపయోగించు ప్రయత్నములు సాగినవి. విద్యుత్తు లేదా అయస్కాంత ప్రవాహములను గూర్చి ప్రజలకు ఏ కొలదిగనో పరిచయము ఏర్పడుచుండిన రోజులు అవి. బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ 1752లో విద్యుచ్ఛక్తిని గురించిన తన ప్రయోగమువల్ల ప్రపంచమునే పులకింప జేసెను. తుఫానులో ఫ్రాంక్లిన్ గాలిపటమును ఎగురవేసినప్పుడు తీగె అంచులు గట్టిగ నిలబడిపోయి, అతని చెయ్యి కొద్దిగా 'షాక్' తిన్నది. ఆ విధముగా ఆతడు ఆకాశములో కనబడుచున్న మెరుపు ఒక విధమైన విద్యుత్ ప్రసరణము అని నిరూపించెను. ఇటలీ దేశపు గాల్వనీ, వోల్టా అనువారు మొట్టమొదట బలహీనమైన విద్యుత్ ప్రవాహములను కలుగజేయు బ్యాటరీలను తయారు చేసిరి. తీగె ద్వారా విద్యుత్ ప్రవహించి వస్తువులను కదలించవచ్చునని తెలిసికొన్నప్పుడు ప్రజలు విద్యుత్ టెలిగ్రాఫును తయారుచేయుటకు ప్రయత్నించిరి. అక్షరమాలలోని ప్రతి అక్షరమునకు ఒక ప్రత్యేకమైన తీగెను వాడుచు ప్రయోగములు చేసిరి. ప్రతి యొక్క తీగెవద్ద ఒకరకపు మొక్కదంటుతో తయారుచేసిన తేలికైన బంతిపై విద్యుత్‌ను ప్రసరింపజేసినపుడు అక్షరమాలలోని ఒక అక్షరము ఉన్న కాగితమును ఆకర్షించును. ఇతర ప్రయోగకర్తలు (విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న విద్యుత్ వలయమును భంగపరచుట వలన ఉత్పత్తి అగు) స్ఫులింగపు వెలుగునుండి ఒక అక్షరమును వెలిగించుటకు ఉపయోగించిరి.

అయస్కాంతముపై ఒక ఉక్కుసూదిని రాచుట వలన దానిని అయస్కాంతముగా మార్చవచ్చుననుట ఎల్లరుఎరిగిన విషయము. 1819లో అర్‌స్టెడ్ [చూ. సం. 2-పు. 154] అయస్కాంతీకృతమగు సూది దగ్గరి తీగెగుండా విద్యుత్‌ను ప్రసరింపజేసినపుడు సూది విద్యుత్ ప్రసరణ మార్గమును అనుసరించి ప్రక్కకు తిరుగునని కనుగొనెను. దీనివలన ప్రముఖ ఫలితములు సాధింపబడినవి. గాల్వనీ 26 తీగెల చివరన ఉన్న అయస్కాంతపు సూదులు నిర్దేశించు 26 ఇంగ్లీషు అక్షర వర్ణమాల గల యంత్రము ఒకదానిని తయారు చేసెను. ఇంగ్లండు వాస్తవ్యుడగు విలియమ్ స్టర్జన్ అను ఒక ఔత్సాహిక ప్రయోగకర్త మొట్టమొదటి విద్యుత్ అయస్కాంతము (ఎలక్ట్రో మాగ్నెట్)ను గుర్రపునాడా ఆకారమును బోలిన ఇనుప ముక్కకు పెక్కుసార్లు తీగెచుట్టి దానిలో విద్యుత్ ప్రవహింపజేయుట ద్వారా నిర్మించెను. ఇది తీగెచుట్టలో విద్యుత్ ప్రసరించినపుడు చిన్న చిన్న ఇనుపముక్కలను ఆకర్షించును (ఇది తరువాత అధునికమగు ఎలక్ట్రిక్ మోటారు, డైనమో ఆవిష్కరణలకు దారి తీసినది). ఆరేళ్ళ పిదప 1831లో విద్యుత్ అయస్కాంతపు సిగ్నలింగ్ సాధనమును శాస్త్రజ్ఞులు ప్రదర్శించిరి. దీనిలో ఆకర్షితమైన ఒక ఇనుపముక్క గంట కొట్టును.

యునైటెడ్ స్టేట్స్ వాస్తవ్యుడగు శామ్యూల్ మోర్స్ అను వాడు విద్యుత్ వలయమును కలుపుట, తెరచుట వలన సంకేతములు చేయుటకు, వాటిని రికార్డు చేయుటకు ప్రయత్నము చేసెను. అతడు ఒక పెన్సిలును విద్యుత్ అయస్కాంతముతో పనిచేయు ఒక తులాదండమునకు అతికించెను. అది విద్యుత్ పరిభ్రమణము ఆగినప్పుడు గాని, పూర్తి అయినప్పుడుగాని కదలుచున్న కాగితముపై గుర్తులు పెట్టును. ఈ పెన్సిలు రికార్డుకొరకై అతను 'డాట్ అండ్ డాష్' (చుక్క, గీత) గల ఒక విధమగు సంకేత లిపిని 'మోర్స్‌కోడ్' అను పేరున తయారు చేసెను. తరువాత యాంత్రికముగా సంకేతములను ప్రసారమార్గములోని ఒక ప్రాంతమునుండి మరియొక ప్రాంతమునకు పునః ప్రసారము చేయు యంత్రమును సంకేతముల శక్తిని చాల దూరము వరకు భద్రపరచుటకును వీలుగా తయారు చేసెను. అంతట అతడు విద్యుత్ వలయములను తెరచుటకు, మూయుటకు వీలగు ప్రత్యేక సాధనమును తయారు చేసెను. దీనికి మోర్స్ 'కీ' లేదా 'టాపర్' అని పేరు.

మోర్స్ స్నేహితుడు ఆల్‌ఫ్రెడ్ వైల్ అనునతడు రికార్డింగ్ మెషిన్‌లోని తులాదండము ద్వారా వచ్చు చురుకైన దెబ్బలనుండి సంకేతముల (కోడ్)ను చెవులతో నిర్దిష్ట

అక్షరములుగా గుర్తించుట సాధ్యమని కనుగొనెను. కాబట్టి, ప్రజలు మోర్స్ రికార్డును ఎక్కువ కాలము వాడ లేదు. మోర్స్ తనయంత్రమునకు 1848లో పేటెంటు సంపాదించుకొనెను. బ్రిటన్‌లో మొదటి టెలిగ్రాఫు 1837లో స్థాపింపబడినది. కొన్నేళ్ళ తరువాత ఈ రైల్వే టెలిగ్రాఫు ఒక హంతకుని పట్టుకొనుటకు ఉపయోగపడినందున ప్రజలకు ఈ విషయములో ఆసక్తి ఎక్కువ అయ్యెను. అనతికాలములోనే సముద్రములోపల టెలిగ్రాఫుతీగెల (కేబిల్)ను వేసిరి. యూరప్, అమెరికా ఖండముల మధ్య తొట్టతొలి కేబిల్ 1866లో వేయబడినది.

ఇంగ్లండు వాస్తవ్యుడగు వీట్‌స్టన్ ఒక స్వయంచాలక పరికరమును రూపొందించి, వాడుకయందు ప్రవేశపెట్టెను. ఇది తనంతట వార్తలను గ్రహించి, తిరిగి ప్రసారము చేయగలదు; ఈ యంత్రమును వీట్‌స్టన్ 1861లో రూపొందించెను. టెలిగ్రాఫు సంకేతములను చేతితో పంపుచు చెవి విలంబమునకు కారణముగ ఉండును. వాని అత్యధికవేగము నిముషమునకు 45 పదములు. చాలినన్ని సందేశములను ఒక చోటు నుండి మరొకచోటికి పంపుటకును, చుక్క-గీత (డాట్ అండ్ డాష్) ఆపరేటర్లకు తగిన పని కల్పించుటకును-చెరియొక ఆపరేటరుకు చెరియొక లైనువలె - పది టెలిగ్రాఫు లైనులను నిర్మించుట వృథాగా ఉండెను. అందువల్ల రంధ్రముల ద్వారా చూపగల సంకేతములతో పంపు సందేశములను పీలికలపై పదిమంది ఆపరేటర్లు వార్తలను పంపవలయుననియు, తనంత తాను పనిచేయు ఒక ప్రసార సాధనము ఆపరేటరు కన్న పదింతలు వడిగా చుక్క - గీత సంజ్ఞలను కొట్టగలది కాగితపు పీలికలలోని డాట్-డాష్ (పంచింగు) రంధ్ర సంకేతములను టెలిగ్రాఫు తీగెకు డాట్-డాష్‌లుగా మార్చి ప్రసారము చేసిన ఒకే లైను పదిమంది ఆపరేటర్ల సందేశములను ప్రసారము చేయగలదనియు వీట్‌స్టన్ భావించెను. ఇతర వైజ్ఞానిక ఆవిష్కరణములు ఎంతో ముందుకు వెళ్ళినను హైస్పీడ్ ప్రసార పద్ధతి నేటికిని ఇదియే. నేడు ఒక లైను హైస్పీడ్ సందేశములను పెక్కు ట్రాన్స్‌మిటర్లకు ఏకకాలముననే ప్రసారము చేయగలదు.

టైప్‌రైటర్లను నిర్మించుటకు ముందే డి. ఇ. హ్యూ నేటి టెలిప్రింటర్‌కు మూలమైన టైప్‌రైటింగ్ టెలిగ్రాఫును తయారుచేయ వచ్చునని (1850) ఊహించెను.

యునైటెడ్ స్టేట్స్ వాస్తవ్యుడగు అలిగ్జాండర్ గ్రాహం బెల్ [చూ. సం. 2-పు. 359] 1876లో మొదటి టెలిఫోనును నిర్మించెను. అతడు నిర్మించిన టెలిఫోను పరికరములను బాడుగకు సరఫరాచేయు వ్యాపారమును 1877-78 లో కొంతమంది బెల్ స్నేహితులు ప్రారంభించిరి. మొదట కొందరి ప్రైవేటు సందేశములను పంపుటకు మాత్రమే ఇది పరిమితమై ఉండెను. ఒకరితో వేరొకరు మాటాడుటకు వీలు కల్పించు ఎక్స్చేంజి ఏర్పాటు అందు లేదు. 1879 లో సుమారు ఎనిమిదిమంది చందాదారులతో లండనులో టెలిఫోను ఎక్స్చేంజి ప్రారంభింపబడినది. తరువాత పోస్ట్ ఆఫీసులు తమ ఎక్స్చేంజిని ఆరంభించినవి.

ఇంగ్లండులో టెలిఫోనులు తొలుత ప్రభుత్వాధిపత్యమున పనిచేసినవి. ఆ సమయమున ప్రభుత్వము పోస్ట్‌ఆఫీసుల పని ఎక్కువ చేయుటకు ఇష్టపడక, పెక్కు ప్రైవేటు సంస్థలకు టెలిఫోను నడుపుటకు అనుమతులు ఈయసాగెను. క్రమముగ 12 ఏండ్లలో 'జాతీయ టెలిఫోను కంపెనీ' అను ఒక సంస్థ ఇంచుమించు వ్యాపారము నంతటిని కైవసము చేసికొనెను. ఆ తరువాత సైతము ప్రభుత్వము కొంత కాలము వరకు పోస్ట్ ఆఫీస్ టెలిఫోను పద్ధతిని విస్తృతీకరించి, తత్ఫలితముగ పోటీని ప్రోత్సహించినది.

దూరప్రదేశ టెలిఫోను సౌకర్యములు అన్నింటిని పోస్ట్ ఆఫీస్ తన పెత్తనములోనికి (1896) తీసికొనెను. అంతేకాక, అది జాతీయ టెలిఫోను కంపెనీని స్వాధీనము చేసికొనెను. 1912 లో ఎప్సన్, సర్రే నగరములలో, బ్రిటనులో మొదటి ఆటోమాటిక్ ఎక్స్చేంజి ప్రారంభమయ్యెను. లండనులో 1927 లో ప్రప్రథమ ఆటోమాటిక్ ఎక్స్చేంజి స్థాపింపబడెను. 1946 నాటికి బ్రిటిష్ టెలిఫోను పద్ధతులలో మూడింట రెండు వంతులు ఆటోమాటిక్ అయి ఉండెను.

భారతదేశమున టెలిఫోను పద్ధతి 20 వ శతాబ్ది మొదటి పాదమున ప్రవేశపెట్టబడెను. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో మొదటి టెలిఫోను నిజాం (హైదరాబాదు) రాజప్రాసాదమున పెట్టబడెను (1923). 1951 నుండి పంచవర్ష ప్రణాళికలను అమలుపరచుట ద్వారా ఆటోమాటిక్ పద్ధతులు గల టెలిఫోన్‌లను పల్లెలకు కూడ విస్తరింపజేసిరి.

కర్జన్ వైస్రాయిగా ఉన్న కాలములో - అనగా 19 వ శతాబ్దము మధ్యన - భారతదేశములో టెలిగ్రాఫులు ప్రారంభింపబడి, 1860 - 70 లో ఆంధ్రప్రాంతమునకు విస్తరింపబడి, 1900 నాటికి క్రమముగా అభివృద్ధిపరుపబడినవి. అప్పటివరకు వాణిజ్యశాఖలో అంతర్భాగముగ ఉన్న 'భారతీయ తంతి వార్తా వ్యవస్థ'ను 1912 లో పునర్వ్యవస్థీకరించి, తపాలాశాఖలో కలిపిరి. అప్పటినుండి ఆ శాఖ తంతి - తపాలాశాఖ (పోస్ట్ అండ్ టెలిగ్రాఫ్స్) అని వ్యవహరించబడుచున్నది. అనేక నగరములను కలుపు టెలెక్స్ పద్ధతి కూడ భారతదేశమున ఉన్నది. న్యూఢిల్లీ బొంబాయి, మద్రాసు వంటి రాజధానీ నగరములలో

క్రాస్ బార్ పద్ధతిని ఇప్పుడిప్పుడు (1968) నెలకొల్పు చున్నారు. బెంగుళూరు - మద్రాసు నగరముల మధ్య 'డైరెక్ట్ ట్రంక్ డయలింగ్' కలదు. దీనిని భారతదేశము లోని ఇతర నగరములకు కూడ విస్తరింపజేయుటకు సన్నాహములు జరుగుచున్నవి.

రేడియో టెలిగ్రాపు - రేడియో టెలిఫోను

'టెలి కమ్యూనికేషన్' అను పదము తరుచుగ ఎల్లెడల విననగుచున్నది. సందేశము (కమ్యూనికేషన్)లకు విద్యుచ్ఛక్తి ఉపయోగింపబడుట 19 వ శతాబ్దములో టెలిగ్రాపు, టెలిఫోను కనుగొనుటకు దారితీసినది [చూ. పు. 65,66].తరువాత రేడియో కనుగొనబడి, 20 వ శతాబ్దములో సంపూర్ణముగా ఉపయోగమునకు వచ్చినది. వీటి వలన ప్రపంచమున వార్తా ప్రసార ప్రచార వ్యవస్థయందు ఇంతకుముందు ఎన్నడు కని విని ఎరుగనంతటి మార్పు వచ్చినది.

టెలిగ్రాఫు, టెలిఫోనువలె రేడియో వార్తా ప్రసారము (రేడియో కమ్యూనికేషన్) కూడ వేర్వేరు దశలలో అభివృద్ధి చెందినది. మొదటి దశ : చుక్క-గీత (డాట్ అండ్ డాష్) అను సంకేతముల ద్వారా వార్తను అందించుట 'రేడియో తంతి వార్తా పద్ధతి' (రేడియో టెలిగ్రఫీ); రెండవదశ : టెలిఫోనులో వలె సంభాషణలను ప్రసారము చేయుట రేడియో టెలిఫోను పద్ధతి. వివిధదేశముల శాస్త్రజ్ఞులు చాల ఏండ్లుగా గాలిలో విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగములతో చేసిన ప్రయోగములు వీని ఆవిష్కరణకు తోడ్పడినవి. వారి సిద్ధాంతములను ఆచరణమున ప్రయోగించి చూపినవాడు గూయెల్మో మార్కోనీ [చూ. సం. 2 - పు. 532]అను ఇటలీదేశపు ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరు. 1894లో 20 ఏళ్ళవయస్సు గల మార్కోనీ తీగె సహాయము లేకుండా ఒకటిన్నర కి. మీ. దూరమునకు సంజ్ఞావార్తను అందింపగలిగెను. 1896 లో ఆయన ఇంగ్లండుకు వెళ్ళి కొన్ని ప్రయోగములు విజయవంతముగా చేసెను. 1897 లో బ్రిస్టల్ కాలువ ఆవలకు తీగె లేకుండ వార్తలను పంపగలిగెను. 1899 లో ఇంగ్లీషుఛానల్ కు ఆవలకు అట్లే మరొక సందేశమును పంపగలిగెను.

సాంకేతిక శాస్త్ర చరిత్రలో 1901 లో ముఖ్యసంఘటన ఒకటి జరిగెను. కార్న్ వాల్ వద్ద నిర్మించిన ప్రసార కేంద్రమునుండి ఒక సంకేతమును (మోర్స్ సంకేత అక్షరములలో 'ఎస్'అను దానిని) నిర్దిష్ట సమయమున ప్రసారము చేయుటకు మార్కోనీ ఏర్పాటు చేసెను. ఆయనే స్వయముగా ఇద్దరు సహచరులతో కెనడాలోని న్యూ ఫౌండ్ లాండ్ లోని సెయింట్ జాన్ వద్దకు వెళ్ళి, గాలిపటమునకు తగిలించబడిన తంతి ద్వారా తయారుచేయబడిన 'ఆకాశ తంతి (ఏరియల్)'ని ఏర్పాటు చేసెను. తరువాత నిర్దిష్ట సమయము కొరకు వేచి ఉండి, 3,218 కి. మీ. దూరము నుండి జయప్రదముగా ఆ సంకేతములను వినగలిగెను. ఆ విధముగా తొట్టతొలుతగ తీగె లేని రేడియో వార్త అట్లాంటిక్ మహాసముద్రమును దాటెను.

అప్పటినుండి కొన్ని ఇబ్బందులు ఏర్పడినను ఈ రంగమున నిదానముగా ప్రగతి కొనసాగినది. రేడియో పద్ధతిని ఇంకను అభివృద్ధిపరచుటకు మార్కోనీ ఒక వ్యాపార సంస్థను స్థాపించెను. 1914 లో యుద్ధము ప్రారంభమైనప్పుడు నౌకలకు రేడియో సాధనములు అమర్చబడినవి. ప్రమాదములు ఉన్నట్లు రేడియో సంకేత వార్తలను అందించుటలో అనేక ప్రాణములు రక్షింపబడినవి. 1910లో మార్కోనీ కంపెనీచేత స్థాపింపబడిన బ్రిటిష్ కేంద్రములను అన్నింటిని జనరల్ పోస్ట్ ఆఫీస్ వశపరచుకొనెను. 1918 నాటికి రేడియో టెలిగ్రఫీ ద్వారా లండను నుండి ఆస్ట్రేలియాలోని సిడ్నీ వరకు సందేశములను పంపుటకు వీలు కలిగెను.

మార్కోనీ యొక్క 'బీమ్' సర్వీసు 1925 లో స్థాపింపబడెను. దీనివలన రేడియో టెలిగ్రఫీ చౌక అగుటయే గాక, సందేశమును ఒకే దిక్కులో ప్రసారము చేయుట వల్ల రహస్య రక్షణమునకును మార్గము ఏర్పడెను. 1927 నాటికి బ్రిటన్, కెనడా, ఆఫ్రికా, ఆస్ట్రేలియా దేశముల మధ్యను, యూరప్, అమెరికా ఖండములలోని ఇతర దేశముల మధ్యను రేడియో ద్వారా తంతి ప్రసారములు నెలకొల్పబడినవి.

ఈ లోగా శాస్త్రజ్ఞులు 'సంభాషణ ప్రసారము (రేడియో టెలిఫోను)'అను గూర్చి జయప్రదములైన పరిశోధనలు జరిపిరి. 1927లో 'అమెరికన్ టెలిగ్రాఫు మరియు టెలిఫోను కంపెనీ' అను సంస్థ బ్రిటిష్ పోస్ట్ ఆఫీస్ తో సహకరించి లండను, న్యూయార్క్ నగరముల మధ్య రేడియో టెలిఫోను సర్వీసులను ఏర్పాటు చేసెను. త్వరలోనే ఇటువంటి సర్వీసులు బ్రిటన్ నుండి ఇతర కామన్ వెల్త్ దేశములకు ఏర్పరుపబడినవి.

కాలక్రమమున అట్లాంటిక్ మహాసముద్రపు ఆవలి ప్రాంతములకు రేడియో టెలిఫోను సర్వీసు విజయవంతముగ సాధింపబడినది. వాస్తవముగ దాని వాడకము ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధానంతరము చాల ఎక్కువై, నిర్వహణ కష్టసాధ్యమగునంతగా విస్తరించెను. ఉదా: అట్లాంటిక్ మహాసముద్రమున ఇరువైపుల ఉన్న దేశముల

మధ్య 1954 లో ఒక లక్షకు పైగా రేడియో టెలిఫోను సంభాషణలు జరిగినవి. సముద్రాంతర్భాగమున బ్రిటన్, యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశముల మధ్య క్రొత్త కేబిల్ లు వేయవలసిన పరిస్థితికి అది దారి తీసినది. ముందున్న టెలిగ్రాపు తీగెలే కాక, అదనముగా వేసినవి ఈ టెలిఫోను తీగెలు. కెనడా, యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశములును, బ్రిటన్ దేశమును అటు ఇటు చెరి ఒకటి రెండు కేబిల్ లను వేయుటకుగాను ఒక ఒప్పందము జరిగెను. మొదటిది: 1955 లోను; రెండవది: 1956 లోను పూర్తి చేయబడినవి.

రేడియో ప్రసారములు

రెండు ప్రపంచయుద్ధముల మధ్యకాలములో పై విధముగా రేడియో టెలిగ్రఫీ, టెలిఫోను అంతర్జాతీయ ప్రచార సాధనములుగ బాగుగా అభివృద్ధి చెందినవి. అంతట ఈ రంగమున మరొక పెద్ద అభివృద్ధిని సాధించవలసి ఉండెను. సంగీతమును, సంభాషణలను బహిరంగముగా ప్రసారము చేయుటయే ఆ అనంతర పరిణామము. ఈ ప్రసారము చేయుట మొదట శబ్దముతో ప్రారంభమయ్యెను; అదియే రేడియో అని పిలువబడుచున్నది. తరువాత చూచుటకు వీలగునట్లు ప్రసారములు ప్రారంభమయ్యెను; అదియే టెలివిజన్.

వివిధ దేశములలోని శాస్త్రజ్ఞులు ఈ ప్రసార సాధనములకు మార్గదర్శకులు. ఇంగ్లండులో ఫ్లెమింగ్ [చూ. సం. 2-పు. 498] 'థెర్మానిక్ వాల్వు(డయోడ్)'ను నిర్మించెను (1904). ఈ సాధనము సైకిల్ ట్యూబ్ లోని గాలిని లోనికి మాత్రము వెళ్లనిచ్చి బయటికి పోవుటకు వీలు కలిగించని 'వాల్వు' వలె విద్యుత్తును ఒకే దిక్కునకు ప్రవహించునట్లు చేయునట్టిది. 1906 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో లీ డి. ఫారెస్ట్ అను నతడు బలహీనమైన సందేశములను బలముగా, గట్టిగా వినిపింపచేయగల 'గ్రిడ్'ను ఈ ప్రసార సాధనముతో కలిపెను. 1910 లో కెరూస్ అను ప్రఖ్యాత గాయకుడు న్యూయార్క్ లోని ఈ క్రొత్త సాధనములో పాడగా నగరములోని అనేక ప్రాంతములలో అనేక పరిశోధన ప్రయోగకర్తలు వినిరి. 1915 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోని ప్రసారసాధనముల ద్వారా చేయబడిన శబ్దములను ఫ్రాన్స్ లోనివారు వినిరి. 1917లో ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధములో 'జర్మనీ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ సిస్టమ్' అను సంస్థ సంగీతమును, ప్రసంగములను పశ్చిమ రంగములో ఉన్న జర్మనీ సైనికులకు ప్రసారము చేయగలిగెను.

యుద్ధానంతరము ఈ శబ్దప్రసారములను అనేక దేశములలో ఇండ్లకు విస్తరింపజేసిరి. దీనిని వినుటకు మొదటి శ్రోత ఒక శ్రవణ సాధనము (ఇయర్ ఫోన్)ను వాడవలసి వచ్చెను. తరువాత లౌడ్ స్పీకర్లు వాడుకలోనికి వచ్చెను. కాలక్రమమున ఎంతమందైనను ఒకే రేడియో సెట్టు ద్వారా ప్రసారములను వినుటకు వీలుకలిగించబడినది.

శబ్ద ప్రసార కార్యక్రమములను ప్రజలకు అందించుటకు అనేక దేశములలో అనేక సంస్థలు ఉద్భవించెను. ఉదా: ఇంగ్లండులో 1922 లో 'బ్రిటిష్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కంపెనీ' అను వైయక్తిక సంస్థ స్థాపింపబడెను. 1927 లో ప్రభుత్వపరముగా 'బ్రిటిష్ బ్రాడ్ కాస్టింగు కార్పొరేషన్' (ప్రస్తుత బి. బి. సి.) స్థాపింపబడి, మునుపటి కంపెనీ బాధ్యతలను తీసికొనెను; దానితో వైయక్తిక సంస్థ రద్దయ్యెను. బ్రిటిష్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కార్పొరేషన్ పార్లమెంటు చట్టము ద్వారా స్థాపింపబడెను. రేడియో సెట్లు ఉన్న వారిపై గాని, వాడు వారిపై గాని పొందు లైసెన్సుల ద్వారా లభించు రాబడితో బ్రిటిష్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కార్పొరేషన్ ను నిర్వహించుచున్నారు. ఆ రోజులలో ఈ లైసెన్సులు పొందుటకు ముందు దరఖాస్తుదారుడు తన విజ్ఞాన స్థాయిని, యోగ్యతను రుజువుచేసికొనుటకు పరీక్షల యందు ఉత్తీర్ణుడు కావలసి ఉండెను; ప్రత్యేకమైన రుసుమును కూడ కట్టవలసి ఉండెను. కార్యక్రమములను వార్తలు, వినోదములు, విద్య మొదలగువానికి సంబంధించునట్లు బి. బి. సి. (బ్రిటిష్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కార్పొరేషన్) వారు రూపొందించుచున్నారు. విద్యాలయములకు ప్రసారము చేయుటకు గాను బి. బి. సి. ప్రత్యేకమైన సంస్థను స్థాపించినది. దీనికి 'స్కూల్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కౌన్సిల్ ఫర్ ది యునైటెడ్ కింగ్ డమ్' అని పేరు.

టెలివిజన్

చిత్రములను, మాటలను ప్రసారము చేయు సాధనములను లోపరహితములుగా చేయవలసి ఉండుట తరువాతి ముఖ్యమైన ఘట్టము. 'టెలివిజన్' అనుదానికి సరియగు అర్థము 'దూరము నుండి చూచుట'. టెలివిజన్ అనునది బొమ్మల టెలిగ్రఫీయును, రేడియోయును సమ్మేళనము చెందుటవలన రూపొందినటుల భావింపవచ్చును. చిత్రములను విద్యుత్ టెలిగ్రఫీ ద్వారా ప్రసారము చేయు కళ అంతకు పూర్వమే వ్యాప్తిలో ఉండినది. ఉదా: 1863లోనే అటువంటి చిత్రము ఫ్రాన్స్ లోని మార్సియల్లీ నుండి పారిస్ కు ప్రసారము చేయబడినది. ఆ పద్ధతిని కనుగొన్న కాసెలీ అను వాని పేరిట అది 'కాసెలీ పద్ధతి'

అని పేరొందెను. కాని, 1861 లో ఇంగ్లండులోనే ఇది తయారై పేటెంటు చేయబడెను. ఆధునికమగు టెలివిజన్ వలె అది చిత్రములను అనేకమైన సమరేఖలుగా విభజించి ఆ రేఖలను ఒకటి తరువాత ఒకటిగా ప్రసారము చేయుచుండెను.

పిదప 1897 లో ఫెర్డినాండ్ బ్రౌన్ అను ఒక జర్మనీ శాస్త్రజ్ఞుడు స్పష్టమైన టెలివిజన్ చిత్రములకు దారి తీయగల కేథోడ్ కిరణ గొట్టము యొక్క పూర్వ రూపమును సిద్ధపరచెను. 1907 లో బోరిస్ రోసింగ్ అను రష్యా శాస్త్రజ్ఞుడు టెలివిజన్ యొక్క గ్రాహక యంత్రముగా బ్రౌన్ కనుగొన్న గొట్టమును వాడుటకు బ్రిటనులో పేటెంటు అధికారమును తీసికొనెను. కాని, ఆ సమయములో అది ఆచరణ సాధ్యము కాలేదు. అందువల్ల 1930 తరువాత గాని కేథోడ్ కిరణ గొట్టమును టెలివిజన్‌లో వాడుటకు అనువుగా అభివృద్ధి పరచుటకు వీలుపడలేదు.

బ్రిటిష్ ఇంజనీరు, శాస్త్రవేత్త అయిన కాంప్‌బెల్ స్విన్టన్ పూర్తిగా ఎలక్ట్రానిక్ పద్ధతిలో ఉండు టెలివిజన్ కొరకు ఒక పథకమును 1911లో రూపొందించెను. అప్పటికి అది ఒక యోచన మాత్రమే. కాంప్‌బెల్ స్విన్టన్ 'అనేక ప్రయోగములు, బహుశః అనేక మార్పులు లేనిది ఇది సాధ్యమని అనుకొనను' అన్నాడు. ఏమైనప్పటికి, ఆయన యొక్క పథకమును ప్రాతిపదికగ గ్రహించియే ప్రస్తుతపు టెలివిజన్ రూపొందింపబడినది. స్విన్టన్ పరిశోధనా ఫలితములను ఆధారముగా తీసికొని 1930లో ఐజాక్ షాంబర్గ్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు తన విజ్ఞాన బృందముసాయముతో ప్రయోగములు చేసి, టెలివిజన్‌కు ఒక నిర్దిష్ట రూపమును ఈయగలిగెను. ఆ శాస్త్రజ్ఞుడును, అతని విజ్ఞాన బృందమును లండను సమీపమున ఉన్న మిడిల్ సెక్స్‌లోని హెయిస్ యందు గల 'ఎలక్ట్రిక్ అండ్ మ్యూజికల్ ఇండస్ట్రీస్'అను ఒక సంస్థకు చెందిన వారు.

టెలివిజన్ ప్రసారమును 1936, నవంబరులో అధికారరీత్యా బ్రిటిష్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కార్పొరేషన్ ప్రారంభించెను. 1937, మే 22న జార్జి-VI పట్టాభిషేకమునకు సంబంధించిన ఊరేగింపును లండనులోని హైడ్‌పార్క్ కార్నర్ నుండి టెలివిజన్ ఫోటో తీయుటతో టెలివిజన్‌ను తొలిసారిగా వెలుపలి ప్రాంతములకు ప్రసారము చేయుట ఆరంభమయ్యెను. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయములో టెలివిజన్ సర్వీసును తాత్కాలికముగా నిలిపివేసి, 1946, జూన్‌లో పునః ప్రారంభించిరి.

బ్రిటిష్ బ్రాడ్‌కాస్టింగ్ కార్పొరేషన్ టెలివిజన్ కార్యక్రమములను నియతముగా 1946 లో ప్రారంభించినది. 1955లో పార్లమెంటు చట్టము ద్వారా 'ఇండిపెండెంటు టెలివిజన్ అథారిటీ (ఐ. టి. ఏ.)' అను సంస్థ స్థాపింపబడెను. ఐ. టి. ఏ. ప్రసారములు తెరపై తమ ప్రసారములు చేయించుటకు వ్యాపార సంస్థలు ఇచ్చు పైకము ద్వారా నిర్వహింపబడుచుండుట వలన 'కమర్షియల్ టెలివిజన్' అని వ్యవహరింపబడుచున్నది. కాని, బ్రిటిష్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కార్పొరేషన్ సంస్థ టెలివిజన్ కలిగి ఉన్నవారు చెల్లించు లైసెన్సు పైకము ద్వారా నడుపబడుచుండెను. కాబట్టి, ప్రస్తుతము ఇంగ్లండులో టెలివిజన్ కార్యక్రమములు ప్రసారము చేయుటకు రెండు సంస్థలు ఉన్నవి. కాని, శబ్దప్రసార సంస్థ బ్రిటిష్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కార్పొరేషన్ ఒక్కటే. 1957లో ఆ రెండు సంస్థలు కూడ విద్యాలయములకై ప్రత్యేకమైన కార్యక్రమములను ప్రారంభించినవి. అవి చాలా జయప్రదములు అయ్యెను. 1963 లో బ్రిటిష్ ప్రభుత్వము టెలివిజన్‌ను, శబ్దప్రసారమును అభివృద్ధి పరచుటకు క్రొత్త పథకములను ఆమోదించినది.

ఈ ప్రసారమునకు సంబంధించిన ప్రయోగములు అనేక దేశములలో నిరంతరము కొనసాగుచున్నవి. ఉదా: శబ్ద చిత్ర వర్ణప్రసారమును లోపరహితముగా చేయుటకు తీవ్రమైన యత్నములు జరుగుచున్నవి. ఇదికాక, ఇదివరకే శాస్త్రజ్ఞులు భూమి వక్రతవలన దూర ప్రాంతములకు ప్రసారములో గల ఇబ్బందులనుండి తప్పుకొనుటకు మార్గమును కనుగొనిరి. నిరంతరము భూమికి ఎత్తున పరిభ్రమించు కృత్రిమ ఉపగ్రహముల ద్వారా ఈ మార్గము సాధింపబడినది. ఉదా: యునైటెడ్ స్టేట్స్‌నుండి ప్రసారము చేయబడు టెలివిజన్ కార్యక్రమములు 'టెల్ స్టార్' అను కృత్రిమ ఉపగ్రహమును స్పృశించి, యూరప్‌నకు పునః ప్రసారము చేయబడుచున్నవి. కాలక్రమేణ ఇంకా అధికమైన దూరములకు కూడా ప్రసారములు విస్తరింపబడగలవు. ప్రపంచములో ఏ మారు మూలప్రాంతమున ఏమి జరిగినను అది జరిగిన క్షణముననే మనము అసలు రంగులలో ఆ యా కార్యక్రమములను వీక్షించుటకు ఏర్పాట్లు జరుగుచున్నవి (1968).

భారతదేశమున శబ్ద ప్రసారము 1924 లో కేంద్ర ప్రభుత్వ సమాచార ప్రచురణశాఖ ఆధ్వర్యవమున ప్రయోగాత్మక ప్రసార కేంద్రమును స్థాపించుటతో ప్రారంభమయ్యెను. తరువాత క్రమముగా 'ఆల్ ఇండియా రేడియో ఆకాశవాణి' అను ప్రభుత్వ వ్యవస్థ అభివృద్ధి చెందెను. విద్యా సంబంధమగు టెలివిజన్ కేంద్రము ప్రయోగాత్మక ప్రాతిపదికపై న్యూఢిల్లీలో 1960 ప్రాంతము నుండి పని చేయుచున్నది.

రాడార్

కష్టములో ఉన్న వారికి - ముఖ్యముగా మహాసముద్రముల మీద ప్రయాణము చేయు వారికి - రేడియో ఏ విధముగా సంకేతములు పంపి సహాయపడునో మనము చూచితిమి [చూ. పు. 68]. 'రేడియో లొకేషన్' అను నూతన విధానము ద్వారా ఇటువంటి ప్రయోజనములకు రేడియో వాడకము అభివృద్ధి చెందినది. దీనికి ఎక్కువ వాడుకైన పేరు 'రాడార్'* ఈ పదము 'రేడియో డిటెక్షన్ అండ్ రేంజింగు' అను ఇంగ్లీషు పద సమూహమునందలి పదముల మొదటి అక్షరములు కలుపగా ఏర్పడినది. జర్మనీ, బ్రిటిష్, అమెరికన్ భౌతిక శాస్త్రవేత్తలు ఈ సాధనముతో తొలి ప్రయోగములు చేసి, ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధములో వాడిరి.

రేడియో లొకేషన్ అనునది రేడియో తరంగములు ఒకపుంజముగా రేడియో ప్రసార కేంద్రమునుండి గమ్యమునకు వెళ్ళి, తిరిగి వచ్చుటకు పట్టుకాలముపై ఆధారపడి ఉన్నది. ఈ తరంగములు సెకనుకు 3 లక్షల కి. మీ. (ఒక లక్ష ఎనభై ఆరువేల మైళ్ళు) వేగముతో ప్రయాణము చేయుట వలన కాలమును అతి సూక్ష్మ అంశలలో కొలవవలసి ఉండును. రేడియో తరంగములు ఏదైనా వస్తువు నుండి పరావర్తనము చెందునప్పుడు రాడార్ ఆ వస్తువు యొక్క దూరమును, దిక్కును నిర్ణయించును. ఆ వస్తువులు నౌకలు గాని, జలాంతర్గాములు గాని, విమానములు గాని, తీరప్రాంతములు గాని, మంచుదిబ్బలు గాని కావచ్చును. ఆ విధముగా నౌకలు, విమానములు చీకటిలో తమ మార్గములను కనుగొనగలవు. విమానములు పొగమంచులోను, మేఘములలోను వెళ్ళుచున్నప్పటికిని వానిని కనుగొనవచ్చును; వాని గమనమును గురించి హెచ్చరిక చేయవచ్చును.

భవిష్యత్తులో రాడార్ చాల ప్రాముఖ్యము వహింపగలదు. అన్నిరకములైన ప్రయాణములను క్షేమకరములుగ, సులభతరములుగ చేయుటలో అది చేయగల సహాయమునకు అంతము లేదు. అది వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులకు వాతావరణ పరిశీలనములో కూడ సహాయము చేయును. ఇంతేగాక, అది 'ఏరియల్ ఫోటోగ్రఫీ' అభివృద్ధికి కూడ తోడ్పడును.

దూర సందేశ ప్రసారము (టెలికమ్యూనికేషన్)లో ఈ ఆశ్చర్యకరమైన విప్లవము అర్ధశతాబ్ది పైచిలుకు కాలములో సాధింపబడినది. 1901లో మార్కోనీ గాలిపటముచే లేపబడిన ఏరియల్‌ను ఉపయోగించి అట్లాంటిక్ సముద్రము ఆవలనుండి రేడియో సంకేతము తొలిసారిగ గ్రహించెను [చూ. పు. 67]. ఇప్పుడు టెలివిజన్ కార్యక్రమమును అటులనే విశాల సముద్రములను దాటి పోవుచున్నది. ప్రపంచములో ప్రతిదేశము మరియొక దేశముతో రేడియో ద్వారా సంబంధములు కలిగి ఉన్నది. కొన్ని విధముల ప్రపంచ సందేశ ప్రసారములో సాధించిన విప్లవము, రవాణా సాధనములందు ప్రపంచము సాధించిన విప్లవము కన్నను గొప్పది. ఇది దేశముల మధ్య దూరభావమును సమయించి, తద్ద్వారా ప్రపంచములోని అనేక ప్రాంతముల సంబంధములు మరింత దగ్గర అగుటకు వీలు కలిగించుచున్నది. ఇది దేశములు పరస్పరము అర్థముచేసికొనుటకును, అంతర్జాతీయ అవగాహనకును దారితీయగలదు. అయితే, ఈ సౌకర్యము అన్ని దేశములు విద్యద్వారాను, శాస్త్ర, సాంకేతిక విజ్ఞానములను శాంతియుత ప్రయోజనములకు వినియోగించుట ద్వారాను పరస్పరము సహకరించనిదే సాధ్యము కాదు.

ఎలక్ట్రానిక్స్ అభివృద్ధిలో ఇటీవలి పరిణామము ట్రాన్సిస్టర్. ఇది సెమీ - కండక్టర్ సూత్రముపై ఆధారపడినది. 1948లో షాక్లీ, బ్రాడ్లీ, బ్రాటేన్ అనువారు ట్రాన్సిస్టర్‌ను నిర్మించిరి. ఎలక్ట్రానిక్స్‌ను ఉపయోగించు కొన్ని సందర్భములలో ఎలక్ట్రాన్ ట్యూబ్ స్థానమున ట్రాన్సిస్టర్ వాడకమునకు వచ్చుచున్నది. ట్రాన్సిస్టర్‌తో ఎలక్ట్రానిక్స్ రంగమున నూతనశాఖ ఆరంభమయ్యెను. అట్టి వాటిలో గణిత్ర శాస్త్రము (కంప్యూటర్ టెక్నాలజీ) ఒకటి. రోదసీ ఇంజనీరింగు నందును, సమాచార ప్రసార సాధనములందును గణిత్ర శాస్త్ర విజ్ఞానము వినియోగమగుచున్నది.

ఫోటోగ్రఫీ

చిత్రములు గీయుటకు సహకారిగా 'కెమెరా అబ్స్క్యూర్'అను సాధనము 16వ శతాబ్ది మధ్యలో ఉండెను. 1727 లో జర్మనీలో సిల్వర్ నైట్రేట్, సీమసున్నముల మిశ్రముపై వెలుగు రాసాయనిక మార్పులను తెచ్చునని తెలిసికొనిరి. 1800 ప్రాంతమున థామస్ వెడ్జివుడ్ ఒక కాగితము మీద గాని, తెల్లనిచర్మముపైన గాని సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును పూతపూసి ఫోటోగ్రాఫు తయారు చేయుటకు ప్రయత్నించెను. కాని, 'కెమెరా అబ్స్క్యూర్' సహాయమున స్వల్ప వ్యవధిలో చిత్రములు తయారుచేయుటలో విఫలుడయ్యెను.

* Radar అనగా Radio Detection And Ranging.

ఫ్రాన్స్ వాస్తవ్యుడగు జోసఫ్ నెస్‌ఫోర్ నీప్స్ అనునతడు 1826 లో వెలుతురు తగులుటవలన గట్టిపడునట్టి (జోడియాలో దొరకు) ఒక రకమైన శిలాజిత్తు (బిటుమెన్) పూసిన సత్తురేకులపై ప్రపంచమున తొలి ఫోటోను తీసెను. ఈ బిటుమెన్‌పై కాంతి పడునప్పుడు అది నల్లబడక గట్టిపడుట అతడు గమనించెను. కెమేరాతో ఎక్స్‌పోజ్ చేసిన తరువాత వెలుతురుచే గట్టిపడని శిలాజిత్తు (బిటుమెన్) భాగములు తెల్ల పెట్రోలియమ్, లావెండర్ నూనె మిశ్రములో కరిగించిన పిదప శాశ్వత ఛాయా చిత్రము (పాజిటివ్) నిలచిపోవును. నీప్స్, ఎల్. జె. ఎమ్. డాగర్ 1828 లో ఈ పద్ధతిని శీఘ్రముగ ఫలింపజేయుటకు కలిసి ప్రయత్నములు చేసిరి. ఎనిమిది ఏండ్ల తరువాత అయొడీన్ బాష్పముతో వెండి పూతపూసిన రాగి రేకుపై శాశ్వత చిత్రమును సాధించుటయందు డాగర్ కృతకృత్యుడు అయ్యెను. కాని, ఎక్స్‌పోజ్ కాలము 20 నుండి 30 నిముషములు పట్టెను. రసబాష్పము సహాయమున అతడు ప్రతిబింబమును సాధించెను. ఈ పద్ధతిని 'డాగర్ టైప్'అని వ్యవహరించుచుండిరి (1839). అప్పటి నుండియే ఛాయాచిత్రములను తీయు ఈ క్రొత్త పద్ధతికి మొదటి సారిగా 'ఫోటోగ్రఫీ' అను పదమును వాడిరి. కదలెడి వస్తువులను ఎక్స్‌పోజ్ చేయవలసిన కాలము ఎక్కువగ ఉండుటచేత ఇది కట్టడములు లేదా విగ్రహములు వంటి స్థిరమైన వస్తువుల యొక్క ఛాయా చిత్రములకు మాత్రము పరిమితమై ఉండెను. తరువాత అభివృద్ధి చేసిన కటకము (లెన్సు)లు, తీవ్రమగు రాసాయనిక వస్తువులు ఎక్స్‌పోజ్ చేయు కాలపరిమితిని తగ్గించుటకు ఉపయోగపడినవి. ప్రప్రథమ ఫోటో స్టూడియో 1840 లో న్యూయార్క్‌లో నెలకొల్పబడినది. తరువాతి సంవత్సరములలో లండనులో ఛాయారూపచిత్రములు 10 నుండి 20 సెకనులలో తీయగలిగిరి.

డబ్ల్యు. ఎచ్. ఫాక్స్ టాల్‌బాట్ ఇంగ్లండులో సిల్వర్ క్లోరైడ్ పూసిన కాగితములపై మొదటి చిత్రమును తీసెను. కాలో టైపు పద్ధతి సిల్వర్ అయొడైడ్‌చే తయారుచేయబడిన కాగితము వాడుట చేతను, డెవలప్ చేయుటకు గాలిక్ ఆసిడ్ వాడుట చేతను అభివృద్ధి అయినది. టాల్‌బాట్ అనేక ప్రతులు తయారు చేయుటకు వీలుగా నెగిటివ్ కాగితమును తయారు చేసెను. ఆధునిక ఫోటోగ్రఫీ ఈ సూత్రము పైననే అభివృద్ధి చేయబడినది. జాన్ హెర్షల్ అనునతడు 'నెగిటివ్', 'పాజిటివ్' అను పదములను ప్రవేశపెట్టెను. 1847 లో గ్రుడ్డులోని తెల్లని సొన (అల్బుమిన్)ను రజతమునకు సంబంధించిన లవణముతో కలిపి, దానిని గాజు పలకపై పూసి, స్థిరమైన వస్తువుల యొక్క, ప్రకృతి దృశ్యముల యొక్క ఛాయాచిత్రములను 5 నుండి 15 నిముషములు ఎక్స్‌పోజ్ చేయుటవలన ఫోటో తీయవచ్చునని కనిపెట్టిరి. 1851 లో స్కాట్ ఆర్చర్ కనిపెట్టిన 'వెట్ ప్లేట్' పద్ధతిని సుమారు 30 ఏండ్లవరకు సర్వత్ర వాడుచుండిరి. సంతృప్తికరమైన 'డ్రై ప్లేట్'సాధ్యమని ఆర్. ఎల్. మాడాక్స్ 1871 లో కనుగొనెను. అతడు జంతువుల కొవ్వు (జెలెటిన్)ను, రజత లవణముల మిశ్రము (ఎమల్షన్)ను వాడెను. చుట్టుటకు వీలైన ఫిల్మ్‌ను 1856 నాటికే తయారుచేసి, గాజు పలకలకు బదులుగా వాడిరి. ఇది వ్యాపారసరళిలో యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌లో తయారు చేయబడెను. 1888 లో యునైటెడ్‌స్టేట్స్ లోని 'ది ఈస్ట్‌మన్ అండ్ కంపెనీ (రోచెస్టర్)' చౌకయిన, నిరాడంబరమైన చిన్న రోల్ ఫిల్మ్ కెమేరాను 'కొడాక్' అను పేరుతో తయారుచేసెను. 1889 లో నైట్రో - సెల్యులోజ్ రోల్ ఫిల్మ్ (ఫిల్మ్ చుట్ట) వాడకమునకు వచ్చినది. కెమేరాలో పగలే ఫిల్మ్‌ను పెట్టుటకు వీలుగా 1891 లో దాని వెనుక వెలుతురు చొరనీయని నల్లటి కాగితమును అమర్చిరి. ఈ రోల్‌ఫిల్మ్ ఫోటోగ్రఫీ రంగమున పెద్ద మార్పును తెచ్చినది. కెమేరా తయారుచేయుట, ఫిల్మ్ మిశ్రణములు, డెవలపింగ్, ప్రింటింగ్ కార్యకలాపములలో ఎప్పటికప్పుడు క్రొత్తరీతులు వచ్చి, ఫోటోగ్రఫీ క్రమముగ ఒక వృత్తి స్థాయిని సంతరించుకొనినది. జర్మనీలో లీకా, రోలీఫ్లెక్స్ కంపెనీ కెమేరా సామగ్రి తయారగుటతో 1920 తరువాతి దశాబ్దములో అతి సున్నిత రూపమును తెలుపు శాస్త్రీయమగు 35 మిల్లీమీటరు కెమేరా వాడుకకు వచ్చెను. ఫోటోగ్రఫీ పరికరములలో జపాన్ పోటీ పడుచున్నప్పటికి నేటికిని జర్మనీదే పైచేయిగా ఉన్నది.

జర్మనీ వాస్తవ్యుడగు ఎచ్. డబ్ల్యు. వోగెల్ ఫోటోగ్రఫీకి సంబంధించిన ద్రావణమునకు కొన్ని అద్దకపు రంగులను కలిపి ప్రయోగము చేయుటవలన 'ఫోటోగ్రాఫిక్ గ్రే టోన్'ను కనుగొనెను (1873). తరువాత ఇది ఆర్థోక్రోమాటిక్, పేన్ క్రోమాటిక్ ద్రావణములను కనుగొనుటకు ఉపయోగపడెను. క్లార్క్ మాక్స్‌వెల్ 1861 లో జరిపిన ప్రయోగములవల్ల రంగు ఫోటోగ్రఫీ అభివృద్ధి చెందినది.

త్వరిత గతిని చిత్రములను స్ఫురింపజేయుటకు ఉపయోగపడు మిశ్రణ ద్రావణములతో సహా ఫోటోగ్రఫీ 20 వ శతాబ్దమున అభివృద్ధి చెందినది. ఫోటోగ్రఫీలో

విలియమ్ ఫ్రీస్ గ్రీక్ 1899 లో కనుగొన్న 'చలన చిత్రీకరణ (సినిమా)' నూతనాధ్యాయమును మొదలిడెను. 1935 నుండి కలర్ ఫోటోగ్రఫీ వాడుకములోనికి వచ్చినది. వైద్యనిదానములో 'ఎక్స్ రే' ఫోటో ఒక నూతన అభివృద్ధి మార్గము. దూరదర్శినిని ఫోటోగ్రఫీకి జోడించి మౌంట్ పాలమర్, విల్సన్ వేధశాలలలో ఉపయోగించుట వలన ఖగోళశాస్త్రములో నూతనాధ్యాయము ప్రారంభమయ్యెను. కంటికి అగుపించని చిన్న కీటకముల (ప్రాణుల) మైక్రో ఫోటోగ్రాఫుల (అతి సూక్ష్మ చిత్రముల)ను ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ ద్వారా తయారు చేసిరి.

బ్లాకులు తయారు చేయుటయందును, ఆఫ్ సెట్ ముద్రణ [చూ.] విధానముల యందును ఫోటోగ్రఫీ సహాయకారిగా ఉన్నది. విలువైన పత్రముల (లేఖనముల) ప్రతు(రూపము) లను సంపాదించుట యందును, భద్రపరచుట యందును ఫోటోగ్రఫీ వాడు ప్రక్రియయే 'మైక్రోఫిల్మ డాక్యుమెంటేషన్' అని వ్యవహరింపబడుచు సాంకేతిక శాస్త్రరంగమున విరివిగా వాడుకలో ఉన్నది

ముద్రణాభి వృద్ధి

కొయ్య పలకల సహాయముతో కొన్ని పుస్తకములు 1450 కి ముందు ముద్రింపబడి ఉండెను. అనగా ఒక పుటలోని అక్షరములను, పదములను ఒక కొయ్య పలకపై చీలచే ప్రాచీన ఆసియాలో చెక్కుచుండిరి. నూరు పుటల పుస్తకము తయారుకావలెనన్న నూరు కొయ్య పలకలు కావలసి ఉండెను. ఈ పలకలనుండి ఎన్ని ప్రతులనైనను తీసికొనవచ్చును.

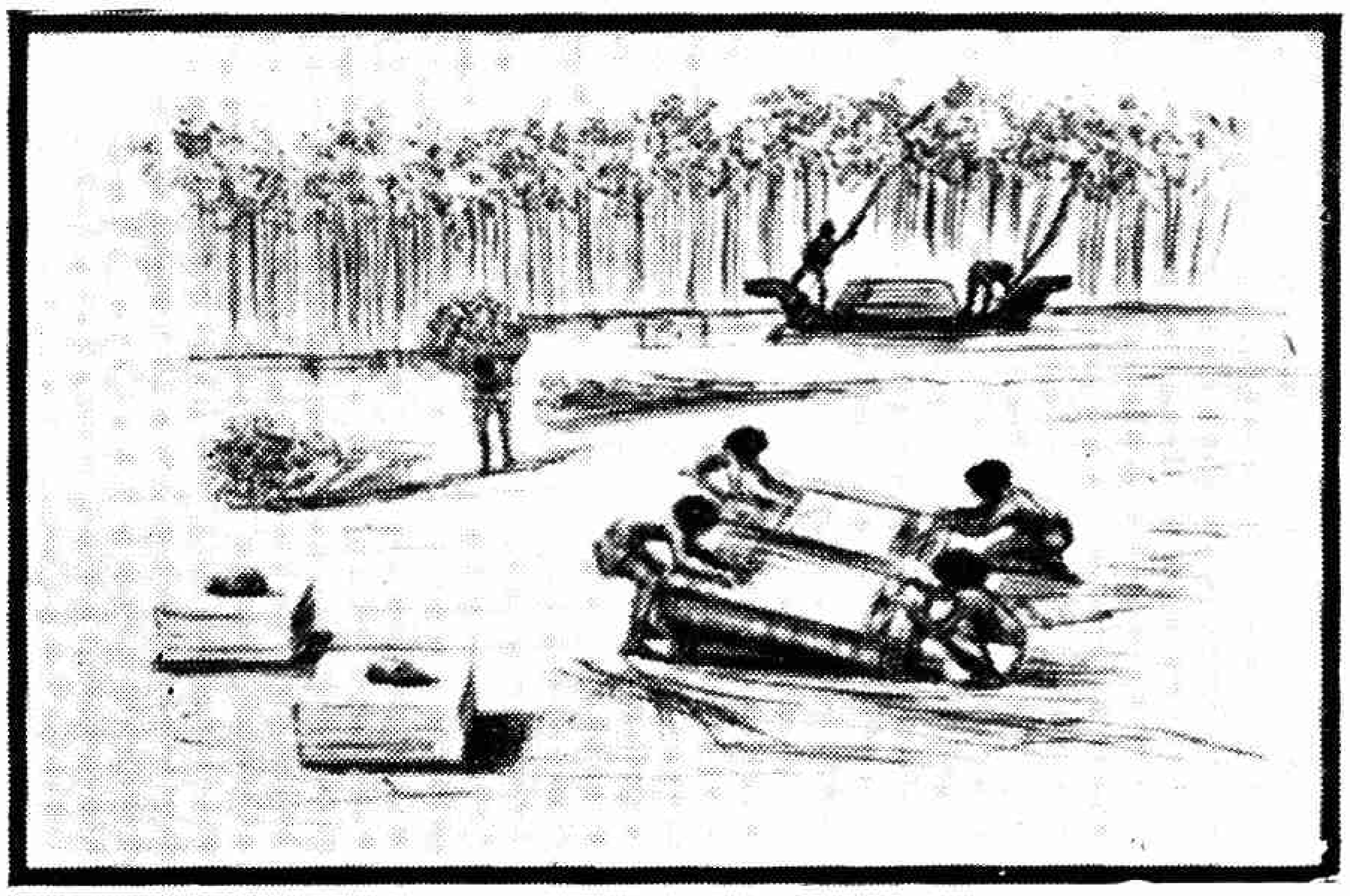
జర్మనీలోని మెయిన్ జ్ వాస్తవ్యుడగు జోహన్నెస్ గూటెన్ బర్గ్ [చూ.] లెటర్ ప్రెస్'లో ప్రస్తుతము విరివిగా వాడుచున్న ముద్రణ పద్ధతిని కనిపెట్టెను. ఈ పద్ధతియందు విడి విడి అక్షరములను కదలించి చేర్చుదురు. ఈ పద్ధతిలో ముద్రించిన మొదటి పుస్తకము నలువది రెండు పంక్తులు గల బైబిలు. ఇది 1456 లో ముద్రించబడెను. విలియమ్ కాక్స్టన్ చే రూపొందింపబడిన 'ట్రాయ్ నగరపు ముట్టడిని గూర్చిన కథ' అనునది మొట్టమొదటి సారిగా ఇంగ్లీషున ముద్రితమైన పుస్తకము. ఫ్లాండర్స్‌లోని బ్రూగ్స్‌లో 1476 న అది ముద్రించబడెను. తరువాత కాక్స్టన్ లండనుకువెళ్ళి వెస్ట్ మినిస్టర్‌లో ఇంగ్లీషు ముద్రణ యంత్రమును స్థాపించెను. 1477 లో 'తత్త్వవేత్తల సూక్తులు'అను పుస్తకమును ముద్రించెను. ఇంగ్లండులో ముద్రితమైన మొదటి పుస్తకము ఇది. 1478 లో అతడు జఫరీ ఛాసర్ రచించిన కాంటర్ బరీ కథలను ముద్రించెను.

కాక్స్టన్ తరువాత ముద్రణ పద్ధతులలో కొన్ని శతాబ్దములవరకు ఏమియు మార్పు రాలేదు. 1800 లో 'ది టైమ్స్' పత్రికను ముద్రించినవారు ఆ కాలమున అతి త్వరిత ముద్రణకు పేరొందినవారు. కాని, వారు సైతము గంటకు 250 కాగితములను మాత్రమే ముద్రించగలిగి ఉండిరి. అక్షరములను కూర్చుట 1900 వరకు చేతితోనే జరుగుచుండెను. పెద్ద నగరములలో ఉండు కొన్ని వార్తా పత్రికల ముద్రాపకులు మాత్రము అక్షరములు కూర్చుటకు యాంత్రిక పద్ధతు (మెకానికల్ కీబోర్డు)లను ఉపయోగించుట ఆ కాలముననే ప్రారంభించిరి.

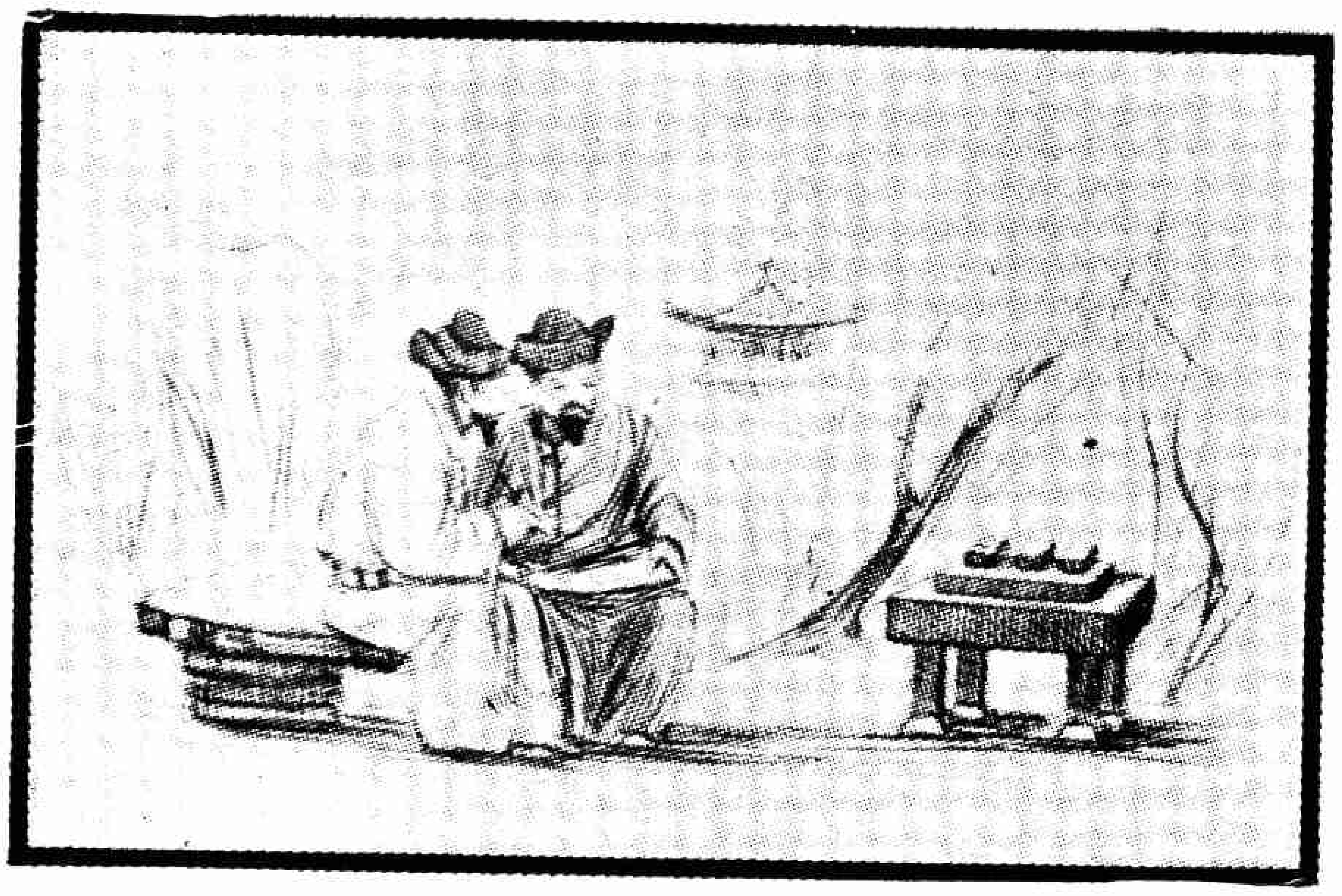
జాన్ వాల్టర్ అను బొగ్గువ్యాపారస్థుడు క్రొత్తగా కనుగొన్న శీఘ్రముద్రణ పద్ధతి పేటెంటును దానిని కనిపెట్టిన వాని నుండి 1784 లో కొనెను. ఆ విధానము తరుచుగా వచ్చు పదములను లేదా పదభాగములను విడిగా ధాతువుతో తయారుచేసి ఉంచి, ముద్రాపకులకు అక్షరములను వేర్వేరుగా కూర్చుటకు అగు కాలమును తగ్గించుటకు వీలుపడుచుండెను. ముద్రాపకులు ఈ పద్ధతిని అంతగా ఆదరించనందువల్ల మరల పాతపద్ధతులనే వాడవలసి వచ్చెను.

కాగితమును, సిరాపూసిన అక్షర సముదాయములను కూర్చిన పలకలను చెక్కదిమ్మెల మధ్యన పెట్టి, ఒక మరను బిగించి, మరల ప్రతి కాగితమునకును దానిని విడదీయు పద్ధతినే 18 వ శతాబ్దము అంతము వరకును వాడుచుండిరి. సుమారు అదే సమయములో మొదటి ఇనుప ముద్రణ యంత్రమును అభివృద్ధి చేయుటవలన ముద్రణ మరియొక అడుగు ముందుకు వెళ్ళినది. ఇద్దరు ఫ్రెంచి వ్యక్తులు 1782 లో నిదానముగా త్రిప్పు మరకు బదులుగా త్వరగా ముద్రించుటకు ఒక లివరును కనుగొనిరి. 1800 లో ఇంగ్లండులో లార్డ్ స్టాన్ హోప్ అనునతడు మరి కొంత సులభముగా పనిచేయు లివరును వాడి ఇనుప ముద్రణ యంత్రమును అభివృద్ధిచేసెను. చేతి ముద్రణ యంత్రములు చాలవరకు నేడు ఈ సూత్రమునే వాడుక చేయుచున్నవి.

భారతదేశమున 17 వ, 18 వ శతాబ్దములలో బ్రిటిష్ వారు ముద్రణను ప్రవేశపెట్టిరి. 1743 లో కలకత్తా దగ్గర సీరామ్ పూర్‌లో మొట్ట మొదటిసారిగా బైబిలు అనువాదము తెలుగున ముద్రించబడెను [చూ. తెలుగు సంస్కృతి]. క్రైస్తవమత ప్రచారకులు ఆదిలో భారతదేశమున ముద్రణాభివృద్ధికి చాల తోడ్పడిరి.

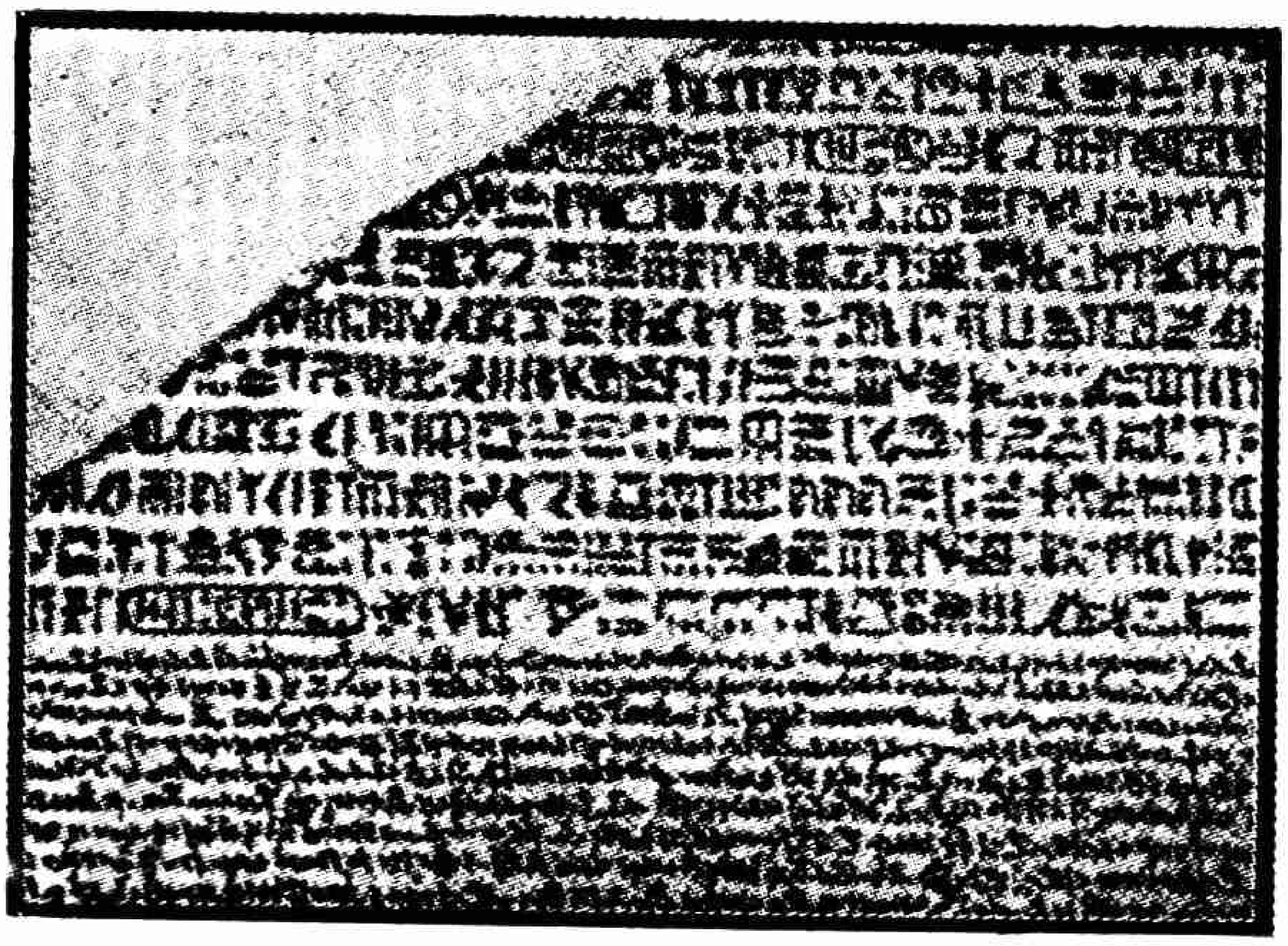


పపైరస్ అను రెల్లుగడ్డితో ప్రాచీన ఈజిప్టువారు క్రీ. పూ. 5,500 నాడు లేఖన పత్రములను సిద్ధపరచి ఉపయోగించెడివారు

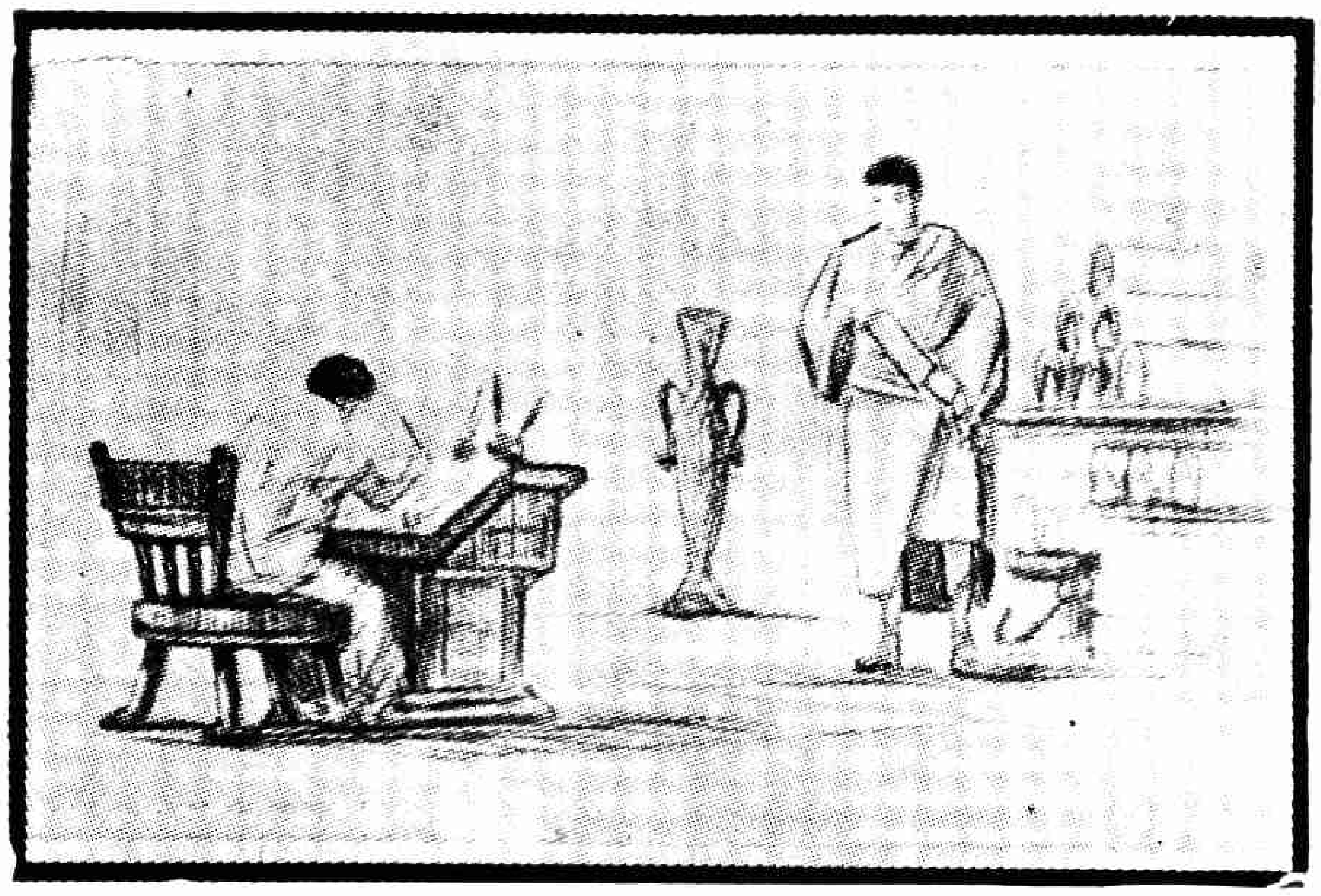


కాగితమును సిద్ధపరచు ప్రక్రియ చీనా వారు క్రీ. శ. 105 లో కనిపెట్టినారు

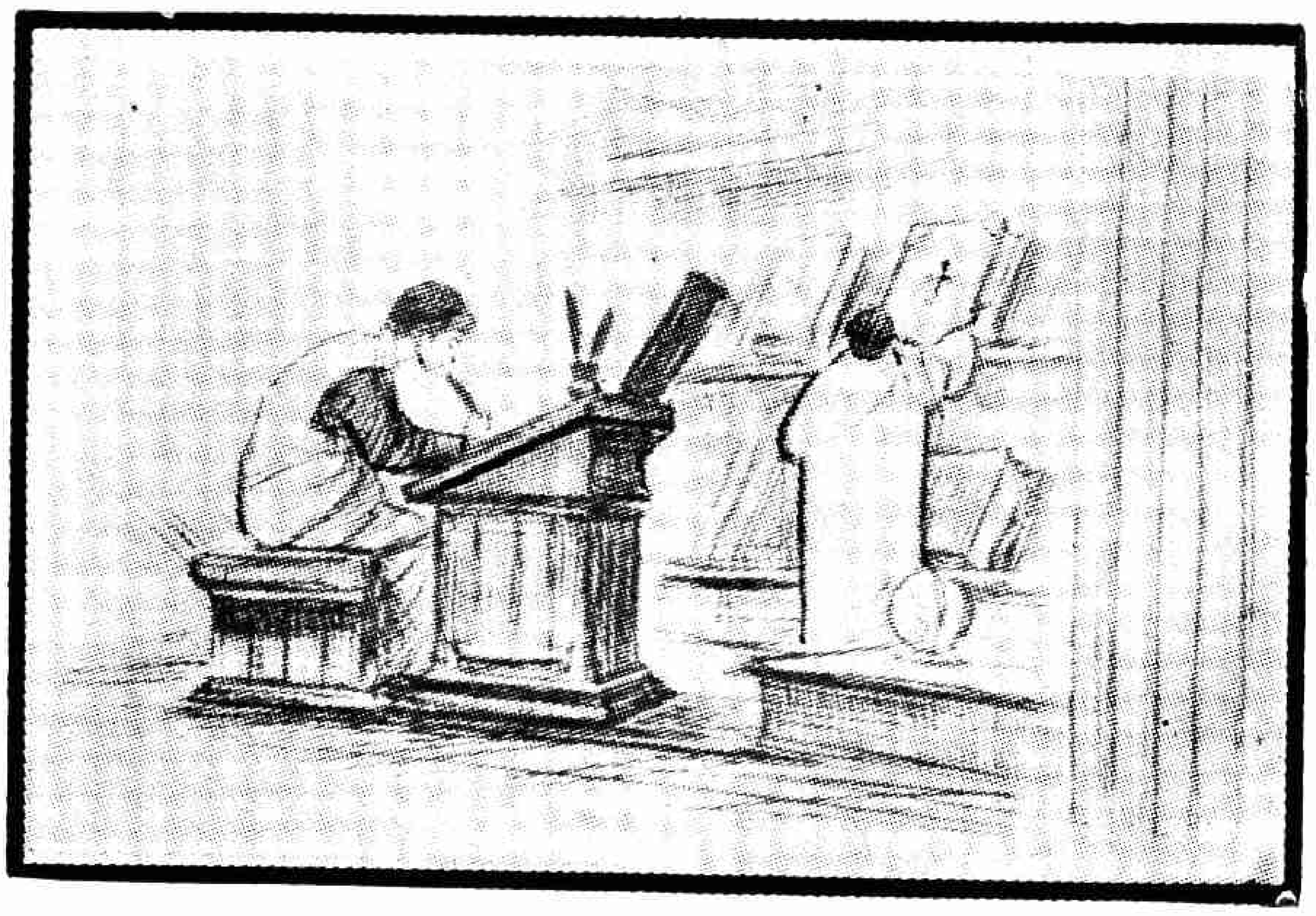
భారతీయులు తాళపత్రములను లేఖన సామగ్రిగా ఉపయోగించి వేదములను భద్రపరచిరి



ప్రాచీన ఈజిప్టువారి హాయర్ గ్లిఫిక్స్ లేఖనము గల రొసెట్టా శిల

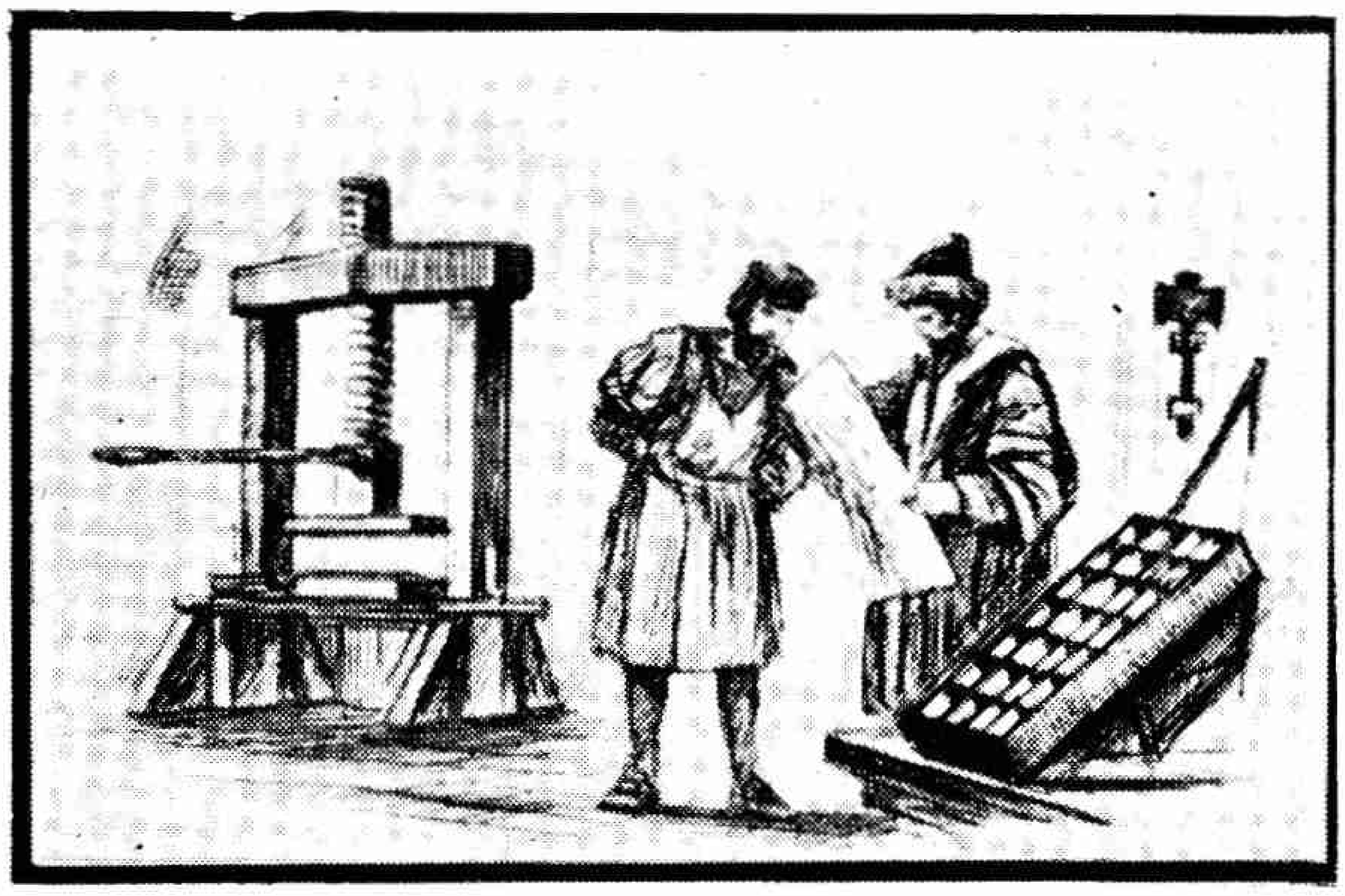


పార్చిమెంటు చుట్టలు గాని, మైనపు ఫలకములు గాని రోమనుల లేఖనమునకు ఆధారములు

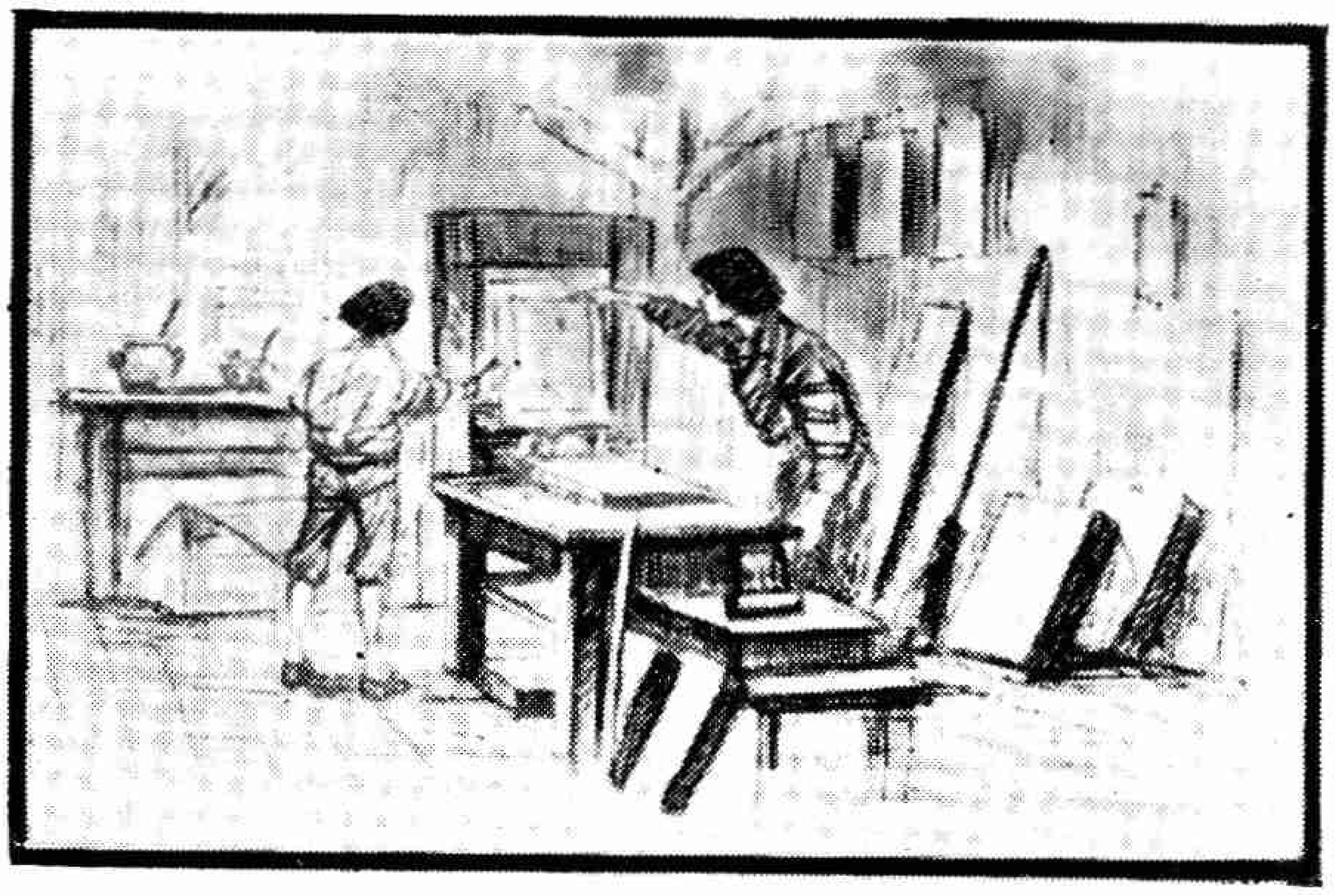


క్రైస్తవ మఠములలో చేతితో వ్రాసిన సుందరమైన గ్రంథములను మధ్య యుగమున సిద్ధపరచెడివారు

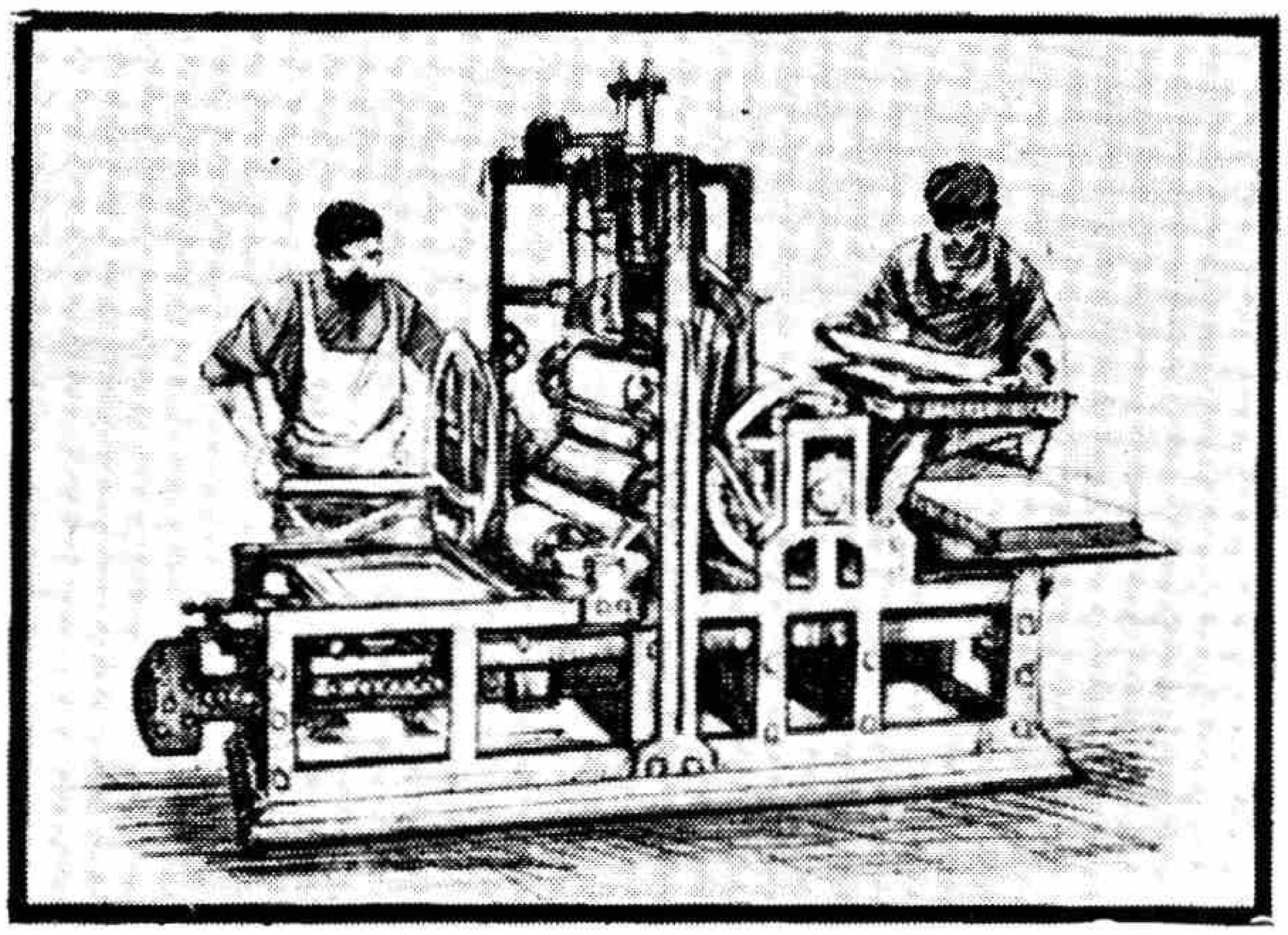
ముద్రణ విధానముల పరిణామము



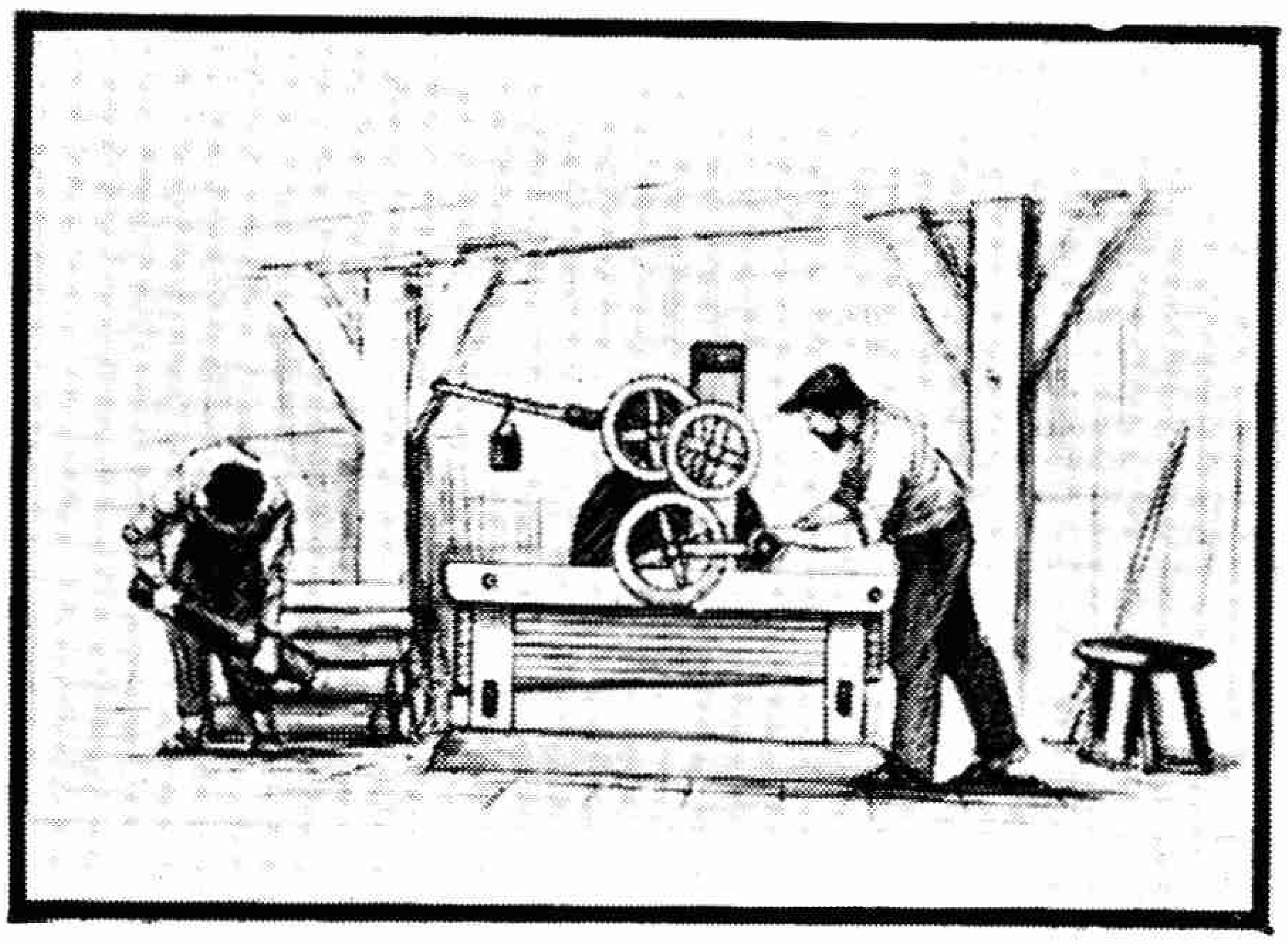
లెటరుప్రెస్సు పద్ధతిని కదలుటైపును వినియోగించుట 1448 ప్రాంతమున జోహన్నెస్ గ్యూటెన్‌బర్గ్ కనిపెట్టినందున ప్రచార రంగమున విప్లవాత్మకమైన మార్పు వచ్చినది



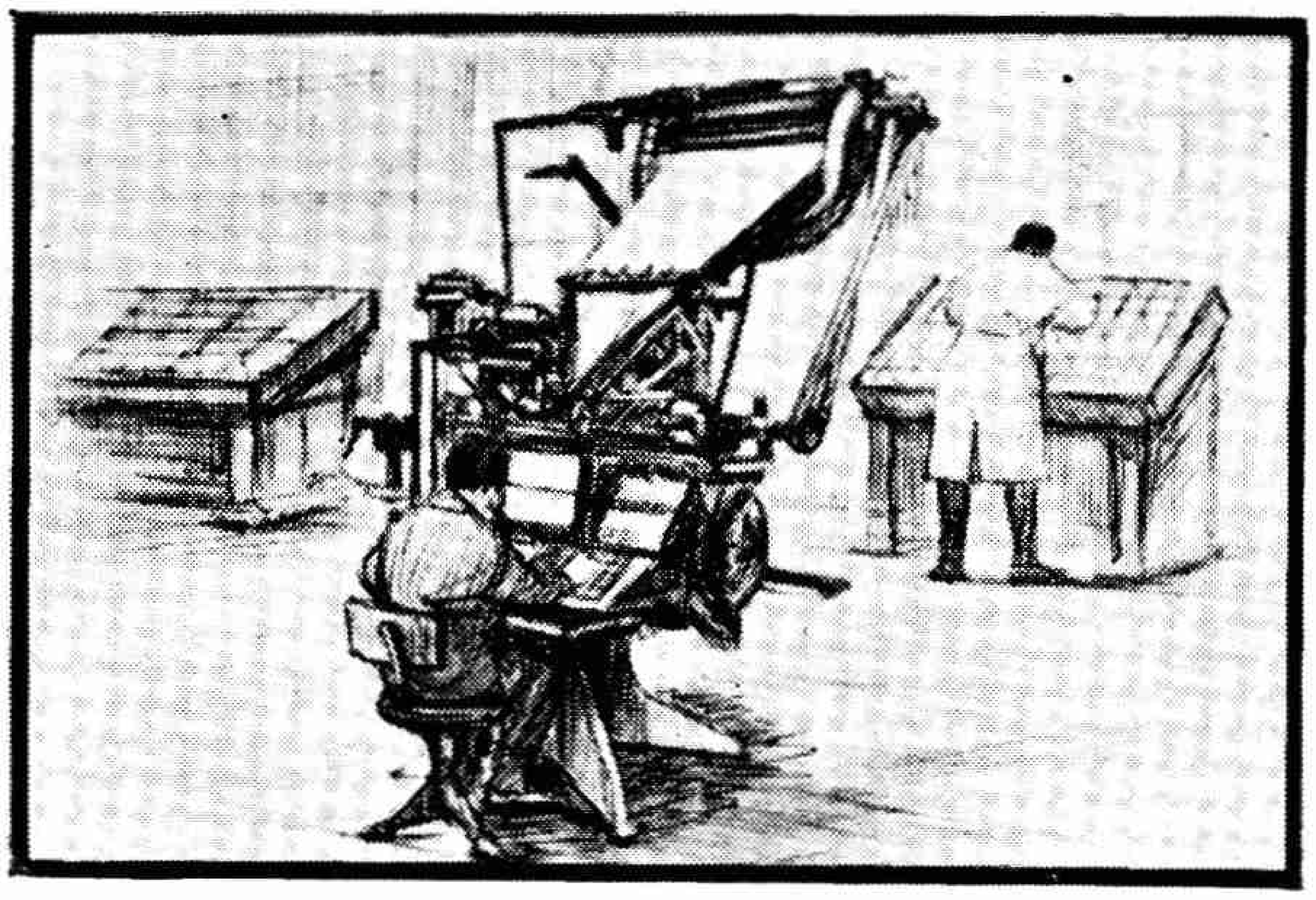
లితోగ్రఫీ అను మరొక ముద్రణ విధానమును సెనెఫెల్డర్ 18 వ శతాబ్దాంతమున అందించెను. ఇది నేటి ఆఫ్‌సెట్టు పద్ధతికి ఆదిస్వరూపము



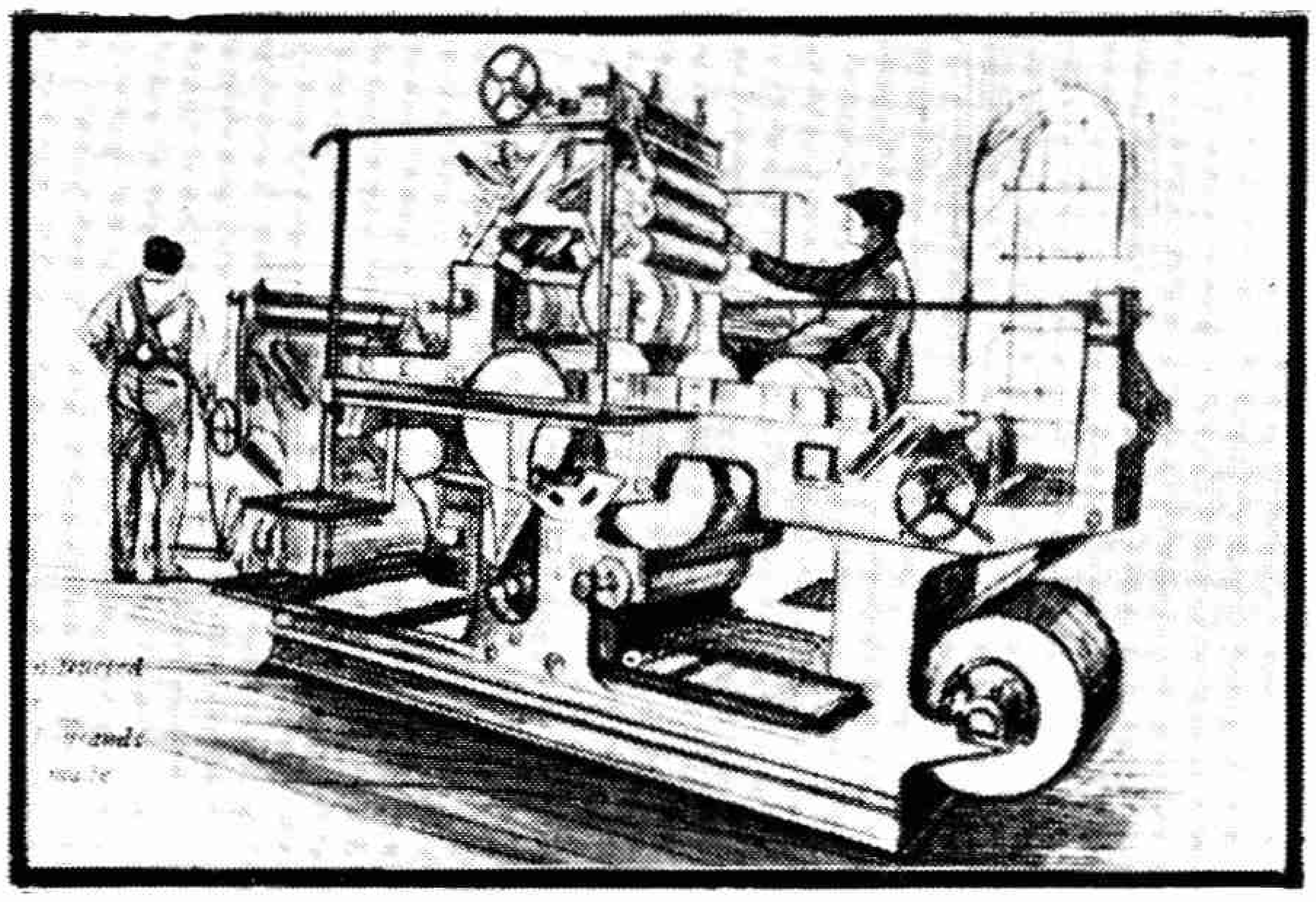
శీఘ్ర ముద్రణ పరికరమును లండనులో స్థిర నివాసము ఏర్పరచుకున్న ఫ్రెడరిక్ కోయింగ్ 1812 లో సిద్ధపరచెను



కలపను కాగితపు తయారీకై వినియోగించుట 1844 లో జరిగినది; దీనికి మూల పురుషుడు ఫ్రెడరిక్ గాట్లెబ్ కెల్లర్

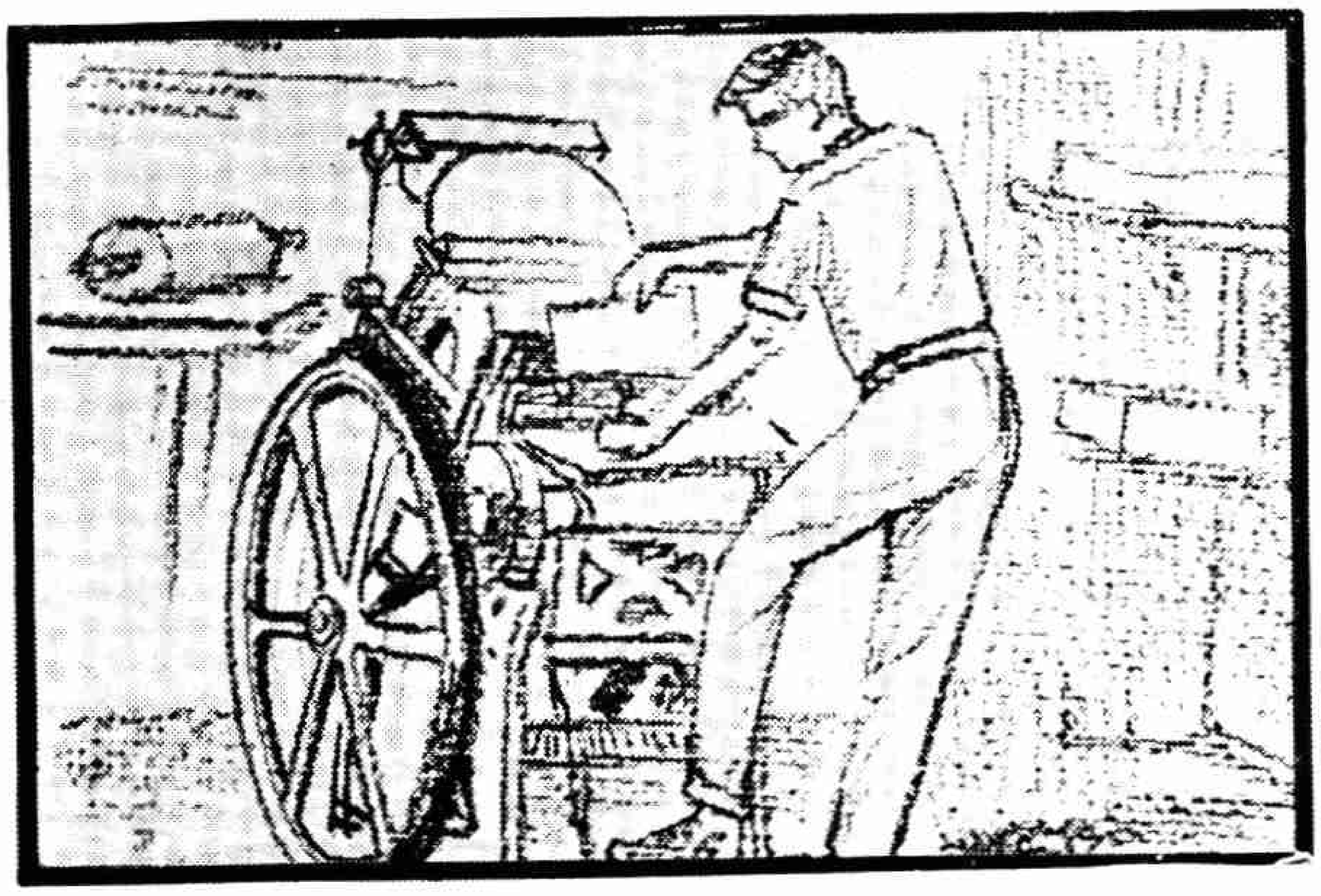


ఒట్‌మర్ మెర్గెంతాలర్ 1884 లో 'లైనోటైపు' అచ్చు కూర్పు (కంపోజింగు) పద్ధతిని కనిపెట్టెను

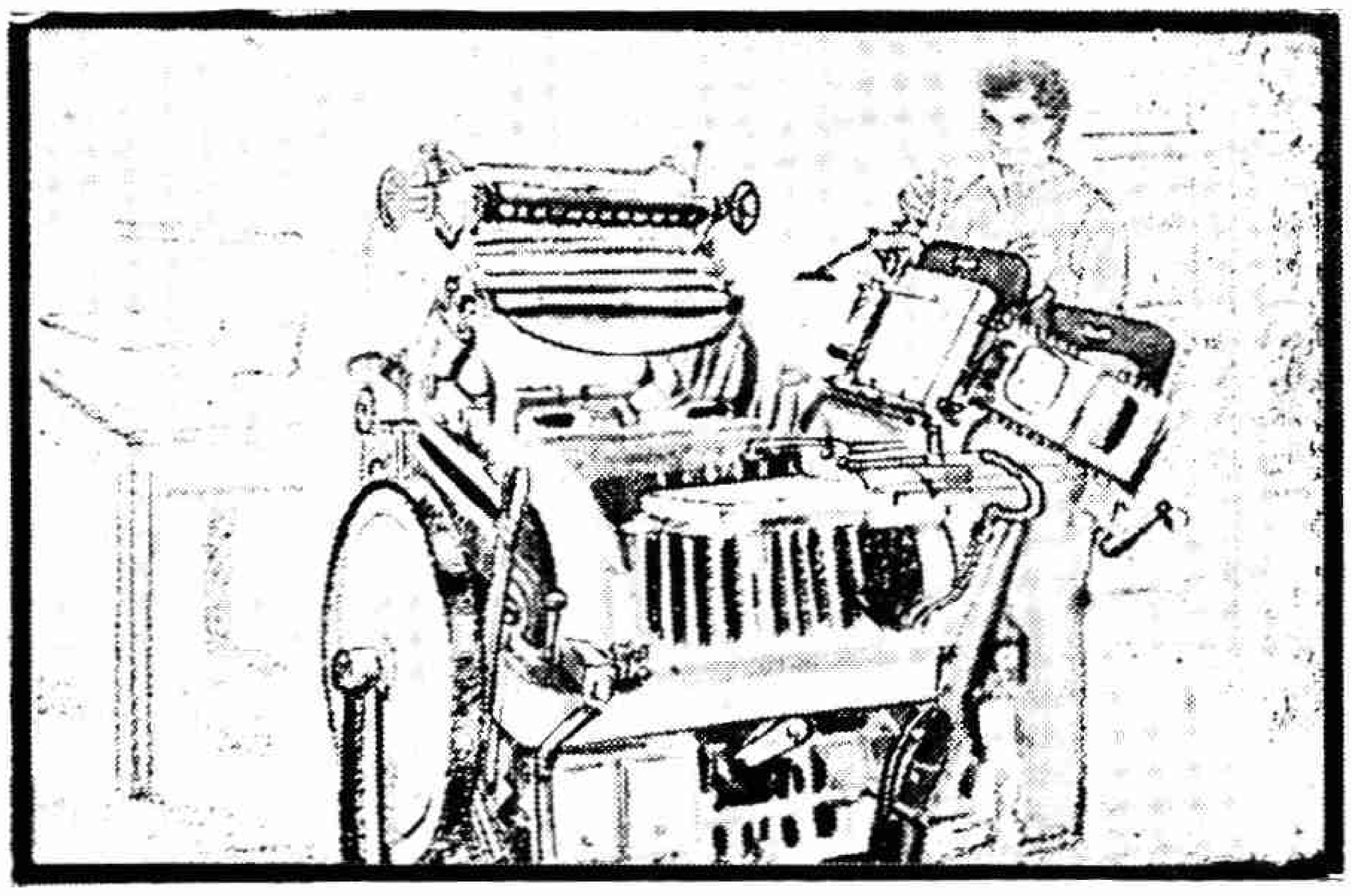


జర్మనీలో మొదటి రోటరీప్రెస్సు 1893 లో నిర్మించబడినది

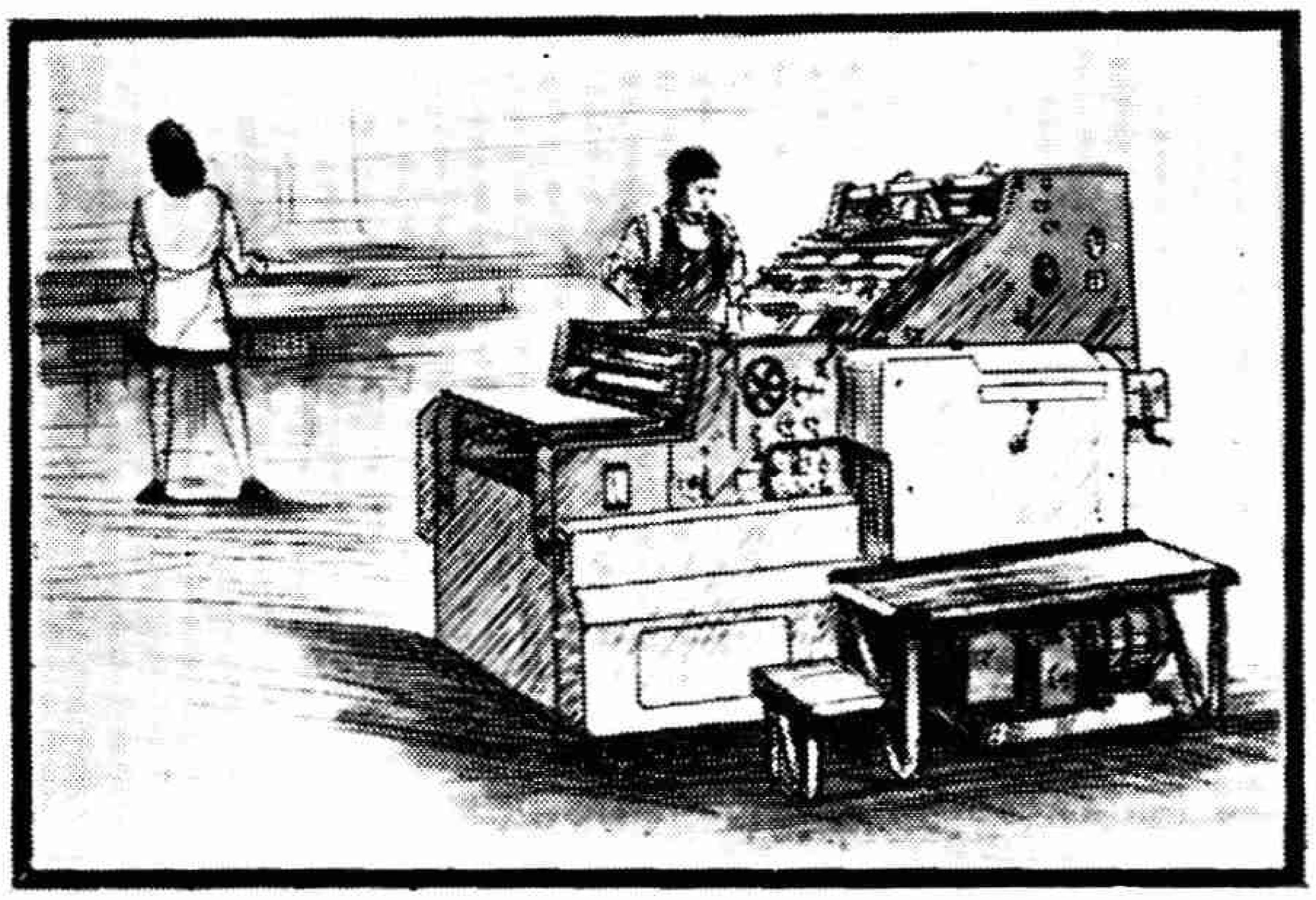
ముద్రణ విధానముల పరిణామము



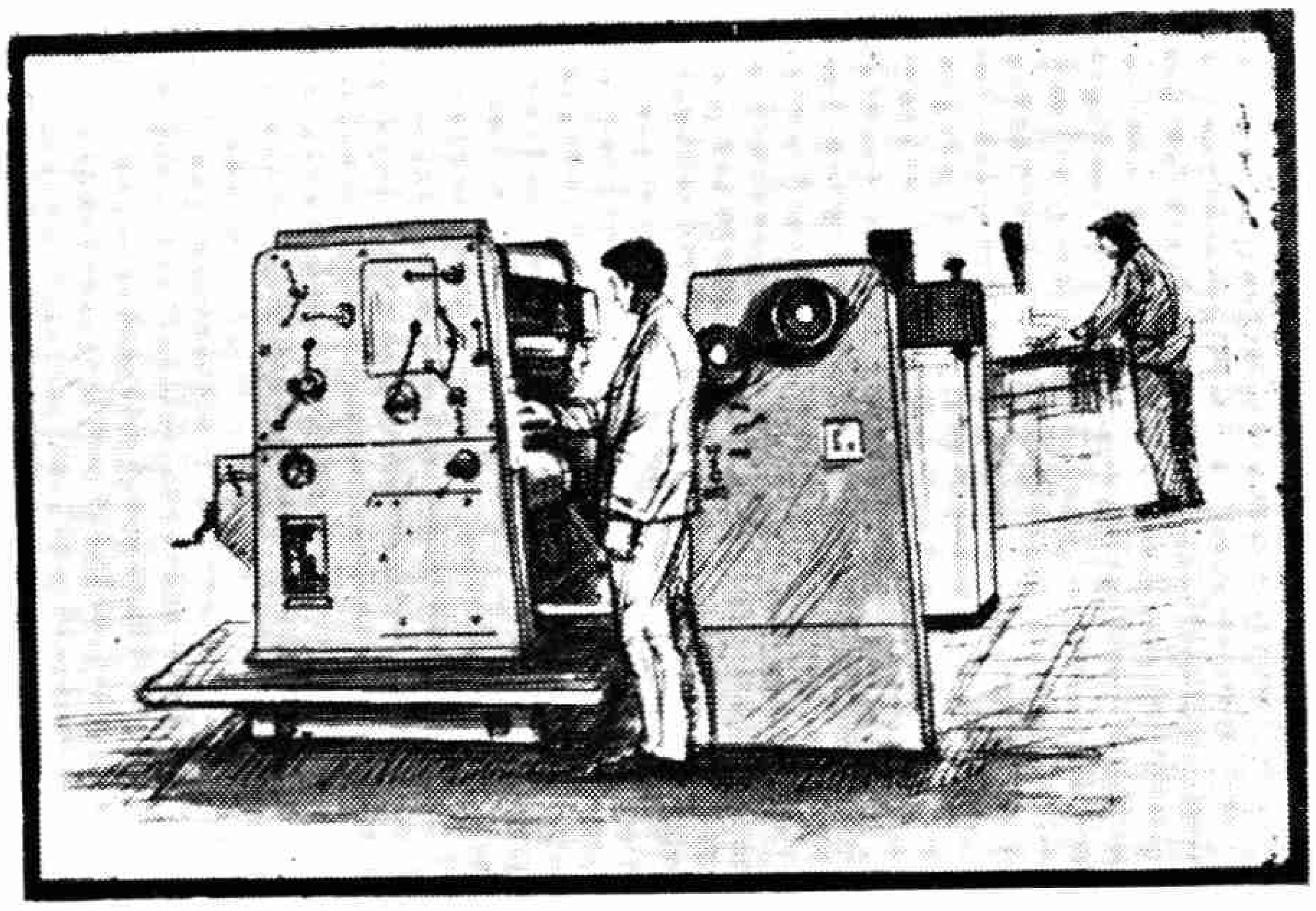
కాలితో త్రొక్కుచూ చేతితో కాగితమును ముద్రణకై అందించు ట్రెడిల్



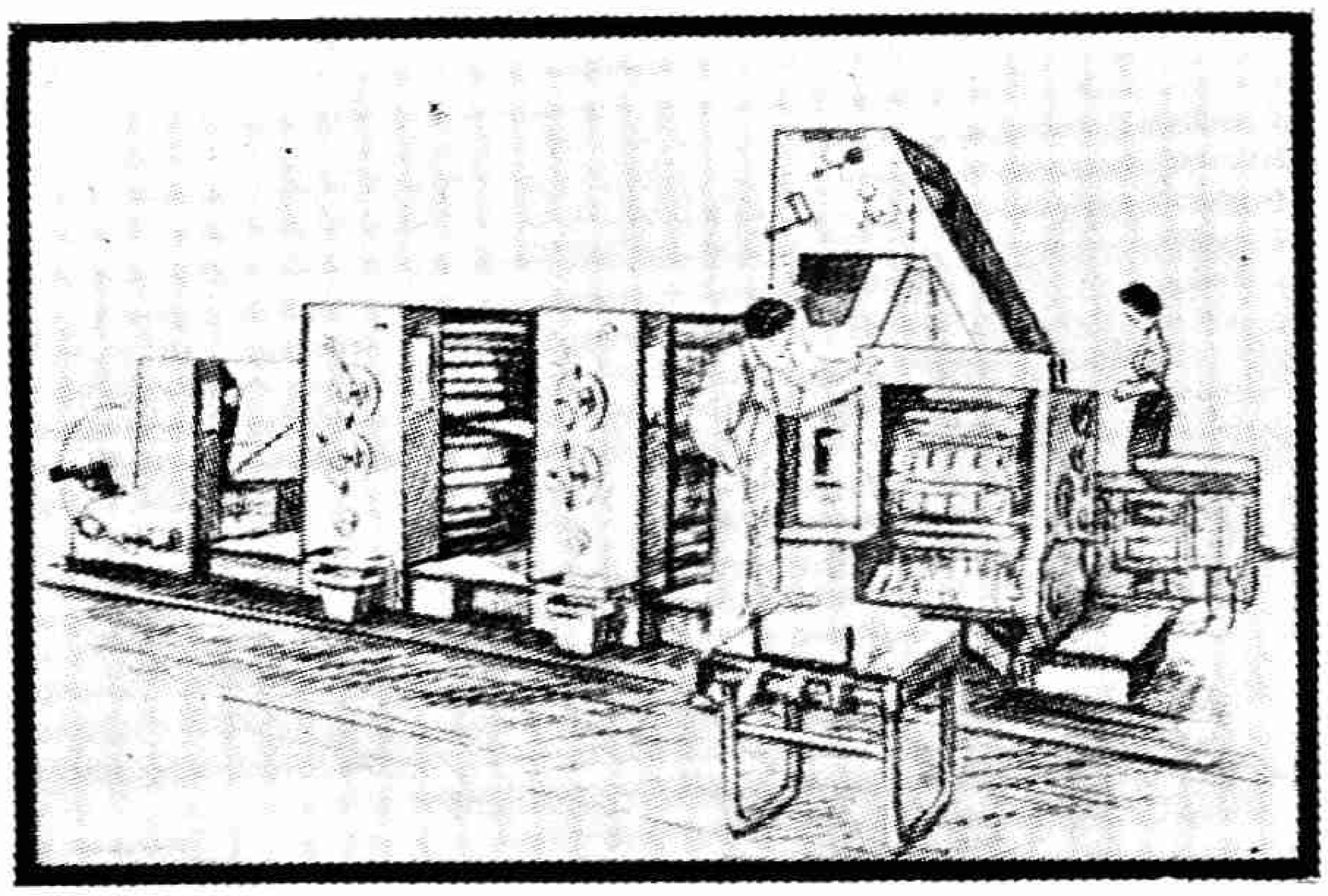
గంటకు నాలుగు వేలు మొదలు ఐదువేల ప్రతులు ముద్రణ జరిపించు ఆటోమాటిక్ ట్రెడిల్



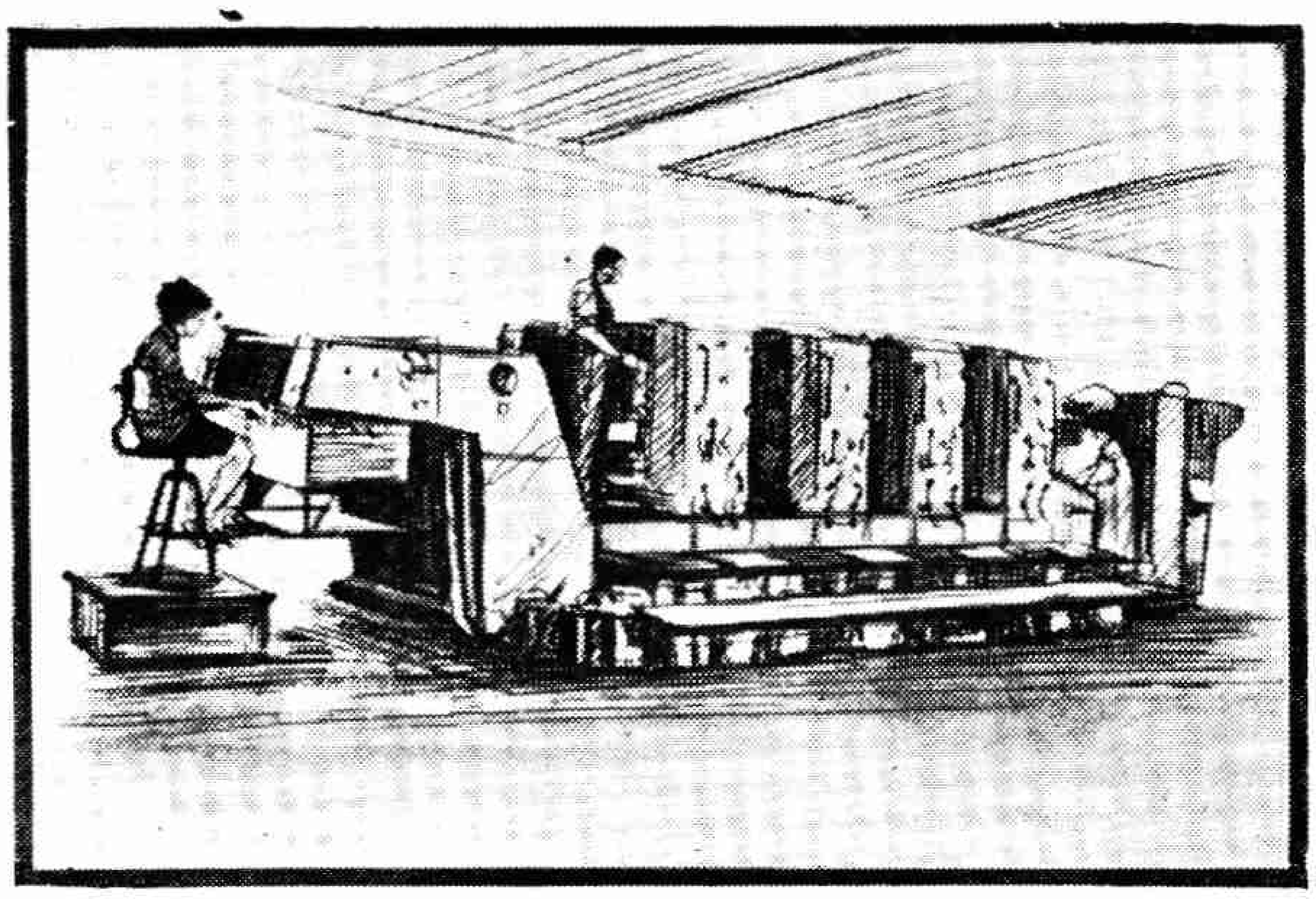
ఆటోమాటిక్ స్టాప్ సిలిండరు ప్రెస్సు



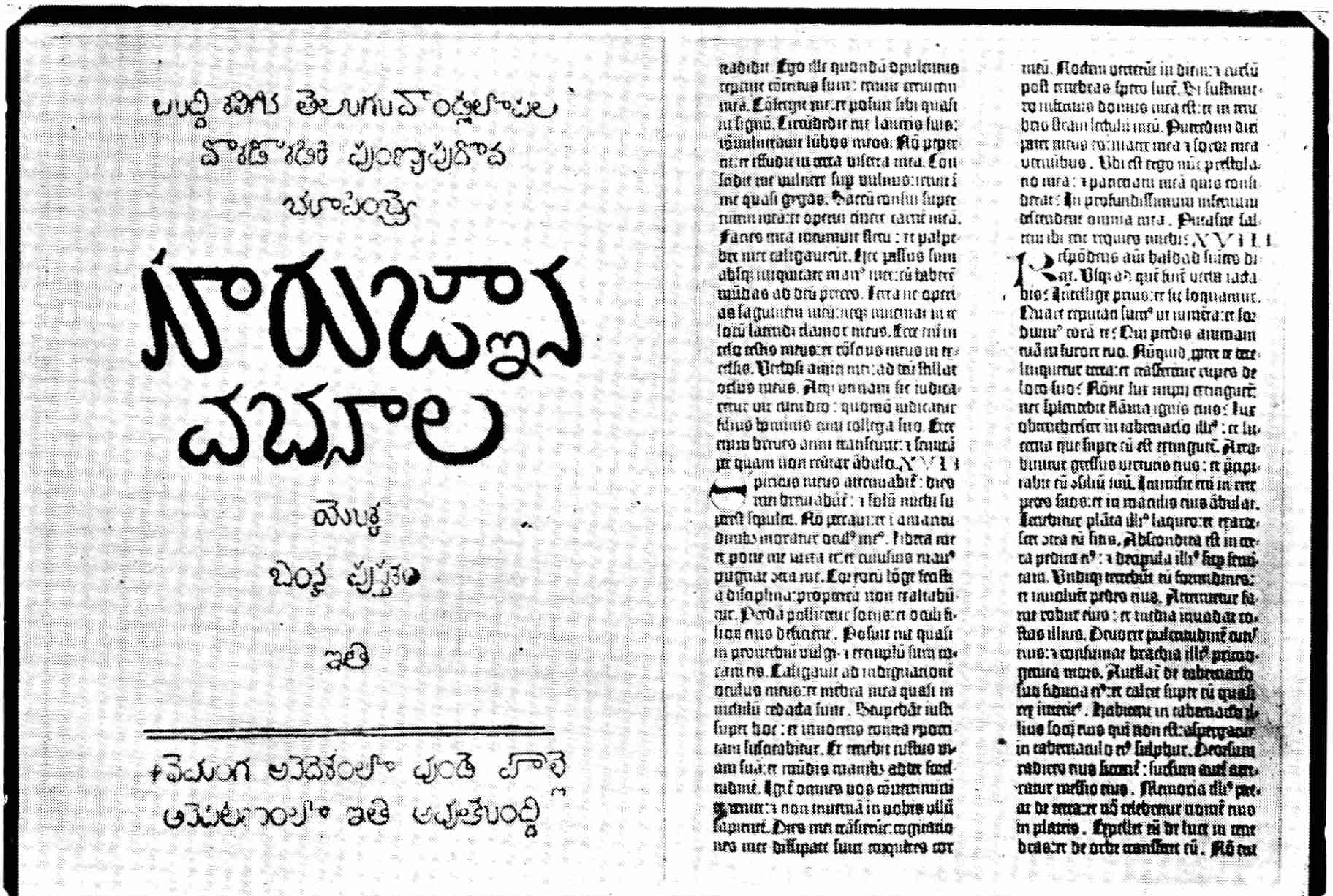
కాగితముల దొంతర పద్ధతిని (షీట్ ఫెడ్) ఒకసారి ఒకేరంగు ముద్రణ జరిపించు ఆఫ్ సెట్టు ప్రెస్



కాగితపు చుట్ట పద్ధతిని ఒకేసారి రెండు రంగులను ముద్రించు రోటరీ ఆఫ్ సెట్టు ప్రెస్



అనేక రంగులను (మల్టీకలర్) ఒకేసారి ముద్రించు ఆఫ్ సెట్టు ప్రెస్



1747 లో ముద్రింపబడిన మొట్టమొదటి తెలుగు అచ్చు బైబిలు పుస్తకము

ప్రపంచమున మొట్టమొదట వేసిన అచ్చుపుస్తకము గ్యూటన్‌బర్గ్ బైబిలు. ఇది 1450 - 1456 మధ్య ముద్రింపబడినది

యాంత్రిక ముద్రణ

ముద్రణయందు ముఖ్యముగా రెండు ఘట్టములు కలవు. అక్షరములను కూర్చుట, సిరా పూసి ముద్రించుట ఒకేసారి యాంత్రికముగా చేయుటకు వీలుకలుగ లేదు. ప్రస్తుతము 'మెషినింగ్' అనబడు అక్షరముల కూర్పుతో 19 వ శతాబ్దిలో దశలవారిగ యాంత్రికపద్ధతులు వచ్చెను. తరువాత అనతికాలములోనే యాంత్రికముగ అక్షరములు కూర్చుట ప్రచారములోనికి వచ్చెను.

ఆవిరి శక్తిచే ముద్రించుట 1814 లో ప్రారంభమైనది. గంటకు వెయ్యి ప్రతులు తయారుచేయుటకై 'ది టైమ్స్' పత్రికయందు ముద్రణయంత్రములు నడుపుటకు ఆవిరి యంత్రమును వాడిరి. ముద్రించవలసిన కాగితములను అక్షరముల కూర్పుపై పెట్టి అదుముటకు మారు ఆవిరి శక్తి ఆ కాగితములను ఒక సిలిండరు క్రిందికి త్రోయగా, ఆ సిలిండరు ఆ కాగితములను అదిమి ముద్రించును. 1848 లో గుండ్రముగ తిరుగు రోటరీ మిషను ముద్రణ రంగమున ప్రత్యక్షమయ్యెను. కూర్పబడిన అక్షరములను ఒక సిలిండరు చుట్టును అమర్చి, బిగించి, దానిని (సిలిండరు) త్రిప్పుచుండిరి. అది తిరుగుచు ఆనుకొని ఉన్న కాగితములపై ముద్రించును. దీనివలన గంటకు పదివేల ప్రతులు ముద్రించుటకు వీలు ఉండెను. ఆ రోజులలో అన్ని ముద్రణాలయములలోను సిలిండరుతో కాగితమునకు ఒక వైపునే ముద్రించవలసి ఉన్నందున వెనుక వైపున మరియొక సిలిండరుతో ముద్రించుచుండిరి.

స్టీరియో టైపింగ్ అభివృద్ధివలన ఉబికినట్లు చెక్కిన దానిపై అత్యధిక వేగముతో ముద్రణ 19 శతాబ్ది మధ్యభాగమున సాధ్యమయ్యెను. ఈ పద్ధతిలో మామూలు టైపు అక్షరములను బల్లపరుపుగా కూర్చి దాని ప్రతిని సాధించుటతో వలయాకారములో ఉండిన పుటను రూపొందించుట సాధ్యమైనది. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని ఫిలడెల్ఫియాలో ఒక ముద్రాపకుడు 1856 లో వంపు దిమ్మెలో కరగిన ధాతువును పోత పోసి, వంపు పుటలను తయారుచేసి, పొడుగాటి (రీలు) కాగితపు రెండు ప్రక్కలను ఒకేమారు ముద్రించగలిగెను. యంత్రములో చేతితో ఒక్కొక్క కాగితమును ఉంచుటకు మారుగా ఈ రోజులలో వార్తాపత్రికలలోవలెనే 'స్పూల్ (కాగితముల పెద్ద చుట్ట)'కు చుట్టబడిన పొడవైన కాగితము క్రమముగా విప్పుకొని వచ్చి రోలరుగుండా వెళ్ళి, యాంత్రికముగ సాధారణపు కొలతలకు కోయబడుచుండెను. 1866లో బ్రిటనునందలి 'టైమ్స్' ఈ విధమైన అధికోత్పత్తి పద్ధతిని ప్రప్రథమముగా వాడినది.

'గాస్' వంటి ఆధునిక రోటరీ ముద్రణ యంత్రములు గంటకు 60 వేల వార్తా పత్రిక ప్రతులను ముద్రించగలవు. అటువంటి యంత్రములు భారతదేశమున మద్రాసు, బొంబాయి, కలకత్తా, న్యూఢిల్లీ, విజయవాడ నగరములలో స్థాపించబడినవి.

యాంత్రికముగా అక్షరముల కూర్పు

యాంత్రికముగా అక్షరములను కూర్చుట లేదా కంపోజింగు 19 వ శతాబ్దములో కనుగొనబడినను 20 వ శతాబ్దములోనే బాగుగా వ్యాప్తికి వచ్చెను. 400 ఏండ్ల పాటు కూర్పరి ప్రతి అక్షరమునకు గాను 'టైప్' అను ధాతు అచ్చులను వ్రేళ్ళతో తీసికొనవలసి ఉండెను. కాని, అతడు ఇప్పుడు 'టైపురైటరు' వంటి కీ బోర్డును ఉపయోగించుచున్నాడు. మొట్టమొదట అక్షరముల యొక్క అచ్చులు వేరు వేరు కంపోజింగు కేసులలో ఉంచబడుచుండెను. కీ బోర్డులోని ఒక కీ అదిమినంతనే తత్సంబంధమైన అక్షరములు పడు రీతిగా యంత్రములు రూపొందించబడి ఉండెను. వాడకము అయిన తరువాత అక్షరములను ఏవి వాటి వాటి స్థానములో మరల వేయుటకు అనువైన యంత్రములు తయారుచేయబడినవి. కాని, వాడిన అచ్చులను మామూలు పద్ధతిలో కరగించి, మరల అక్షరముల సముదాయమును అచ్చు పోయుట శీఘ్రతరము అని కనుగొనిరి. 1886 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో మెర్గానలర్ కనుగొన్న 'లినోటైపు', 1887 లో లాన్‌స్టన్ కనుగొన్న 'మోనోటైపు' అక్షరముల కూర్పును అతి శీఘ్రముగా ముగించు అచ్చు కూర్పులో ఒక బ్రహ్మాండమైన మార్పును తెచ్చెను. ఇది 'ధాతువును వేడి చేసి కంపోజింగు చేయు పద్ధతి' (హాట్ కంపోజింగ్) అని పేరు పొందెను.

ఆధునిక ముద్రణాభి వృద్ధి

గ్రావ్యూర్ పద్ధతి : ముద్రణలో నూతన పద్ధతులు నిరంతరము రూపొందుచునే ఉన్నవి. వీటిలో చాలభాగము కళాకారుల చిత్రములను పునర్ముద్రించుటకు ఉపయోగించు పద్ధతులనుండి ఫలించినవియే. 1867 నుండి సాధారణ పద్ధతులలో అక్షరములను కూర్చుటకు బదులు-ధాతువునే ఆసిడ్‌లో కరగించు 'ఎచ్చింగ్' పద్ధతి - వాడుకలో ఉండెను. అడాల్ఫ్ బ్రాండ్ వీవర్ 1891లో కనుగొన్న పద్ధతిలో చెక్కబడిన ధాతు పలకలను నేటి రోటరీయంత్రములకు అమర్చుటను ఇటీవల ప్రారంభించిరి. 'ఫోటో ఎంగ్రేవింగ్' ద్వారా తయారైన రాగి పలకలు 'ఫోటోగ్రావ్యూర్ (ఇంటాలియో) పద్ధతి' ద్వారా ముద్రణకు ఉపయోగింపబడు

చున్నవి. భారతదేశమున 'ఇలస్ట్రేటెడ్ వీక్లీ ఆవ్ ఇండియా' ఈ రోటో గ్రావ్యూర్ * పద్ధతిని ముద్రింపబడుచున్నది.

'దక్షిణ భారతమున 'చందమామ ప్రెస్'(మద్రాసు)లో విడిగా ఒక్కొక్క కాగితమును ముద్రించుటకు వీలగు ఫోటో గ్రావ్యూర్ యంత్రసామగ్రి కలదు.

ఫోటో – అఫ్‌సెట్ పద్ధతి: సామాన్యముగు ఉబికిన టైపుల రిలీఫ్ పద్ధతికి మారుగా వాడబడు ఇతర పద్ధతులలో ఒకటి లితోగ్రఫీ. 1796 లో ఆలోసియస్ సెనెఫెల్డర్ అనునతడు ఈ పద్ధతిని రూపొందించినట్లు చెప్పుచున్నారు. దీనిని ఒకప్పుడు చిత్రములను పునర్ముద్రించుటకు మాత్రము వాడుచుండిరి. ఫోటోగ్రఫీ కనుగొన్న తరువాత రాబర్ట్ బర్కి (1875) లితోగ్రఫీని అభివృద్ధి చేసెను. తరువాత దీనిని అధిక ప్రమాణములో వాచకములను, చిత్రములను ముద్రించుటకు వాడిరి. మొదటి రాతి పలకల స్థానములో వంచిన జింకు లేదా అల్యూమినియము రేకులను అధిక వేగపు రోటరీ యంత్రములకు అమర్చిరి. ఇది ఫోటో ఆఫ్‌సెట్ (ప్లానోగ్రాఫిక్) ప్రాసెస్ అనబడుచున్నది. ఇప్పటి ఫోటో ఆఫ్‌సెట్ యంత్రములు రెండు వైపులా నాలుగు రంగులలో ముద్రించగలిగి ఉన్నవి. మ్యాపులు, పోస్టర్లు, లేబిల్ వంటి వాటిని ముద్రించవలసి వచ్చినప్పుడు 'ఆఫ్‌సెట్' పద్ధతిని ఉపయోగించుట పరిపాటి. భారతదేశములో శివకాశి (మద్రాసు రాష్ట్రము) ఇటువంటి ముద్రణకు ప్రసిద్ధి చెంది ఉన్నది.

కోల్డు కంపోజింగు: పుస్తకములను, పత్రికలను ముద్రించుటకు స్టీరియోటైపు, ఎలక్ట్రోటైపుల నుండి పెద్ద రోటరీ యంత్రములలో ముద్రింపబడుట ఇంకను ఉపయోగకరమగు పద్ధతియే. కాని, మరింత వేగముగా నడుచు యంత్రములను వాడు ముద్రాపకులు ఫోటో లితోగ్రఫీతోనో, ఫోటోగ్రావ్యూర్‌తోనో ముద్రించుట పరిపాటి అయినది. ఇటీవల ధాతు అక్షరముల ప్రసక్తి లేకయే ముద్రణ సాధించు ప్రయోగములు జరుగుచున్నవి. దీనివలన ధాతువు పొదుపగుటయే గాక, దానిని భద్రపరచు శ్రమ కూడా తగ్గును. ఫోటో కంపోజింగు యంత్రములు వాడుకకు వచ్చుచున్నవి. ఈ యంత్రములు అక్షరములను ఒకటొకటిగా కంపోజుచేసి, పదములను వరుసగా కూర్చి పుట యొక్క ఫోటోగ్రాఫ్ స్వరూపమును తయారుచేయును. దీనిని లితోగ్రాఫిక్ రేకులకు గాని, గ్రావ్యూర్ సిలిండరుకు గాని బదిలీ చేసి ముద్రింతురు. దీనిని 'కోల్డ్ కంపోజింగు' అందురు.

ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధానంతరము అన్ని రంగములలో వలె ముద్రణలో ఉపయోగించు బ్లాకుల తయారీలో కూడ పెద్దమార్పులు కలిగెను. ఎలక్ట్రానిక్ సిద్ధాంతముపై అభివృద్ధి అయిన 'వేరియోక్లిషోగ్రాఫ్'అను విప్లవాత్మకమగు యంత్రము పశ్చిమ జర్మనీనుండి వచ్చి, ముద్రణరంగములో ప్రవేశించెను. ఇది కెమేరా అవసరము లేకయే సరాసరి బ్లాకులను తయారుచేయును. దీనిని 'ఎలాక్ట్రానిక్ ఎచ్చింగ్' అందురు.

రవాణా సౌకర్యములు

ప్రపంచ రవాణా సౌకర్యములందు భారీఎత్తున పెద్ద మార్పులు 20వ శతాబ్దమున వచ్చినవి. నేలపైనను, సముద్రముల మీదను, సముద్ర గర్భములలోను, ఆకాశమునను ప్రయాణించెడి సాధనములలో ఎన్నో మార్పులు వచ్చినవి. ఈ మార్పులు విజ్ఞానశాస్త్రమునకు, పరిశోధనకు, ఇంజనీరింగు పరిజ్ఞానమునకు విజయపతాకలు. పరిశోధకులు రవాణాకు ఉపయోగించెడి నూతనయంత్రములను సృష్టించినది కొలదివత్సరముల క్రిందటనే అయినను, శాస్త్రవేత్తలు అంతకు పూర్వమే వాటిని నడిపించు శక్తిని సృజించగల నూతన సాధనములను కనుగొని ఉన్నారు. ఈ విప్లవము స్వదేశముల ప్రజల జీవితములలోనికి చొరబడినది. ఇది ప్రపంచ చరిత్ర గమనమును మార్చివేయుచున్నది.

రైల్వేలు: స్టాక్‌టన్, డార్లింగ్‌టన్ అను స్టేషనుల మధ్య 38 మైళ్లుగల రైలుబండి నడచుటతో ప్రపంచమున మొట్టమొదటి రైలు 1825 లో ఇంగ్లండు దేశమున అవతరించినది. ఆవిరి రైలు ఇంజనును సిద్ధపరచిన జార్జి స్టీఫెన్‌సన్ 1821 లోనే రైలు మార్గమును నిర్మించుటకు ఉపక్రమించినప్పటికి పూర్తి అగుటకు నాలుగేండ్లు పట్టినది. తరువాత రైలు ఫ్రాన్స్‌దేశమున 1829 లో ప్రవేశించినది. ఆ తరువాత 1855 లో జర్మనీలోను, నెదర్‌లండ్స్, ఇటలీ దేశములలో 1839లోను, స్పెయిన్‌లో 1848 లోను రైలు బండ్లు నడచుట ప్రారంభించినవి. రష్యా (ఇప్పటి సోవియట్ రష్యా)లో మొదటి రైలు సెయింట్ పీటర్స్ బర్గ్ (లెనిన్‌గ్రాడ్)ను పవ్లావాస్క్ శివార్లకు కలుపుచూ 1837 లో వేయబడినది. యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌లో 24 కి. మీ. నిడివి గల రైలు మార్గము బాల్టిమోర్—ఓహియో పట్టణములను కలుపుచూ 1830 నాటికి సిద్ధమయినది; అంతకు పూర్వము ఈ రైలు పట్టాలపై గుర్రములచే లాగబడు జట్కాబండిని నడిపి యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌లో ప్రయాణ సౌకర్యములు సమకూర్చెడివారు.

* ఫోటోగ్రావ్యూర్ సూత్రములను ఆధారముగ రోటరీ ముద్రణ యంత్రములను ఉపయోగించి ముద్రించుపద్ధతి 'రోటోగ్రావ్యూర్'.

ప్రపంచమున (ఇంగ్లండులో) మొట్టమొదటి రైలు వెలసిన 28 ఏండ్ల తరువాత 1853 లో భారతదేశమున బొంబాయి సమీపమున ఉన్న బోరీబందరు నుండి పయనించుటతో రైలు ప్రయాణము ప్రారంభమయ్యెను. ఇది బొంబాయికి సమీపమున ఉన్న థాణా, కల్యాణీ కేంద్రములతో కలుపుచున్నది. ఆ మార్గమును పొడిగించి 1858 నాటికి బొంబాయిని పూనాతో (రైలు మార్గమున)కలిపిరి. ఆరోజులలో భారతదేశమును ఏలిన తూర్పు ఇండియా కంపెనీ వారే రైలు వ్యవస్థను నిర్వహించుటకు పూనుకొనిరి. అంతకు పూర్వము పల్లకీ, మేనా. గుర్రము, బండి వంటివే భారతదేశమున ముఖ్య ప్రయాణసాధనములు. తాల్ కనుమలను దాటి 1864 నాటికి ఇగాట్‌పురి వరకూ రైలు మార్గమును వేసిరి. ఇటు తూర్పున హౌరానుండి హుగ్లీని కలుపుచూ 39 కి. మీ. రైలు మార్గము 1854లో వేయబడినది. ఉత్తర భారతదేశమున అలహాబాదును 190 కి. మీ. దూరమున ఉన్న కాన్పూరుతో కలుపుచూ 1959లో రైలు మార్గము వేయబడినది. ఇక దక్షిణప్రాంతమున మొదటి రైలు మార్గము వ్యాసర్పాడిని దాదాపు 105 కి. మీ. దూరము గల వాలాజారోడ్డు(ఆర్కాటుజిల్లా)కు కలుపుచు మద్రాసు రైల్వే కంపెనీ అను సంస్థ 1856 నాటికి సిద్ధపరచినది. ఆ తరువాత రాయలసీమ ద్వారా మొదటి రైలు మార్గము వేయుటతో తెలుగు మాట్లాడు దేశమున రైళ్ళు నడచుట ప్రారంభమైనది [చూ. తెలుగు సంస్కృతి-౨, పు. 1555]. 1880 నాటికి భారతదేశమున సుమారు 14,400 కి. మీ. నిడివి గల రైలు మార్గము వాడుకలో ఉండెను.

రైలు ప్రయాణము ఆదిలో పెక్కుమూఢ నమ్మకములకు గురియై జనాదరణ పొందుటకు చాల కాలము పట్టెను. సాధారణముగ ఏ నూతన విషయమును గాని వాడుకలోనికి తీసికొని రావలెనన్న ప్రజా విశ్వాసమును పొందవలయును. కాని, ప్రతి నూతన విషయమును ఏదో ఒక విధమయిన నిరోధమును ఎదుర్కొనవలసి వచ్చెను. అట్టి దుర్గతి రైలుకు కూడ పట్టినట్లు తెలియుచున్నది. ఆ రోజులలో రైలు ప్రయాణమును గూర్చి ఎంత నచ్చచెప్పినను ప్రయాణీకులు వినిపించుకొను స్థితిలో ఉండెడివారు కారు. ఆనాడు ప్రచారములో ఉన్న ఒక కథను బట్టి పట్టాల మీద రైలు వెళ్ళుచున్నప్పుడు చూచువారికి ఉన్మాద వ్యాధి సోకుననియు, అడ్డము ఉంటే తప్ప ఆవును పితుకుతుండగా రైలు ఆ వైపు వెళ్లుచున్నచో ఆ పాలు విరిగిపోవుననియు అపోహలు రైలు యుగారంభమున ఒక జర్మనీ వైద్యుడు ప్రచారము చేసెనని తెలియుచున్నది. రైళ్ళు ఒక బెడద అని 1835 లో ఇంగ్లండున ప్రచారమయ్యెను. రైళ్ళు ప్రాణసంకటమని 1843 లో ఫ్రాన్స్‌ను ఏలిన లూయీ ఫిలిప్‌కు రైలు ప్రయాణము మానుట మంచిదని అతని మంత్రులు సలహాలు ఇచ్చిరి. రైళ్ళు ఆదిలో భారతదేశమున కూడ ఇట్టి దుస్థితినే ఎదుర్కొనవలసి వచ్చెను. భారతదేశమున రైళ్ళు అభివృద్ధి చేసిన అది కిట్టుబాటు అవునా అను అపనమ్మకము తరచు వినబడుచుండెడిది. కావేరీ, గోదావరి నీటివనరుల అభివృద్ధికి కారకుడయిన ఆర్థర్ కాటన్ [చూ. పు. 54, 55] కూడ ప్రయాణమునకు, సరకుల రవాణాకు కాలువలు అవసరము అను ఉద్దేశముతో బ్రిటిష్ పార్లమెంటు సంఘము ముందు భారతదేశమున రైళ్ల అభివృద్ధికి వ్యతిరేక సాక్ష్యము ఇచ్చుచు, నీటివనరులకు ప్రాధాన్యము ఇమ్మనెను. ఇప్పుడు ప్రపంచమున రైలు మార్గముల నిడివి సుమారు 12 32,000 కి. మీ. ఉండగా భారతదేశమున సుమారు 54,400 కి. మీ. కలదు. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో 4,643 కి. మీ. నిడివి గల రైలు మార్గములు కలవు.

ఆధునిక సాంకేతిక విజ్ఞాన ప్రగతికి తగినట్లు నేడు రైలు నిర్మాణమున, ప్రయాణమున పెక్కు మార్పులు వచ్చినవి. రైలు మార్గము (పెర్మెనెంట్ వే) వేయుటలోను, సొరంగములు తొలుచుటలోను,మహానదులను దాటుటకు బ్రహ్మాండమైన వంతెనలు-ప్రత్యేక సాంకేతిక సూత్రములకు లోబడి-నిర్మించుటలోను, ఒక స్టేషనును మరొక ప్రక్క స్టేషనుతో ఆధునిక ఎలక్ట్రానిక్స్ వంటి టెలికమ్యూనికేషన్ పరికరముల సహాయమున కలుపుటలోను, రైలు ప్రమాదములను నిరోధించుటకు సిగ్నలు వ్యవస్థలో అనేకమైన క్రొత్త పరిశోధనా ఫలితములను ప్రవేశపెట్టుటలోను ఈనాటి రైల్వేలు నిర్వహించుచున్న భూమిక అద్వితీయము. రెండు సుదూర ప్రాంతములను శీఘ్రగతిలో కలుపుటకు రైళ్ళ వేగము - లభించుచున్న సాంకేతిక పరిజ్ఞానమును బట్టి - క్రమముగ అధికమగుచు వచ్చినది.

అంతకుముందు రైలు మార్గముల సౌకర్యములు ఎరుగని పలు మారుమూల ప్రాంతములకును రైలు మార్గములు వేయబడినవి[చూ. పు. 48]. జార్జి స్టీఫెన్‌సన్ వంటి మార్గదర్శకులు ఆవిరితో నడుపబడు రైలు ఇంజనును ఏ ప్రధాన సూత్రములపై నిర్మించి ఉన్నారో ఆ ప్రధాన సూత్రములలో మార్పు లేదు; కాని, ఆవిరి ఇప్పుడు రైళ్ళను నడిపించు ప్రధాన చలనశక్తిగా లేదు. పెక్కు రైలుబండ్లు ఈనాడు విద్యుచ్ఛక్తి సహాయముతో నడపబడుచున్నవి. భూగర్భమున ప్రయాణముచేయు రైలుబండ్లను, నగరములనుండి శివార్లకు వెళ్లు రైలుబండ్లను మాత్రమే త కాదు.

దూర ప్రాంతములకు వెళ్లు రైలుబండ్లను కూడ విద్యుచ్ఛక్తి సహాయముతో నడిపించుచున్నారు. [చూ. ఎలక్ట్రిక్ రైళ్లు]. ఇప్పుడు మరొక చలనశక్తి విరివిగా వాడకములోనికి వచ్చుచున్నది. ఈ శక్తిని డీసెల్ ఇంజను సరఫరా చేయుచున్నది. రుడాల్ఫ్ డీసెల్ [చూ.] నామధేయుడైన ఒక జర్మనీ పరిశోధకుడు ఈ ఇంజనును కనిపెట్టిన కారణముగా దీనికి ఆ పేరువచ్చెను (1913).

వివిధ దేశములను మరింత చేరువకు తీసికొని వచ్చుటలో రైల్వే వ్యవస్థ గొప్ప భూమికను నిర్వహించినది. ఎక్కువ అభివృద్ధిని సాధించిన దేశములకు చెందిన ఇంజనీర్లు తక్కువ అభివృద్ధిని సాధించిన దేశములలో తమ నైపుణ్యమును, అనుభవమును వినియోగించి రైలు మార్గములను నిర్మించ సాయపడిరి; ఇప్పటికిని అట్టి సాయము లభించుచునే ఉన్నది. ఈ దేశములలో రైలు మార్గములను విస్తరింపజేయుట వల్ల పరిశ్రమ, వ్యాపారములు అభివృద్ధి చెంద గలవు. రైలు మార్గములను విస్తరింప జేసినచో క్రొత్త ప్రదేశములతో సంబంధములు ఏర్పరచుకొనుటకు, ఆ విధముగా ఇదివరలో ఏకాంతముగా ఉన్న ప్రాంతములను పరస్పరము చేరువకు తీసికొనివచ్చుటకు వీలు ఏర్పడగలదు.

మోటారు కారు: రోడ్డులపై పెట్రోల్ సహాయముతో ప్రయాణముచేయు మోటారుకారులను 19 వ శతాబ్దము చివరి సంవత్సరములలో కనిపెట్టిరి. 20 వ శతాబ్దము ప్రారంభమున ఈ మోటారుకారు త్వరితగతిని విరివిగా జనసామాన్యములో వాడుకలోనికి వచ్చెను. క్రమేపీ జట్కాబండి స్థానమును మోటారుకారు ఆక్రమించెను. అప్పటికి కొన్ని ఏండ్లుగా ప్రయాణీకుల రవాణాకు, సరకుల రవాణాకు రోడ్లు ముఖ్యపాత్రను నిర్వహించినవి. రైలు వచ్చుటతో రైలు ప్రయాణములు ఎక్కువైనవి. ఇప్పుడు మరల రోడ్డు రవాణా అభివృద్ధి చెందనారంభించినది. బస్సులలోను, కోచీలలోను, సొంత కారులలోను ప్రయాణీకులు ప్రయాణము చేయుచున్నారు. సరకులను లారీలలో వేసి రవాణా చేయుచున్నారు. ఇంజనుల సామర్థ్యమును, మోటారుకారుల రూపకల్పనను అభివృద్ధి పరచుటకు సదా బ్రహ్మాండమైన మార్పులను ప్రవేశపెట్టుచున్నారు. మోటారుకార్లు నడుపు వారికి సంతృప్తి కలిగించునంతటి వేగముతో కాకపోయినను రోడ్లను కూడ క్రమేపీ అభివృద్ధి పరచుచున్నారు [చూ. పు. 42].

ప్రయివేటు రంగములోను, ప్రభుత్వ రంగములోను మోటారు రవాణా విస్తారముగ పెరిగినది. తత్ఫలితముగ రోడ్లపై బండ్ల రద్దీ పెరిగిపోయినది. ఇది నానాటికిని మరింత తీవ్రమైన సమస్యగ తయారగుచున్నది. ప్రమాదముల సంఖ్య హెచ్చినది. దానికితోడు రద్దీ వలన బండ్ల వేగమును తగ్గించి ప్రయాణము చేయవలసి వచ్చుచున్నది. అందువలన కొన్ని సందర్భములలో మోటారు కారులలో ఒక స్థలము నుండి మరొక స్థలమునకు వెళ్లుటకు ఇదివరలో జట్కాలో వెళ్లుటకు ఎంత వ్యవధి పట్టెడిదో అంతకన్నా ఎక్కువ వ్యవధియే పట్టవచ్చుననిపించుచున్నది. బాటలను వెడల్పుచేయుట వలనను, బండ్ల రాకపోకలకు ప్రత్యేకముగ నిర్మింపబడిన 'ఫ్లై ఓవర్', 'సబ్ వే' నిర్మాణముల వలన బండ్ల రాకపోకలను ఎక్కువ శాస్త్రీయముగ అదుపులో పెట్టుటవలనను, పట్టణముల పునర్నిర్మాణము వలనను రద్దీకి సంబంధించిన పెద్ద సమస్యలు క్రమేపీ పరిష్కారము కావచ్చును. కాని, అందుకు అధికముగ ఖర్చు పెట్టవలెను; దీర్ఘకాలిక ప్రణాళికను తయారుచేసికొనవలయును.

మోటారు రవాణా 20 వ శతాబ్దములో తెచ్చిపెట్టిన విప్లవము రైలు రవాణా 19 వ శతాబ్దములో తెచ్చిపెట్టిన విప్లవముకన్నను ఎక్కువ గణనీయమైనది. మోటారుబండ్లు వచ్చుటతో ప్రపంచమునందంతటను ప్రజల అలవాట్లు మారినవి. బ్రిటను వంటి దేశములలో పట్టణములందును, గ్రామములందును నివసించు మధ్యతరగతి ప్రజలు మోటారుకారులో తక్కువ ఖర్చుతో సులభముగ ప్రయాణము చేయుచున్నారు. ఈ విధముగా మోటారుబండ్లు రైల్వేలకన్న ఎంతో ఎక్కువగ పట్టణవాసుల, పల్లెప్రజల మధ్య అడ్డుగోడలను తొలగించుటకు సాయపడినవి.

ప్రపంచములో ప్రజలు ఆవిరితో నడుపబడు రైలు ఇంజనును మాత్రమే కాదు, గుర్రమును కూడా చూచి ఉండని మారుమూల ప్రాంతములోనికి మోటారుబండి అడుగుపెట్టినది. అది కొన్ని దేశములలో టైరులకు రబ్బరును ఉత్పత్తిచేయుట, చలన శక్తికి అవసరమగు పెట్రోల్ చమురును సృష్టించుట వంటి క్రొత్త పరిశ్రమలను అభివృద్ధిలోనికి తెచ్చినది. తద్వారా అంతర్జాతీయ వ్యాపారము అభివృద్ధి చెందుటకు సాయపడినది. ఈ విధముగ అభివృద్ధి చెందిన దేశముల ప్రజలను, బడుగుదేశముల ప్రజలను ఒకరినొకరిని ఈ మోటాగుకారు సన్నిహితము చేసినది. నేలమీది రవాణాలో మోటారుకారు అడుగుపెట్టిన విప్లవము ప్రపంచ వ్యాప్తముగా తన ప్రభావమును నెరపినది. ఈ ప్రభావము మరింత తీవ్రస్థాయిని కాలక్రమమున అందుకొనుచు ప్రపంచ ప్రజలకు రవాణా సౌకర్యములను సమకూర్చుటలో ప్రధానభూమికను నిర్వహించుచునే ఉన్నది.

నౌకాయానము

నేలమీది రవాణాలో రైలు ఇంజనులు, మోటారు కార్ల వలెనే నౌకాయానములో 20 వ శతాబ్దమున నౌకల నిర్మాణమునను, శక్తి వేగముల పెంపుదలలోను గణనీయమైన అభివృద్ధి సాధింపబడినది. 19 వ శతాబ్ది ఆఖరున సముద్రములో ప్రయాణముచేయు నౌకల నిర్మాణములో కలపకు, ఇనుముకు మారుగా ఉక్కును ఉపయోగించిరి. నౌకలను నడిపించుటకు తెడ్లకు మారు జంట మర ప్రొపెల్లరులను ఉపయోగించిరి. ఈ నౌకలు అట్లాంటిక్ మహాసముద్రమును ఆరు దినములలో దాటుచుండెను. ఈనాడు అట్లాంటిక్ మహాసముద్రముగుండా ప్రయాణముచేయు నౌకలకు, తక్కిన మహాసముద్రములలో ప్రయాణముచేయు ఇతర నౌకలకును మరప్రొపెల్లరులు నాలుగేసి ఉన్నవి.

ప్రస్తుత శతాబ్దములో నౌకా రవాణాలో గోచరించుచున్న అతి ముఖ్యమైన పరిణామములో ఒకటి టర్బయిన్ ఉపయోగము. ఆధునిక రూపములో టర్బయిన్ 19 వ శతాబ్ది చిట్టచివరికి సిద్ధమైనది. టర్బయిన్‌లో ఆవిరి యంత్రములోవలె సరాసరి దాని ప్రేపమువలన కాకుండా ఆవిరి చలించు వేగమువలన శక్తి ఉద్భవించును. 1905 లో మొదటిసారిగా ఆవిరి టర్బయిన్ యంత్రము అమర్చబడిన రెండు 'క్యూనార్డ్' నౌకలు అట్లాంటిక్ మహా సముద్రమున ప్రయాణము చేసినవి. 1909 వ సంవత్సరమున ఈ నౌకలలో ఒక నౌక - 'మారిటేనియా' అను పేరు గలది - అట్లాంటిక్ యాత్రను నాలుగు దినముల పది గంటలలో ముగించినది. ఇప్పుడు ఆ ప్రయాణమును మూడున్నర దినములలో పూర్తి చేయవచ్చును [చూ. పు. 42].

విస్తృతముగ అభివృద్ధి పరచబడిన నౌకలు ఒక్క ప్రయాణీకుల నౌకలు మాత్రమే కావు, సరుకులు తీసికొని వెళ్లు నౌకల విషయములో కూడ 20 వ శతాబ్దములో అభివృద్ధి కనబడుచున్నది. ఈ నౌకలలో మాంసము, పండ్లు, పాల పదార్థములు, సముద్రయానములో చెడిపోవు అవకాశము ఉన్న ఇతర ఆహారవస్తువులు నిల్వచేయు రిఫ్రిజిరేటర్ సరుకుల నౌకలు, ఈనాడు రవాణాకు అత్యంత ప్రధానమైన ముడి పెట్రోలు వంటి చమురును తీసికొని వెళ్లు తైలవాహిక నౌకలు చేరి ఉన్నవి.

భూమిమీద రవాణా వ్యవస్థయందు మోటారుకారు వంటి యాంత్రిక వాహనములు ప్రవేశించి, తదభివృద్ధికి తోడ్పడినట్లే సముద్రయానమున కూడ యంత్రములు బిగింపబడిన నౌకల వాడుక ఇతోధిక అభివృద్ధి గాంచి, ప్రపంచములోని దేశములను, ప్రజలను బాగుగా చేరువకు తెచ్చినది. భవిష్యత్తులో ఒక క్రొత్త పరిణామము ద్వారా ఈ సంబంధము ఇంకను సన్నిహితము కాగలదు. ఈ క్రొత్త పరిణామ మేమనగా, భావికాలములో నౌకలను - ముఖ్యముగా జలాంతర్గాములను - పరమాణుశక్తి సహాయముతో నడిపించుట. నౌక వేలాది సంవత్సరములపాటు మానవానీకపు జీవితములో ప్రధానమైన భూమికను నిర్వహించినది కావున, ఏరోనాటిక్స్ (విమానయాన శాస్త్రము) అభివృద్ధి చెందినప్పటికిని, భవిష్యత్కాలములో కూడ నౌక మానవుల జీవితములో ప్రధానమైన భూమికను నిర్వహించుచునే ఉండగలదను అంశము ఇచ్చట గమనింపదగినది [చూ. పు 109].

విమానయానము

గాలి ఓడ: మానవ వాయువిహారమునకు సంబంధించిన సమస్యను పరిష్కరించు నిమిత్తము రెండు విధముల ప్రయోగములు 19 వ శతాబ్దము చివరన జరుగుచుండెడివి. ఒక ప్రయోగము గాలికన్న తేలికైన యంత్రము లేదా 'గాలి ఓడ' (ఎయిర్ షిప్) పైనను, మరొక ప్రయోగము గాలికన్నను బరువైన యంత్రము లేదా 'విమానము' (ఎయిర్ ప్లేన్) పైనను జరిగినవి. 1900 లో జర్మనీ విజ్ఞాని కౌంట్ జెప్లిన్ [చూ.] తన మొదటి గాలి ఓడను ఆకాశమున విహరింపజేసెను. ఈ గాలి ఓడకు ఆయన పేరిట 'జెప్లిన్' అను పేరు పెట్టబడినది. ఇది పొడుగుపాటి గాలి బుడగ (దీని ఆకృతి ఇంచుమించు పొగచుట్టవలె ఉండెను). దీనిని ఏ దిక్కునకు కావలెనన్న ఆ దిక్కునకు తీసికొని వెళ్ళగలిగెడివారు. అందువలన దీనిని ఎటు కావలెనన్న అటువైపుకు త్రిప్పగల 'డిరిజిబుల్ గాలి బుడగ' అని వ్యవహరించెడివారు. జెప్లిన్‌లో చలన శక్తిని ఉద్భవింపజేయుటకొరకు ప్రొపెల్లరును నడిపించు రెండు పెట్రోల్ ఇంజనులు ఉండెడివి.

విమానము: అమెరికా వాసులు, రైట్ సోదరులని వ్యవహరింపబడు విల్బర్ట్ రైట్, ఆర్విల్లీ రైట్ అనువారలు ఒక గ్లైడర్‌లో నాలుగుసార్లు కొద్దిసేపు 1903 లో ఆకాశమున విహరించిరి. ఆ విమానములో వారు పెట్రోలు ఇంజనును అమర్చిరి. ఒక్కొక్కసారి వారు ఒక నిముషముకన్నను తక్కువసేపు ఆకాశములో ఉండి దిగివచ్చిరి. గాలికన్నను బరువుగా ఉండు యంత్రమును భూమినుండి పైకి లేపు సాహసకార్యమును సాధించిన మొట్టమొదటివారు రైట్ సోదరులే. ఈ విధముగా వారు ప్రపంచ చరిత్రలో ఒక నూతన యుగమును ప్రారంభింపజేసిరి; అది విమాన

యుగము. ఆ క్షణము నుండి అనేక దేశములలో విమాన యానమున క్రమేపీ అభివృద్ధి సాధింపబడినది. రైట్ సోదరులు తొలి విజయమును సాధించిన అనంతరము ఆరు పండ్లలోగా లూయీ బెర్లియాట్ అను పేరు గల ఒక ఫ్రెంచి విజ్ఞాని ఇంగ్లీషు ఛానల్ మీదుగా విమానములో ప్రయాణము చేసెను. ఇది ఇటులుండగా కౌంట్ జెప్లిన్ తన గాలి ఓడలో పలు ప్రయాణములు చేసెను.

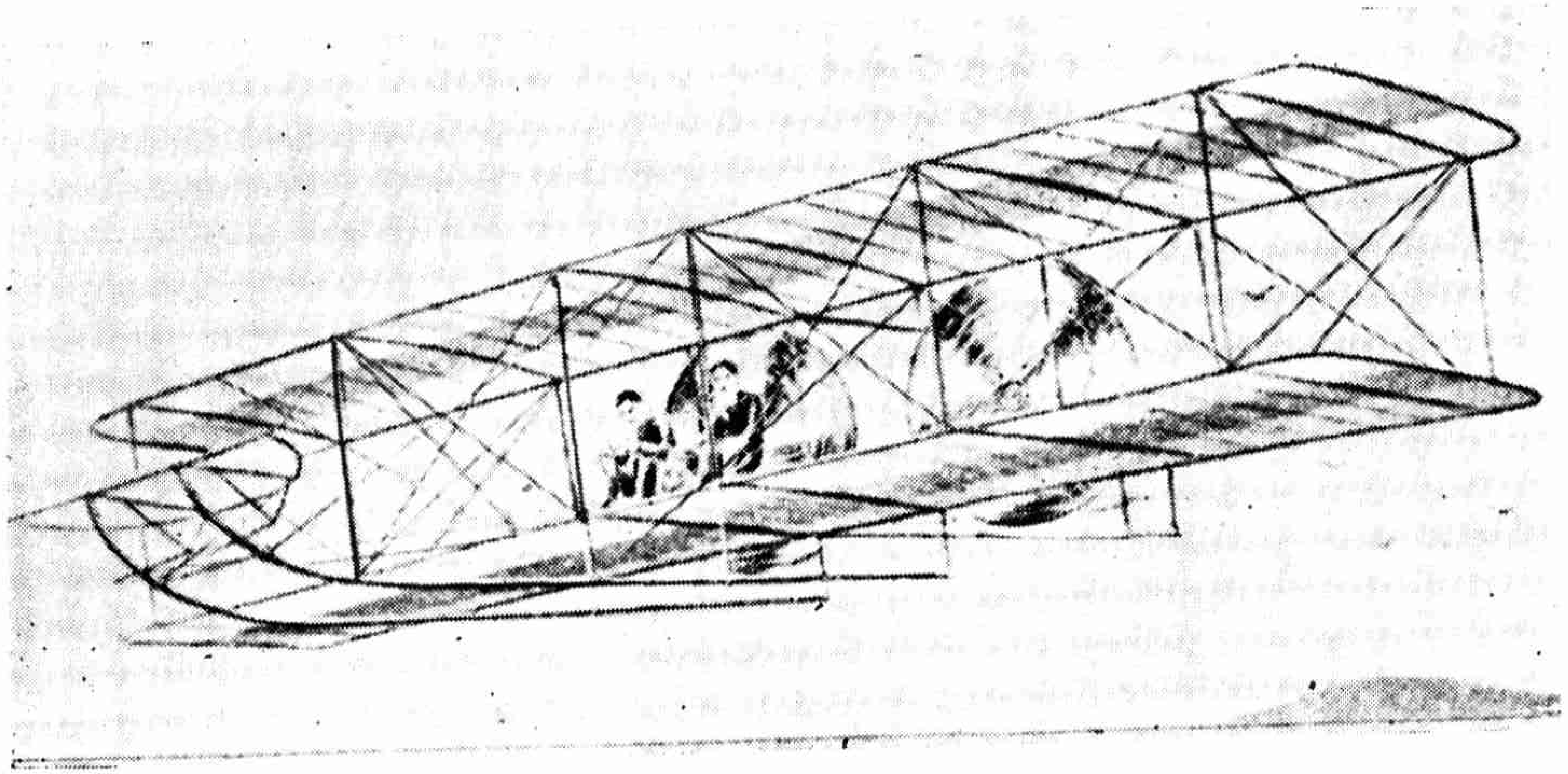
ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధము (1914 - 1918) వచ్చుటతో విమానయానమున అభివృద్ధి త్వరితగతిని జరిగినది. యుద్ధములో గాలి ఓడలను, విమానములను ఉపయోగించిరి. ఆ కారణముగా వాటిని తొందరగా అభివృద్ధిపరచవలసి వచ్చినది. బ్రిటనులో యుద్ధము ప్రారంభమైన సమయములో 'రాయల్ ఫ్లయింగ్ కోర్' విమానదళమునకు 300 విమానములు కల విమాన బలము ఉండెను. యుద్ధము అంతమైన సమయమునకు 'రాయల్ ఎయిర్ ఫోర్స్'కు (అప్పటికి దాని పేరును ఈ విధముగా మార్చిరి) విమాన బలము 23,000 పెరిగినది. యుద్ధ సమయమున విమానములను నడిపించునప్పుడు నేర్చుకొన్న గుణపాఠములను యుద్ధానంతరము పౌర విమానయానమునకు వర్తింపజేసిరి. 1919 జూన్ నెలలో జాన్ ఆల్ కాక్, ఆర్థర్ బ్రౌన్ అను ఇద్దరు బ్రిటిషు పైలెటులు (అమెరికా ఖండమునకు సమీపమున ఉన్న) న్యూ ఫౌండ్‌లాండ్ నుండి ఐర్లాండ్‌కు అట్లాంటిక్ మహాసముద్రము మీదుగా ప్రప్రథమమున విమానములో పయనించిరి. ఈ రెండు ప్రాంతములకు మధ్యదూరము 3,041 కి.మీ.; ఈ ప్రయాణమునకు 16 గంటల కాలము పట్టెను.

అటుపిమ్మట కొలది పండ్లలో పైలెటులు - పురుషులు, స్త్రీలు – అద్భుతమైన సాహస విమానయాత్రలను జరిపిరి. వారిలో పలువురు అమెరికన్‌లును కలరు. ఛార్లెస్ లిండ్ బర్గ్ 1927 లో న్యూయార్క్ నుండి పారిస్‌కు విమానములో వెళ్ళెను. ఎమీలియా ఇయర్ హార్ట్ అట్లాంటిక్ మహాసముద్రము మీదుగా విమానప్రయాణము చేసిన ప్రప్రథమ వనిత. ఈ అద్భుత కార్యమును ఆమె 1932 లో సాధించెను. విలీ పోస్ట్ 1933 లో విమానమున ప్రపంచమంతటను ఎనిమిది రోజులలో చుట్టెను. ఇది ఇట్లుండగా, ఆనీ జాన్స్ అను బ్రిటిషు స్త్రీ ఇంగ్లండు నుండి ఆస్ట్రేలియాకు విమానమును నడిపెను. మధ్యలో అనేక చోట్ల ఆమె విమానమును ఆపిన మాట నిజమే. ఇద్దరు బ్రిటిష్ వైమానికులు - ఛార్లెస్ స్కాట్, కాంప్‌బెల్ బ్లాక్ - మూడు దినములలో ఇటువంటి ప్రయాణమును చేసిరి. బ్రిటిష్ విమానము ఒకటి 9,448 మీటరుల ఎత్తున హిమాలయములలోని ఎవరెస్టు శిఖరము మీదుగా ప్రయాణము చేసెను. అంతకు ముందు సంవత్సరమున ఒక జెప్లిన్ విమానము ప్రపంచమును ఇరవై రోజులలో చుట్టి వచ్చినది.

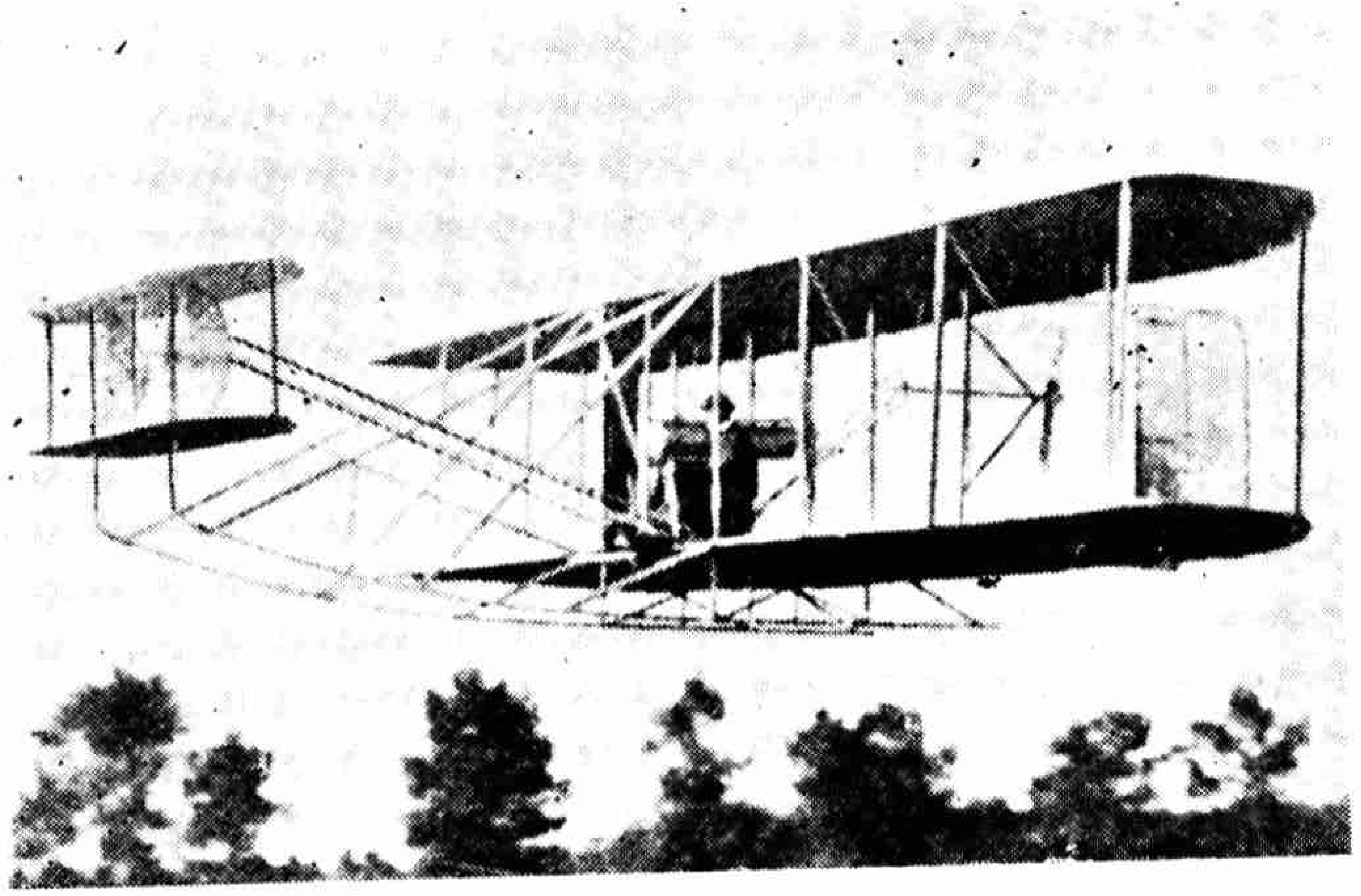
ఇవియును, మార్గదర్శకములుగ ఉన్న అనేకములగు ఇతర విమాన విహారములును పైలెటులకు, విమానపు ఇంజనీరులకు అమూల్య విషయములను నేర్పినవి. ఆ కారణముగ విమానముల రూపకల్పనకు, సామర్థ్యముల పెంపుదలకు సదా అభివృద్ధికరములైన మార్పులను ప్రవేశపెట్టుచు వచ్చిరి. 1939 లో ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధము ప్రారంభమైనది. ఆ సమయమున రెండు విషయములు స్పష్టముగా తెలియవచ్చెను. మొదటిది: గాలిపై మానవుడు సాధించిన విజయము యుద్ధకాండ యావత్స్వరూపమును మార్చివేయుట; రెండవది: మానవ విహారము, భవితవ్యము విమానముపైననే ఆధారపడి ఉన్నదే కాని, గాలి ఓడపైన కాదనుట.

ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున విమానము నిర్దిష్టమైన భూమికను నిర్వహించెను. యుద్ధమున బాంబరును ఉపయోగించుటతో ప్రజలకు, ఆస్తులకు అపారమైన నష్టము కలిగెను. జర్మనీ, జపాన్ దేశములకు ఇది తొలుత విజయములను సాధించి పెట్టెను. చివరకు వారి అధికారమును అంతరింప జేయుటకును బాంబరే హేతుభూతమైనది. యుద్ధ సమయమున గడించిన అనుభవములను పిమ్మట పౌర విమానములను అభివృద్ధిచేయుటకై వినియోగించిరి. తత్ఫలితముగ విమాన రవాణా త్వరితగతిని అభివృద్ధి చెందినది.

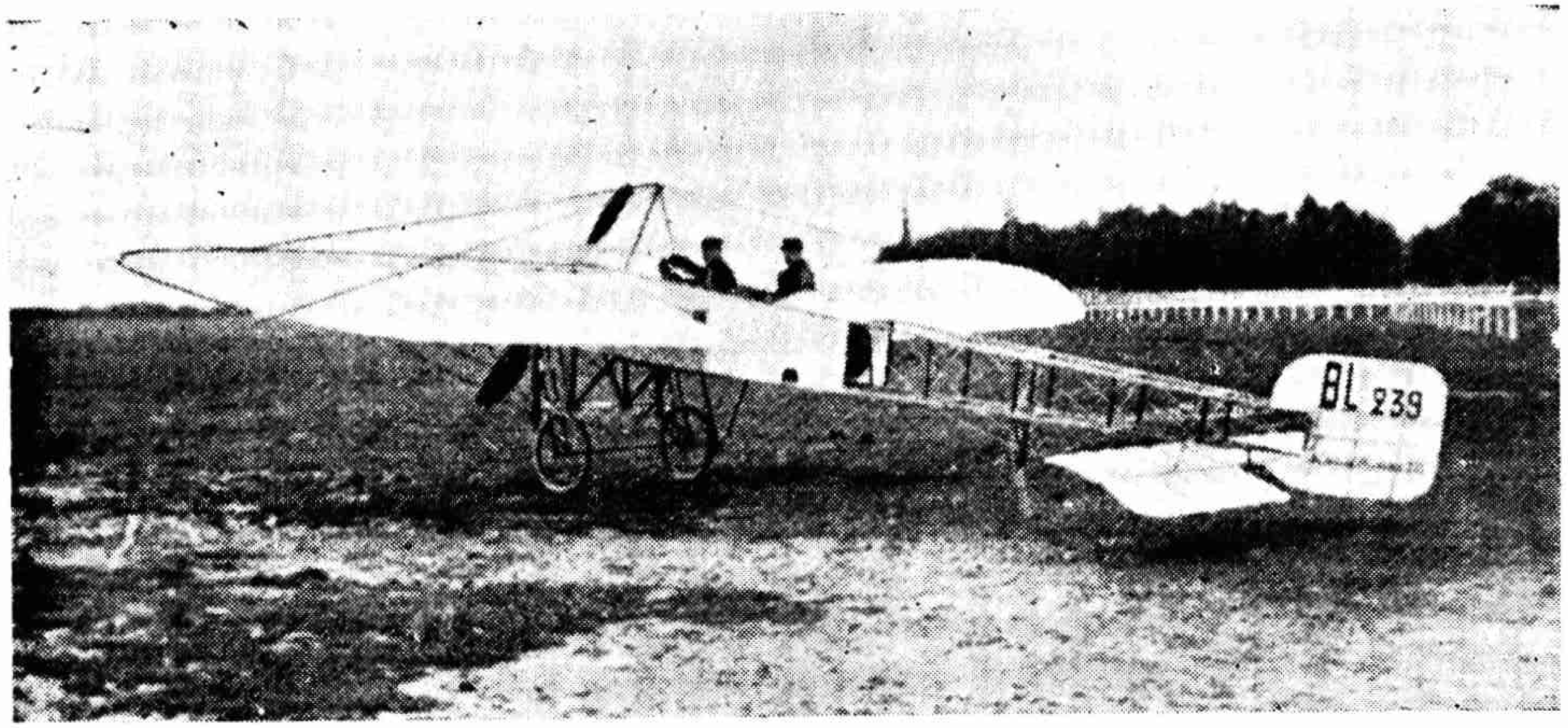
జెట్ విమానము: యుద్ధకాలమున విమానములకు సంబంధించిన ఒక అతి ముఖ్యమైన సూత్రమును కనిపెట్టిరి; అది జెట్ ప్రొపెల్షన్ సూత్రము. యుద్ధానంతరము దీనిని పౌరవిమానములకు వర్తింపజేసిరి. జెట్ విమానములలో విమానమును నడిపించు శక్తి గిర గిర తిరుగు ప్రొపెల్లరు నుండి ఉద్భవించదు. విమానము వెనుకవైపున వేడిగాలిని సంతత ప్రవాహముగ విడిచిపెట్టుదురు. అప్పుడు సంభవించు మార్పులవలన ఈ శక్తి ఉద్భవించును. వేడి గాలిని అధికమైన ఘన పరిమాణములో ఉత్పత్తిచేయుటకు గాలిని ఇంజను ముందు భాగమునుండి గ్రహించి, వేగముగా తిరిగెడు ఒక ఫంకా సహాయముతో దానిని అదిమి పెట్టుదురు. తరువాత దానిని జ్వలనమందిరమునకు పంపింతురు. అచ్చట ఒక విధమైన పారఫిన్ తైలమును ఇంధనముగ వాడుచు, దానిని విద్యుత్ స్ఫులింగము సహాయముచే మండింతురు. వేడి గాలి టర్బయిన్‌ను పనిచేయించును. టర్బయిన్ విమానపు ఫంకా తిరుగునట్లు చేయును. అత్యధికమైన వేగములో



రైట్ సోదరులు ప్రప్రథమముగా నిర్మించిన బైప్లేన్ అనబడు విమానము



1908 - 1909 ప్రాంతమున ఫ్రాన్స్ మీదుగా పయనించిన రైట్ సోదరులు నిర్మించిన బైప్లేన్



బ్లేరియట్ మోనో ప్లేన్

AVRO బై ప్లేన్

నేటి జట్ విమానము

వెళ్లునప్పుడు - ముఖ్యముగా గాలి లేని ఎత్తులలో వెళ్లునప్పుడు - ప్రొపెల్లరు ప్రొపెల్షన్‌కన్న జెట్ ప్రొపెల్షన్ దక్షతతో పనిచేయునని తేలినది.

శబ్దాతీత (సూపర్సానిక్) వేగమున పయనించు విమానములను పౌర విమానయానమున ప్రవేశపెట్టుట జెట్ రంగమున ఇటీవల పేర్కొనదగిన ప్రగతి. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో సూపర్సానిక్ ట్రాన్స్ పోర్ట్ (S. S. T) పేరిట పరిశోధనాకృషి జరుగుచున్నది (1968). గంటకు 2,880 కి. మీ. (1600 మై.) పయనించుచు ఒకేసారి 350 మంది ప్రయాణీకులను తీసికొనిపోగల ఈ సూపర్సానిక్ ట్రాన్స్ పోర్ట్ విమానపు మూలస్వరూపము బోయింగ్ కంపెనీ 1970 నాటికి సిద్ధపరచగలదు. వీటికి తగిన ఇంజనులను జనరల్ ఎలక్ట్రిక్ కంపెనీ రూపొందించుచున్నది. 93 మీ. (306') పొడవు గలిగి, సుమారు 300 టన్నులు బరువుగల ఈ విమానము భూమికి 19 కి. మీ. ఎత్తున ఎగరగలదని అంచనా. ఒకేసారి 6,400 కి. మీ. దూరము ఆగకుండ ఎగురుటకు ఇందు ఇంధన వసతి కలదు. న్యూఢిల్లీ వాసులు న్యూయార్క్ చేరవలెనన్న ఈ విమానముమీద 8 గంటలు పట్టును. అట్టి విమానము ఒక్కొక్కదాని ఖరీదు రూ. 30 కోట్లని తెలియుచున్నది. యూరప్‌లో ఇటువంటి విమానములు (తక్కువ పరిమాణము గలవి) కొంకార్డ్, సోవియట్ రష్యా TU - 144. 1971 నాటికి పౌరవిమానయాన రంగమున ప్రవేశించగలవని భావించబడుచున్నది.

హెలికాప్టరు : విమాన శాస్త్రములో యుద్ధానంతరము వచ్చిన పరిణామములలో మరొక ముఖ్యమైన పరిణామము ఉన్నది; అదే హెలికాప్టర్. ఇందు పై భాగమున ఒక రోటార్ ఉండును. హెలికాప్టర్‌లోని ప్రధాన సుగుణము ఏమిటనగా అది నిలువుగా పైకి లేవగలదు; క్రిందకు దిగగలదు. అందువల్ల హెలికాప్టర్‌కు నేలపై విమానము పరుగెత్తుటకు నిర్మింపబడు మార్గము (రన్‌వే) అవసరము లేదు. హెలికాప్టర్ యొక్క వేగము విమానము యొక్క వేగము కన్నను చాల తక్కువ. కాని, హెలికాప్టర్ ఇతర విధములగు విమానములు చేయలేనటువంటి కార్యములను నిర్వహించగలదు. అది విమానాశ్రయముల మధ్య సంబంధములను ఏర్పరచు సాధనముగ - ప్రత్యేకముగ - ఉపయోగపడుచున్నది. సర్వేపనులకు, ప్రమాదములు జరిగినప్పుడు - ముఖ్యముగా సముద్రములో ప్రమాదములు జరిగినప్పుడు- ప్రమాద స్థలములో సహాయపడుటకు కూడ హెలికాప్టర్ చాల ఉపయోగపడును.

హోవర్ క్రాఫ్ట్ : గాలిలో ప్రయాణము చేయు వాహనములలో ఇటీవల రూపొందించబడిన వాహనము హోవర్ క్రాఫ్ట్. దీనిని బ్రిటిషువారు కనిపెట్టిరి. ఇది నౌకకును, విమానమునకును మధ్యస్థముగా ఉండును. ఇది నేల పైనను, నీటిలోను ప్రయాణించు ఉభయచరము. హోవర్ క్రాఫ్ట్ ఒక విధమయిన 'గాలి దిండు'పై నిలబడి ఉండును. నేలలో గరుకుగా ఉండు ఉపరితలమును, సముద్రపు అలలను తప్పించుకొనుటకు సరిగా ఎంత ఎత్తు సరిపోవునో, ఆ ఎత్తులో ఇది పనిచేయును. 1959 లో బ్రిటిష్ హోవర్ క్రాఫ్ట్ ఒకటి ప్రయోగాత్మకమైన పర్యటనలో ఇంగ్లీషు ఛానల్‌ను దాటెను. 1962 లో క్రమపద్ధతిని నడుపబడు ప్రపంచములో మొదటి హోవర్ క్రాఫ్ట్‌ను వ్యాపార సరళిలో 'డీ' నదిపై రాకపోకలకు ఏర్పాటు చేసిరి.

రాసాయనిక ఇంజనీరింగు

ధాతువులకు రాసాయనిక వస్తువులకు సంబంధించిన పరిశీలనమున ఇనుముకు ఎక్కువ ప్రాధాన్యము కలదు. ఉపయోగదృష్టిలో ఇనుముకు కీలక ద్రవ్యముగ ప్రసిద్ధి కలదు. నేడు ఒక దేశపు సాధారణ పారిశ్రామికాభివృద్ధి ఆ దేశము ఏటా తలసరి ఇనుము, ఉక్కు ఎన్ని టన్నులు ఉత్పత్తిచేయునో ఆ టన్నులను బట్టి సూచితమగును. ఆ విధముగానే ఏదేశములోనైనను రాసాయనిక పరిశ్రమ యొక్క అభివృద్ధిని సూచించునది సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి రాశి. ఏటా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క తలసరి ఉత్పత్తి ఎంత ఉండునో అది ఆ దేశపు రాసాయనిక పరిశ్రమ యొక్క అభివృద్ధికి సూచిగా లెక్కింపబడదగును. ఎందుకనగా, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను మౌలికద్రవ్యముగ అనేక రాసాయనిక పరిశ్రమలలో వాడుచుందురు. ఇట్లు ఉక్కు, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ దేశము యొక్క పారిశ్రామిక, ఆర్థిక వ్యవస్థలో ముఖ్య భూమికను నిర్వహించుచు ఉన్నత స్థానమును సంతరించుకొన్నవి. ప్రపంచమున సాంకేతికమైన అభివృద్ధిని పెంపొందించు ధోరణి ఏ విధముగ ఉన్నదో అర్థము చేసికొనుటకు భారతదేశమును ప్రత్యేకముగ దృష్టిలో ఉంచుకొని ఇనుము, ఉక్కు, ఇతర రాసాయనిక ద్రవ్యముల పరిశ్రమలను స్థూలముగ పరిచయము చేయుటకు ప్రయత్నము జరిగినది. వినియుక్త విజ్ఞాన శాస్త్రములలో సాంకేతిక విజ్ఞాన రంగము యొక్క శీఘ్ర అభివృద్ధికి కారణమైన స్థానమును సంపాదించిన కొన్ని నూతన ఆవిష్కరణములు తెలుపబడినవి.

భారతీయులు సాధించిన సాంకేతిక నైపుణియందు ఇమిడి ఉన్న విజ్ఞాన సంబంధమైన ప్రాతిపదికలు బయటపడుటకు

చాలకాలము పట్టెను. తరతరముల నుండి అనూచానముగ వచ్చుచున్న సంప్రదాయమును 'కళ'గా పేర్కొనుట కద్దు. ఇట్టి అనుభవసిద్ధమైన నైపుణికి ప్రాతిపదికలైన శాస్త్రీయ సూత్రములు అటుతరువాత చాలకాలమునకుగాని వెలుగు చూడలేదు. గురువునుండి శిష్యునికి, తండ్రినుండి కొడుకుకు ఒకరినుంచి ఒకరికి వాచానే విజ్ఞాన ప్రచారము జరుగుచు వచ్చినది. వాడిన ముడి సరుకును బట్టి అంత్యపదార్థము సిద్ధించెడిది. ఇప్పటివలె ఆ నాడు ప్రక్రియలు యంత్రబద్ధము కావు. ఇట్లు 19వ శతాబ్దము మధ్యవరకు కళానైపుణ్యముల ప్రగతి పైన వివరించిన రీతినే సాగినది. ఆ తరువాత విజ్ఞాన రంగమున ప్రయోగములకు విశిష్టత సిద్ధించుటతో అనేకములైన నూతన విజ్ఞాన సిద్ధాంతములు, సూత్రములు వెలుగు చూసినవి. ఈ సూత్రములు అప్పటికే మానవుడు ఆర్జించిన కళానైపుణితో మేళవించినప్పుడు రాసాయనిక శాస్త్ర రంగమున ప్రగతి పథమునకు నాందీప్రస్తావన జరిగినదని చెప్పవచ్చును. సిద్ధించిన ప్రతి విజ్ఞాన సూత్రమును మానవ జీవితావసరములకు వలయు వస్తుసామగ్రిని ఉత్పత్తి చేయుటయందు వినియోగించుటతో రాసాయనిక శాస్త్రమునకు విశిష్టత చేకూరెను. దానితో వస్తూత్పత్తి ఇతోధిక వ్యాపారాభివృద్ధికి దోహదకారి అయ్యెను.

భారతదేశమున పారిశ్రామిక వికసనము

భారతదేశమున మొదటి ప్రత్తిమిల్లు 1818లో కలకత్తాయందు నెలకొల్పిరి. ఛేంబర్ విధానమున సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు మొదటి పరిశ్రమ 1853లో కొన్‌నాగర్ (బెంగాలు) వద్ద స్థాపింపబడినది. జ్యూట్ నార మిల్లు 1855 లో కలకత్తా నగరమున నెలకొనెను. మొదటిసారిగా గ్యాస్ దీపములను 1857లో కలకత్తా నగరములో వెలిగించిరి. ఆధునిక సాంకేతిక శాస్త్రరీత్యా భారతదేశమున పింగాణీ వస్తువులను తయారుచేయు మొట్ట మొదటి ఫ్యాక్టరీ రాణీగంజ్ (బెంగాలు) వద్ద 1860లో స్థాపించిరి. రాసాయనిక ద్రవ్యములను ఉత్పత్తిచేయు 'కాసిపూర్ కెమికల్ వర్క్స' అను ఫ్యాక్టరిని 1873లో వాల్ డీ అను బ్రిటిషు దేశస్థుడు స్థాపించెను. జీలమ్‌వద్ద గాజు సీసాలను ఉత్పత్తిచేయు మొదటి గాజు ఫ్యాక్టరీ 1892లో నెలకొల్పబడెను. ప్రఫుల్ల చంద్ర రే అను ప్రముఖ రాసాయనిక విజ్ఞాని సలహా సహకారములతో 'బెంగాల్ కెమికల్ వర్క్స' 1900లో ప్రారంభమైనది. 1900 నాటికే భారతదేశమున మొట్ట మొదటి కోక్ ఓవెన్ ప్లాంట్ రూపుగొనినది. టి. కె. గజార్ మిత్రబృందము బరోడాలో కృషిచేయగా 1903లో 'అలంబిక్ కెమికల్ వర్క్స' స్థాపింపబడినది. 1904 లో మొదటి వెజిటబుల్ టాన్ ఫ్యాక్టరీ మద్రాసులో సిద్ధమైనది. దక్షిణ భారతదేశమున రాణీపేట (మద్రాసు) లో మొదటి 'సూపర్ ఫాస్ఫేట్ ఫ్యాక్టరీ' 1906లో నెలకొల్పబడినది. ఆక్సిజన్‌ను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీ 1914 లో బొంబాయిలో ప్రారంభమైనది. గుజరాత్ రాష్ట్రములో సౌరాష్ట్ర ప్రాంతమున 1915లో మగ్నిషియమ్ క్లోరైడ్‌ను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీ నెలకొల్పబడెను. రాసాయనిక ద్రవ్యములను తయారుచేయు ధ్రంగాధర కెమికల్ వర్క్స 1927లో ప్రారంభమయ్యెను. జరియా వద్ద కోల్‌తార్ స్వేదనోత్పత్తి కర్మాగారమును 1937లో ఆరంభించిరి. సంసర్గ (కాంటాక్ట్) పద్ధతిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీ 1922లో జమ్‌షెడ్‌పూర్ వద్ద స్థాపింపబడినది. మొదటి డ్రై బ్యాటరీ ఫ్యాక్టరీ కలకత్తాలో 1926లో నెలకొనినది. మోటారుకారు బ్యాటరీలను తయారుచేయు మొదటి ఫ్యాక్టరీ 1931 లో కలకత్తాలో నిర్మింపబడినది. రయాన్ నేతమిల్లు 1933లోను, కాస్టిక్ సోడా తయారుచేయు కర్మాగారము 1937లోను కలకత్తాలోనే సిద్ధపరచబడినవి. అమోనియాను కృత్రిమముగా తయారుచేయు మొదటి ఫ్యాక్టరీ మైసూరులో 1938లో ప్రారంభమైనది. వర్ణద్రవ్యములను తయారుచేయు మొదటి ఫ్యాక్టరీ పూనాలో 1940లో నిర్మితమైనది. కాల్సియమ్ కార్బైడ్‌ను తయారుచేయు మొదటి ఫ్యాక్టరీ 1945 లోను, రేయాన్ నూలును తయారుచేయు కర్మాగారము 1950 లోను సిద్ధపరుపబడినవి. ప్రత్యేకముగా రాసాయనిక ఎరువులను భారీరాశులలలో తయారుచేయు కర్మాగారము 1951లో సింద్రీలో ప్రభుత్వరంగమున నెలకొనినది. అంతకు పూర్వము అల్పస్థాయిలో రాసాయనిక ఎరువులు ప్రైవేటు రంగమున తయారు అగుచుండెను. [చూ. పు. 89]. 1955 నాటికి మెట్టూరులో బ్లీచింగ్ పౌడరును తయారుచేయు మొదటి ఫ్యాక్టరీ రూపుగొనినది. భారతదేశమున ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధము (1914-1918)నకు ముందు నేలబొగ్గును త్రవ్వి తీయుట, జ్యూట్ నార పరిశ్రమలు ప్రధాన పాత్రలు వహించినవి. యుద్ధమువలన దేశములలోని పరిశ్రమలకు ఇతోధిక ప్రోత్సాహము లభించినది. 1922-39 మధ్యకాలమున ప్రత్తినూలు బట్టల ఉత్పత్తి రెట్టింపు అయినది. ఉక్కు ఉత్పత్తి ఎనిమిదిరెట్లు పెరిగినది. కాగితముల దిగుబడి రెండున్నర రెట్లయినది. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున నాటి ప్రభుత్వము ద్వారా ప్రోత్సాహము లభించుటవలన దేశమున పంచదార, సిమెంటు పరిశ్రమలు 1937-46 మధ్య అభివృద్ధిచెందినవి. అగ్గిపుల్లలు, గాజు, వనస్పతి నూనెలు, సబ్బు వంటి రాసాయనిక

పరిశ్రమలలో ఆ సమయమున ఉత్పత్తి ఇనుమడింప చేయబడినది.

భారతదేశమున 1935 నాటికి భారీ ఎత్తున రాసాయనిక ద్రవ్యములను ఉత్పత్తిచేయు ఫ్యాక్టరీలు 23 ఉండెడివి. వీటిలో 22 ఆనాటి బ్రిటిషు ఇండియాలోను, ఒకటి బరోడా సంస్థానమునందును కలవు. వీటన్నింటిలోను పని చేయు కార్మిక సిబ్బంది 4,183; పారిశ్రామిక చైతన్య మంతయు బొంబాయి, బెంగాలు ప్రాంతమున కేంద్రీకృతమై ఉండెడిది. 1939 నాటికి 7,968 మంది కార్మిక బలము గల 38 రాసాయనిక కర్మాగారములు వెలసినవి. అందులో 23 ఫ్యాక్టరీలు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తియందే నిమగ్నమై ఉన్నవి. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ప్రాచ్య, మధ్యప్రాచ్య యుద్ధరంగములకు భారతదేశము సరఫరా కేంద్రముగ ప్రముఖపాత్ర వహించినది. యుద్ధ ఫలితముగా అప్పటికి ఉన్న ఉత్పత్తి సామర్థ్యమును ఇతోధికముగా పెంచుటయే గాక, క్రొత్త రాసాయనిక కర్మాగారములు అనేకములు నెలకొనినవి. ప్రధానముగా సోడియమ్ సల్ఫైట్, జింకు క్లోరైడ్, అమోనియా, విరంజన చూర్ణము (బ్లీచింగ్ పౌడర్), బైక్రోమేట్‌లు, స్టియరిక్ ఆసిడ్, ఒలియిక్ ఆసిడ్, సోడియమ్ సల్ఫేట్ మున్నగు రాసాయనిక ద్రవ్యములు భారతదేశమున యుద్ధము పేరిట ఉత్పత్తి కాజొచ్చినవి. ఇంగ్లీషు మందులను తయారుచేయు పరిశ్రమలలో పెద్దమార్పు వచ్చినది. అవిభక్త భారతదేశమున 1946 నాటికి ప్రభుత్వ లెక్కప్రకారము 5,013 ఫ్యాక్టరీలు కలవు. ఈ కర్మాగారముల అన్నింటిలోను పనిచేయు సిబ్బంది 29 లక్షలు. ఇందు 13,87,000 మంది కార్మిక తరగతికి చెందినవారు. వీటిలో 166 పంచదార ఫ్యాక్టరీలు, 569 నూనె ఫ్యాక్టరీలు, 483 ప్రత్తి నూలు మిల్లులు, 174 రాసాయనిక కర్మాగారములు, 126 గాజు ఫ్యాక్టరీలు, 44 పింగాణీ ఫ్యాక్టరీలు, 37 సబ్బు ఫ్యాక్టరీలు, 28 పెయింట్లు-వార్నిష్‌లు తయారుచేయు కర్మాగారములు, 46 మద్యపానీయములను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీలు, 65 ఫ్యాక్టరీలు పండ్లను డబ్బాలలో నిల్వచేయునవియు, 36 ఫ్యాక్టరీలు కాగితము, అట్టలను తయారుచేయునవియు, 31 అగ్గిపుల్లల ఫ్యాక్టరీలును కలవు.

భారతదేశ స్వాతంత్ర్యానంతరము(1947) భారత ప్రభుత్వము ప్రత్యేక శ్రద్ధవహించి, 1951 లో ప్రణాళికాబద్ధముగు పంచవర్ష ప్రణాళికలను చేబట్టి పారిశ్రామికాభ్యుదయమునకు కృషి జరుపుచున్నది. సోషలిస్ట్ పద్ధతిని సమాజమును పునర్వ్యవస్థీకరించుటకు ఏర్పాట్లు చేసి ఒకవైపు ప్రైవేటు రంగమును ప్రోత్సహించుచు, మరొకవైపు ప్రభుత్వరంగమున పెక్కు భారీపరిశ్రమలు చేపట్టి నిర్వహించుచున్నది. భారతదేశమున సువ్యవస్థిత పారిశ్రామికాభ్యుదయమునకు ఎట్టి పరిశ్రమలు ఏ రంగమున స్థాపించవలసినదీ వివరముగ భారతప్రభుత్వము 1948 లో 'ఇండస్ట్రియల్ పాలసీ రిజల్యూషన్'లో పొందుపరచిరి. అప్పటికి నేర్చిన గుణపాఠములను బట్టి ఈ వైఖరిని మరల 1956 లో పునర్వ్యవస్థీకరించి మరొకపారిశ్రామిక విధానమును ప్రభుత్వము చేపట్టి నిర్వహించుచున్నది.

ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళిక (1951-56): ప్రభుత్వ రంగమున రాసాయనిక ఎరువులను తయారుచేయు సింద్రీ ఎరువుల కర్మాగారము, రైలు ఇంజనులను తయారుచేయు చిత్తరంజన్ లోకోమోటివ్ వర్క్స్, టెలిఫోన్ పరికరములను తయారుచేయు ఇండియన్ టెలిఫోన్ ఇండస్ట్రీస్, రైలు పెట్టెలను తయారుచేయు ఇంటెగ్రల్ కోచ్ ఫ్యాక్టరీ, పెన్సిలిన్‌ను తయారుచేయు హిందూస్థాన్ పెన్సిలిన్ ఫ్యాక్టరీ, యంత్ర పరికరములను తయారుచేయు హిందూస్థాన్ మెషీన్ టూల్స్ ఫ్యాక్టరీ పారంభమై, చురుకుగా ఉత్పత్తిని సాధించినవి. ప్రభుత్వ రంగమున ఉక్కును తయారుచేయుటకు భిలాయ్, రూర్కెలా, దుర్గాపూర్ అనుచోట్ల రెండవ ప్రణాళికా కాలమున అమలు జరుపుటకుగాను పథకములు సిద్ధపరుపబడినవి [చూ. పు. 82].

ఇక ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికా కాలములోనే నూలుదారము, సెల్యులోజ్ అసిటేట్ స్టేపిల్ దారము, కాల్సియమ్ కార్బైడ్, హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్, అపూర్వమృత్తులు, పెన్సిలిన్, డి.డి.టి., న్యూస్‌ప్రింట్ కాగితము మొదటిసారిగా ఉత్పత్తి ప్రారంభింపబడినవి. అల్యూమినియము పెయింట్లు - వార్నిష్‌లు, పంచదార, సోడా యాష్, రాసాయనిక ఎరువులు, సూపర్ ఫాస్ఫేట్, పవర్ ఆల్కహాల్, సిమెంటు, వనస్పతి నూనెలు మొదలగునవి ప్రైవేటు రంగమున ఉత్పత్తి ప్రారంభమయి ఇదివరకు ఉత్పత్తిని ఇనుమడింపజేసినవి. పంచదార, ప్రత్తి, ప్రత్తినూలు, జ్యూట్‌నార పరిశ్రమలలో యంత్రసామగ్రిని ఆధునికీకరణము చేయు ప్రణాళికను తయారు చేసిరి. గాలికొలిమి, సంసర్గ పద్ధతిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు యంత్ర సామగ్రి వంటి వాటిని పూర్తిగా స్వదేశములోనే రూపకల్పనచేసి, సిద్ధపరచుట జరిగినది. పంచదార, ఆమ్లములు, క్షారములు, రాసాయనిక ఎరువులు, కృత్రిమ పట్టు, ఔషధములు మున్నగువాటి ఉత్పత్తిని ఇతోధికముగా ఇనుమడింప జేయుటకు ఆయా వస్తువులపేరిట అభివృద్ధి మండలులను ఏర్పాటు చేసిరి.

ఈ ప్రణాళికాబద్ధముగ అభివృద్ధి సాగుచున్న సమయమున ప్రభుత్వ, ప్రైవేటు రంగములు రెండింటిలోను 45 లక్షల మందికి జీవనోపాధి కల్పించబడినది. పైగా ఇంకను చాలమందికి ఇతోధిక పారిశ్రామిక ఉత్పత్తి ఫలితముగా వర్తక వ్యాపార రంగమున జీవనోపాధి అవకాశములు కలిగినవి.

భారీ ఎత్తున ప్రణాళికాబద్ధముగ పైన వివరించినట్లు ఒకవైపు అభివృద్ధి జరుగుచుండగా, గ్రామసీమలందు సంప్రదాయముగ ఉన్న చేనేత, పట్టు పరిశ్రమ, ఖద్దరు పరిశ్రమ, కొబ్బరిపీచు పరిశ్రమ వంటి కుటీర పరిశ్రమలను పెంపొందించుటకు, గ్రామీణ వాసులకు జీవనోపాధి కల్పించుటకు ఏర్పాట్లు శీఘ్రగతిని జరిగినవి.

ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళిక (1956 - 61) : జాతీయాదాయము ఇనుమడింప జేయుచు దేశీయ ఆర్థిక వ్యవస్థను పునర్వ్యవస్థీకరించుటకు, పలువురికి జీవనోపాధి కల్పించుటకై శీఘ్రగతిని దేశమున పారిశ్రామికాభ్యుదయమును సాధించుట ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికా ధ్యేయము. ప్రభుత్వ రంగమున భిలాయ్, రూర్ కేలా, దుర్గాపూర్ ఉక్కు కర్మాగారములు రూపుగొనినవి. సేద్యావసరములను తీర్చుటకు నైట్రోజన్ ఎరువుల ఉత్పత్తి ఇతోధికము చేయబడినది. అదివరకు తయారుచేయబడుచున్న కాస్టిక్ సోడా, సోడా యాష్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వంటి మౌలిక రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తిని పెంచిరి. యూరియా, అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ వంటి క్రొత్త రాసాయనిక ఎరువులు, నైలాన్ వంటి కృత్రిమ దారములు, పరిశ్రమలలో ఉపయోగపడు విదారక ద్రవ్యములు, పోలీ యెతిలీన్, న్యూస్ ప్రింట్, ఇంకను ఇటీవల వెలసిన వర్ణద్రవ్యముల వంటి నూతన రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి ఈ ప్రణాళికా కాలమున భారతదేశమున ప్రారంభింపబడినవి. దీని ఫలితముగా 80 లక్షలమందికి జీవనోపాధి వసతులు లభించినవి. వైయక్తిక రంగమున ధాతుసాధన, రాసాయనిక ద్రవ్యములు, సిమెంటు, రిఫ్రాక్టరీలు, విద్యుత్ పరిశ్రమలలో వాడుక చేయు పింగాణీ వస్తుజాలము, పెట్రోల్ సాధన, పంచదార, ప్రత్తినూలు, జ్యూట్ నార, పేపరు, ఉన్ని, పట్టు దారములు, వస్త్రపరిశ్రమ, రయాన్ వంటి కృత్రిమ పట్టు మొదలగు పరిశ్రమలు ఈ ప్రణాళికా కాలమున ప్రారంభింపబడి, ఇతోధిక పారిశ్రామికోత్పత్తికి తోడ్పడినవి. ప్రభుత్వ రంగమున మొత్తము పెట్టుబడి 770 కోట్ల రూపాయలు; ప్రైవేటు రంగమున ఈ పెట్టుబడి 850 కోట్ల రూపాయలు. ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికా కాలమున సైకిళ్లు, కుట్టు మిషన్లు, టెలిఫోన్ పరికరములు, విద్యుత్ పరికరములు, జవుళీనేత మిల్లు సామానులు, పంచదార ఫ్యాక్టరీలకు కావలసిన సామగ్రి, పెన్సిలిన్ మొదలగు పారిశ్రామికోత్పత్తులు ఇతోధికమైనవి. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళిక ప్రారంభించినప్పటికిని, ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికాంతమునకును మధ్య గల పది యేండ్లలోను పారిశ్రామిక ఉత్పత్తుల విలువ దాదాపు రెట్టింపు అయినది. సింద్రీ, భిలాయ్, దుర్గాపూర్, రూర్ కెలా వంటి క్రొత్త పారిశ్రామిక నగరములు ఆ యా ఫ్యాక్టరీల చుట్టుపట్ల వెలయుటయే గాక, దేశములోని ఢిల్లీ, కలకత్తా, బొంబాయి, మద్రాసు, హైదరాబాదు, బెంగుళూరు వంటి మహానగరములను అనుకొని ఉన్న పరిసరములుపరిశ్రమలకు ఆటపట్టులైనవి. డీసెల్ ఇంజనులు, ఎలక్ట్రిక్ మోటారులు, విద్యుత్తు తీగెలు, ఎలక్ట్రిక్ ఫాన్ లు, రేడియోల వంటి రంగములలో అనుకున్న లక్ష్యములు దాటి, ఉత్పత్తిని సాధించడమైనది. సినీమా, ఫోటోగ్రఫి పరిశ్రమలయందు వాడుకచేయు ఫిల్మ్, ఫోటో పేపరు, ఇంకను వైద్య రంగమున ఉపయోగపడు ఎక్స్ రే ఫిల్ములు వంటి వాటిని తయారుచేయుటకు ప్రభుత్వరంగమున ఉదకమండలము (మద్రాసు)లో ఫ్రెంచి సాంకేతిక సహకారముతో ఫోటో ఫిల్మ్ మాన్యుఫ్యాక్చరింగు కంపెనీ స్థాపింపబడినది.

తృతీయ పంచవర్ష ప్రణాళిక (1961-66) : ఇదివరకువలెనే జాతీయ ఆదాయాభివృద్ధిని ఇనుమడింప జేయుచు దేశములోని ప్రజలకు అవసరమైన ఆహారధాన్యముల విషయమున స్వయంపర్యాప్తతను సాధించుటకు సేద్యోత్పత్తులను ఇతోధికము చేయుట, పరిశ్రమలను మరింత విస్తరింపజేసి, పదేండ్ల కాలములో స్వయంసమృద్ధిని సాధించుట, ప్రజల జీవనోపాధి వసతులు ఇనుమడింప జేయుచు ఉద్యోగావకాశములను విస్తరింపజేయుట, దేశమునందలి సిరి-సంపదలను దేశప్రజ సమముగ అనుభవించుటకు దోహదము చేయుట తృతీయ పంచవర్ష ప్రణాళికా లక్ష్యములు. ఈ కాలమున ఉక్కు కర్మాగారముల ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 10 లక్షల టన్నుల నుండి 25 లక్షల టన్నులకు పెంచడమైనది. యంత్ర పరికరముల ఉత్పత్తిని విస్తరింపజేయుటకు ప్రభుత్వరంగమున ఏర్పాట్లు చేసిరి. ప్రభుత్వరంగమున వెలసిన టెలిప్రింటరుల ఉత్పత్తి, విద్యుత్తు తీగెల ఉత్పత్తి, టెలిఫోన్ల ఉత్పత్తి, ఎలక్ట్రానిక్ పరికరముల తయారీ కోటా, పాలఘాట్ ప్రాంతములలో వెలసిన సునిశిత పరికరముల ఫ్యాక్టరీలలో ఉత్పత్తి బాగుగా పెరిగినది. ఇక వైయక్తికరంగమున అల్యూమినియము, యంత్ర పరికరములు, ట్రాక్టరులు, బుల్ డోజరులు వంటి త్రవ్వకపు పనులలో ఉపయోగపడు భారీ పరికరములు, సిమెంటును

తయారుచేయు యంత్రసామగ్రి, పంచదార, కాగితపు గుజ్జు మొదలగువాటి ఉత్పత్తియందు ప్రగతి సాధింపబడినది. రాసాయనిక ఎరువుల ఉత్పత్తి, నేలబొగ్గు ద్రవ్యకము కొంత కుంటువడినప్పటికిని ఉత్పత్తి అదివరకటికన్న పెరిగినది. ప్రభుత్వరంగమున ఔషధములు, శస్త్రచికిత్స సామగ్రి తయారుచేయుటకు హృషీకేశ్, హైదరాబాదు, మద్రాసు నగరములలో మందుల, శస్త్రపరికరముల తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీలు వెలసి, ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. ప్రభుత్వ రంగమున పెట్టుబడి 1,225 కోట్ల రూపాయలు; ప్రైవేటు రంగమున పెట్టుబడి సుమారు 1,000 కోట్ల రూపాయలు. ఈ రెండు రంగములు దేశమున పారిశ్రామికాభ్యుదయమును ఇనుమడింపజేసినవి.

ఇనుము, ఉక్కు పరిశ్రమ వికసనము

యూరప్‌లో ఇనుప పరిశ్రమ మూడు ప్రధాన రీతులలో అభివృద్ధి చెందినది [చూ. పు. 29]. 1. కొలిమి పరిమాణమును పెంచి, ఉత్పత్తి ప్రమాణమును పెంచుటకు ఇతర చిల్లర యంత్రసాధనములను అభివృద్ధి పరచుట; 2. కర్రబొగ్గుకు మారుగా కోక్‌ను ఇంధనముగా వాడుట (1735); 3. కొలిమి నుండి బహిర్గతమగు వ్యర్థ వాయువులను గాలి కొలిమియందు వినియోగించుట (1829).

వీటి ఫలితముగ నేడు చౌకగను, త్వరగను ఇనుమును తయారుచేయు గాలి కొలిమి (బ్లాస్ట్ ఫర్నెస్) రూపొందెను. అదేసమయమున ఉక్కును తయారుచేయుటలో నూతన పద్ధతులు అనుసరింపబడినవి. అవి: 1. మలిన పూరితమైన దుక్క ఇనుమును శోధన ప్రక్రియకు లోనుజేసి, చేత ఇనుము రూపొందించు నూతన పద్ధతులు కనిపెట్టుట; 2. దుక్క ఇనుము నుండి గాని, చేత ఇనుము నుండి గాని నేరుగా ఉక్కును తయారుచేయుట.

ఉక్కు యుగము 1856 లో ప్రారంభమైనదని స్థూలముగ చెప్పవచ్చును. ద్రవరూపములో ఉన్న దుక్క ఇనుములోనికి గాలిని ఊది, ధాతు మలినములను ఆక్సీకరించు ఒక నూతన ప్రక్రియ కనుగొనుటతో దుక్క ఇనుమును ఉక్కుగా మార్చుట సులభమైనది. ఈ పద్ధతిని ఇంగ్లండులో హెన్రీ బెస్సమర్ (1856) రూపొందించెను. దీని వలన ఉక్కు తయారు చేయుటలో వ్యయము, కాలము చాల కలిసివచ్చి, 19 వ శతాబ్దిలో గొప్ప పారిశ్రామిక అభివృద్ధి సాధ్యమయ్యెను. ప్రపంచమున గడచిన శతాబ్ది చివర ఈ పద్ధతితోనే మూడింట రెండు వంతుల ఉక్కును తయారు చేయుచుండిరి.

ఇంగ్లండులో స్థిరపడిపోయిన సీమన్స్ అను వ్యక్తి 1868 లో మరొక పద్ధతిని కనుగొనెను. ముడి ఇనుమునే ఆక్సీకరణ ద్రవ్యముగా ఉపయోగించి, రీ జెనరేటివ్ రకపు కొలిమిని రూపొందించెను. ఈ పద్ధతి క్రమముగా నేటి మూత లేని పొయ్యి పద్ధతి కొలిమి (ఓపెన్ హార్త్)ని రూపొందించుటకు దారి తీసినది. ధాతు సాధన శాస్త్రమున ఎప్పటి కప్పుడు కలుగుచున్న నూతన అభివృద్ధి, రూపు దీర్చు పద్ధతులు ఉక్కును వివిధ ప్రమాణములలోను, వివిధ రూపములలోను, వివిధ స్థాయిలలోను, గట్టిదనము - బలములలోను వైవిధ్యము గలిగినట్లుగను తయారుచేయుటకును, ఇతర ధాతువుల కలయికతో ప్రత్యేక ఉపయోగమునకు ధాతు మిశ్రమములను తయారు చేయుటకును తోడ్పడినవి.

గాలి కొలిమి-ఇనుము తయారీ : దుక్క ఇనుమును తయారు చేయుటకు ఇతర పద్ధతులు కనుగొనబడినప్పటికిని గాలి కొలిమి అన్నిటికన్నను చౌక అయినది గనుక, దానికే ఎక్కువ ప్రాచుర్యము కలిగెను. అత్యాధునికమగు ఈ గాలి కొలిమికిని, ఆదిమానవుడు ఇనుమును తయారు చేయుటకు వాడిన ఇనుప బట్టీకిని రూపు రేఖలలో తేడా ఉన్నను ప్రధానమగు పద్ధతి మాత్రము ఒక్కటియే అని చెప్పదగును. ఈ గాలి కొలిమిలో ఇనుము ఉన్న ఖనిజములు అధిక తాపక్రమము వద్ద కార్బన్ గల పదార్థముల ప్రభావము వలన ఇనుప ధాతువు ఆక్సీహరింపబడుచున్నది. ఇనుప ఖనిజములోని మలినములను గాంగ్ అని వ్యవహరింతురు; అది కోకు, సున్నపు రాయితో కలిపి ఫ్లక్స్‌గా ఉపయోగించినపుడు చిట్టెము (స్లాగ్) గా మారుచున్నది. ఇంధనపు దహనశక్తితో కొలిమి లోపలిభాగమున ఏర్పడిన వేడిమి ధాతువును, చిట్టెమును ద్రవముగ మార్చును. దుక్క ఇనుములో పనికిరాని పదార్థములను పరిహరించుటకు వీలుగా ఆ యా ముడి ఖనిజమునకు చేర్చవలసిన సున్నమువంటి పదార్థముల రాశిని నిర్ణయింతురు. ఫలించిన చిట్టెము కూడ దానిని బట్టియే ఉండును.

ఇండియాలో ఇనుము,ఉక్కు పరిశ్రమ అభివృద్ధి

జోసయ్యా మార్షెల్ హీత్ అను ఈస్ట్ ఇండియా కంపెనీ ఉద్యోగి 1830 లో తన ఉద్యోగమును వదలి పోర్టో నోవోలో ఇనుప కర్మాగారమును నెలకొల్పుటకు ప్రయత్నించుటతో భారతదేశమున క్రమబద్ధముగ ఆధునికశాస్త్రరీత్యా ఇనుము కరగించు ప్రయత్నములకు నాంది జరిగెను. కాని, ఎంత కృషి చేసినను అతని కృషి సఫలము కాలేదు. తరువాత ఆ కర్మాగారమును ఈస్ట్ ఇండియా కంపెనీవారు

స్వాధీనము చేసికొని నిర్వహించుచు, తిరువణ్ణామలై (మద్రాసు), జయపూర్, పాలంపట్టి అను చోట్ల ఇనుప కొలుములను స్థాపించిరి. ఈ కొలుములలో తయారగుచున్న దుక్క ఇనుములో చాలభాగము ఇంగ్లండుకు ఎగుమతి అగుచుండెను; ఇంగ్లండులో దానిని ఉక్కుగా మార్చుచుండిరి. కొంతకాలము వరకును అది కొంత విజయవంతముగనే కొనసాగినట్లు తెలియుచున్నది. కాని, తగినంత పెట్టుబడియును, అనుభవమును లేనందున తరువాత సఫలముగా జరుగలేదు.

తరువాత ఛోటానాగపూర్ (బీహారు)లో ఇనుమును కరగించుటకు ప్రయత్నములు జరిగెను. కాని, ఈ ప్రయత్నములను గురించిన విశ్వసనీయమగు సమాచారము తెలియవచ్చుటలేదు. ఏమైనను, ఆ ప్రయత్నములు అంతగా ఫలింపలేదనియు, ఏదో కారణమున నిష్ఫలమైనదనియు చెప్పవచ్చును.

తరువాత 1874 లో జరియా నేలబొగ్గును ఆధారముగ బారాకార్‌లో నెలకొల్పబడిన ఇనుప కర్మాగారము తగు మాత్రము విజయమును సాధించెను. ఇంత మాత్రము విజయమును సాధించిన తొలి కర్మాగారము ఇదియే. కాని, అది సరిగా నడవనందున 'బెంగాల్ ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీ (ఇప్పటి ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీ)' దీని నిర్వహణమును స్వీకరించినది (1889). భారతదేశమున బహుశః విజయవంతము, ప్రగతిశీలము అగు మొట్టమొదటి ఇనుము, ఉక్కు కర్మాగారము ఈ సంస్థయే అని అనదగును. భారతదేశమున ఉక్కు, ఇనుము తయారీకి ఈ సంస్థయే మార్గదర్శిని అయినదనుటలో ప్రాయశః సత్యము కలదు. 1900 నాటికి భారతదేశమున వార్షిక ఉక్కు ఉత్పత్తి మొత్తము రాశి 35,560 టన్నులు మాత్రమే.

తాతా ఇనుప కర్మాగారము : ప్రస్తుతము భారతదేశములోని ఉక్కు, ఇనుము కర్మాగారములలో పెద్దది అయిన 'తాతా ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీ' 1907 లో స్థాపితమైనది. ప్రస్తుతము జమ్‌షడ్‌పూర్ అని వ్యవహృతమగు స్థలము పూర్వము సకోహీ అను గ్రామము. ఇది కలకత్తానగరమునకు 252 కి. మీ. పడమరగా సుబర్ణరేఖా నదీతీరమున, కలకత్తా-బొంబాయి రైలు మార్గమునందు కాలీమాటి రైలు స్టేషనుకు సమీపమున ఉన్నది. ఈ స్థలమును ఈ కంపెనీ స్థాపనకు ఎన్నుకొనుటకు రవాణా సౌకర్యములు, నీటి వసతియు ఉండుట, నేల బొగ్గు, ఇనుము, సున్నపురాయి గనులు దగ్గరగ ఉండుట ప్రధాన కారణములు అనుటలో సందేహము లేదు. ఆధునిక పరీక్షను నెలకొల్పుటలో కొన్ని సమయములలో ఉపేక్షించు లక్షణమగు భౌగోళిక, భూతత్త్వములను పూర్తిగా వినియోగించుట ఈ సందర్భమున జరిగినది.

భారతదేశమున ఇంజనీరింగు సౌకర్యములు లేనందునను, నిర్మాణమునకు అవసరమగు ఇనుము లేకపోవుట వలనను ఈ తాతా కర్మాగారమునకు సంబంధించిన యంత్రసామగ్రి అంతయును విదేశముల నుండి దిగుమతి చేసికొనబడినది. సర్కార్, ఛటర్జీ వ్రాసిన దానిని బట్టి యంత్రసామగ్రిని భారతదేశమునకు ఎగుమతి చేయుటకు ముందు అంతయును జర్మనీలో కూర్చబడినది. గాలి కొలిమి లోపల కట్టుటకు వాడు ఇటుకలను స్టార్‌బ్రిడ్జిలో ఉన్న 'హార్బర్ అండ్ మూర్ లిమిటెడ్' అను వాణిజ్యసంస్థ సరఫరా చేసినది.

ఇందలి మొదటి యంత్రాగారమున మధ్యభాగము వ్యాసము సుమారు 6 మీటరుల (19′) వెడల్పు గల రెండు గాలికొలుములు కలవు. ఇవి దినమునకు 254 టన్నుల ఉత్పత్తిని చేయగలవి. కొలుముల ఎత్తు 23 మీటరులు (77′). నిప్పువేయు స్థానము వ్యాసము 4 మీటరులు (12′). ప్రతి కొలిమికిని నాలుగు కౌపర్ - కెన్నడీ స్టౌవులు అమర్చబడి ఉండెను. ముడి ఖనిజపు ముద్దలను జమ్‌షడ్‌పూర్ కొలుములలో వాడుటవల్ల గొట్టముగుండా పోవు ధూళి స్వల్పముగా ఉండునని భావించిరి. పైగా వాయురిక్త సాధనమును జోడించ నవసరము లేకపోయెను. దీనికి కారణము గాలి కొలిమి నుండి బాయిలర్ ఉండు గదికి మధ్య గల దూరము చాల తక్కువగుటయే.

మొదటి కొలిమి 1911 లో పనిచేయ నారంభించెను. మరుసటి మార్చి నెల నుండి దినమునకు 223 టన్నులను ఉత్పత్తి చేయసాగెను. రెండవ కొలిమి 1912 లో ఉత్పత్తిని ప్రారంభించెను. ఈ దినములలో సరాసరి ఉత్పత్తి దినమునకు 224 టన్నులు.

దినమునకు 355 టన్నులు మొదలు 406 టన్నులు ఉత్పత్తి చేయుటకు వీలుగా మొదటి కొలిమియొక్క నిప్పు వేయు స్థలము (హార్త్) వ్యాసమును 1916 లో 4 మీటరుల 152 మి. మీ. (14′6″) పెంచిరి. ఈ లోగా దినమునకు 609 టన్నుల ఉత్పత్తి చేయగల రెండు అదనపు కొలుములు 5 మీటరుల (17′) హార్త్ వ్యాసమును, 6 మీటరుల 152 మి. మీ. (21′6″) మధ్యభాగము వ్యాసార్ధమును, 27 మీటరుల(91′) ఎత్తును గలవి స్థాపింపబడుటతో ఉత్పత్తి ఇతోధికమైనది.

మొట్టమొదట స్థాపించిన (1912) ఉక్కు ఉత్పత్తి కేంద్రములలో నాలుగు 41 టన్నుల ఓపెన్ హార్త్ కొలుములు ఉండెను. ఇవి మూత లేకుండ ఇనుమును కరగించు పద్ధతిలో పనిచేయునట్టివి. ఈ కర్మాగారమున క్రమ

ముగా 70 టన్నులనుండి 180 టన్నులవరకు ప్రమాణము గలిగి, సంవత్సరమునకు 3,20,000 టన్నుల దుక్క ఇనుమును ఉత్పత్తి చేయగల ఎనిమిది కొలుములు స్థాపింపబడెను.

రెండవ ఉక్కు కర్మాగారము 1918 - 1922 మధ్య నెలకొల్పబడెను. దీనిలో ఒకటి 200 టన్నులు, రెండు 250 టన్నులు ప్రమాణముగల ఓపెన్ హార్త్ కొలుములును, ఒక్కొక్కటి 25 టన్నుల ప్రమాణముగల ఆసిడ్ బెస్సమర్ పరివర్తకములు మూడును (ఆమ్ల అస్తరుతో ముడి ఇనుములోని మకిలను పోగొట్టు యంత్రములు), 1,300 టన్నుల కలుపు యంత్రము ఒకటియు ఉండెడివి. ఒకేసారి ఇనుమును కరగించుటతోబాటు ఆమ్ల లేదా క్షార పరివర్తనజేయు జంట పద్ధతికి ఈ కర్మాగారమున ఏర్పాట్లు గలవు. వీని ఉత్పత్తి శక్తి ఏడాదికి 6,30,000 టన్నుల దుక్క ఇనుము.

దీనికి తోడుగా యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని బ్యాబెల్లీ కంపెనీ నుంచి గాలి కొలిమిని ఫెర్రోమాంగనీస్ ఉత్పత్తికై టాటా కంపెనీవారు కొని స్థాపించిరి. అసన్‌సాల్ సమీపమున బర్న్‌పూర్‌లో నెలకొల్పబడిన ఇండియన్ ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీ 1918 లో ఉక్కు ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినది.

భద్రావతి ఉక్కు కర్మాగారము: 1923 లో మైసూరు ప్రభుత్వము భద్రావతిలో బొగ్గుతో పనిచేయు గాలి కొలిమిని స్థాపించుటలో దక్షిణప్రాంతమున ఉక్కు ఉత్పత్తికి శ్రీకారము చుట్టబడెను. భద్రావతి కొలిమి నేడు ప్రధానముగా కోకుతో పనిచేయుచున్నది. సంవత్సరముల తరబడిగా ఇండియన్ ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీయును, మైసూరు ఐరన్ అండ్ స్టీల్ వర్క్సును తమ కర్మాగారములను బాగుగా విస్తరించుకొనినవి. ఇటీవలి అభివృద్ధి కార్యక్రమమునకు ముందు ఈ మూడు యంత్రాగారముల మొత్తము ఉత్పత్తి సామర్థ్యము ఏడాదికి 17.5 లక్షల టన్నుల దుక్క ఇనుముగ ఉండినది.

భారతదేశమున ఉక్కు ఉత్పత్తిలో పెక్కు సంవత్సరములుగా జంట పద్ధతే - అనగా ఆసిడ్ బెస్సమర్ పద్ధతియును, ఓపెన్ హార్త్ పద్ధతియును - ప్రధానముగా అనుసరింపబడుచున్నది. దీనిని మొదట టాటా కంపెనీయు, తరువాత (1946 లో) బర్న్‌పూర్‌లోని ఇండియన్ ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీయు అనుసరించినవి. దీనివలన ఉత్పత్తి ఇతోధికముగా పెరిగినది.

మొదట 'మైసూరు డిస్టిలేషన్ అండ్ ఐరన్ వర్క్స్' అను పేరుతో ఉండి, పిదప 'మైసూరు ఐరన్ అండ్ స్టీల్ వర్క్స్'అను పేరుమార్చుకొన్న పైనజెప్పిన భద్రావతిలోని కర్మాగారము 1923 నుండి ఉత్పత్తిని ఆరంభించి, ప్రారంభమున పోత ఇనుమును, పోత ఇనుప వస్తువులను తయారుచేసెను. ఈ యంత్రాగారము స్థాపించినప్పుడే దీని విస్తరణ పథకము కూడ సిద్ధపరుపబడెను. ఆదిలో ఇది కర్ర బొగ్గును ఉపయోగించు గాలి కొలిమిగా - రోజుకు 60 టన్నులను ఉత్పత్తి చేయగలదిగా-ఉద్దేశించబడినది. ఇది 1926 లో కర్ర బొగ్గు కలిసిన దుక్క ఇనుమును తగినంత లాభముతో అమెరికా తూర్పు కోస్తా ప్రాంతములకు అమ్ముచుండెననుటను బట్టి ఆరంభదశలో దీని ఘన విజయము సూచితమైనది. కాని, తరువాత మార్కెట్ పరిస్థితి మారెను.

ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధానంతరము కార్బన్ రాసాయనిక రంగమున జరిగిన అభివృద్ధిని అనుసరించి, అనేక కృత్రిమ సంయోజిత వస్తువులు తండోపతండములుగా వచ్చుటతో దారు స్వేదన వస్తువులను త్రోసిరాజనుటవలన వానికి బజారు విలువ పోయినది. దానితో, కర్ర బొగ్గు ఆధారముగ ఫలించిన దుక్క-ఇనుము మిశ్రమైన పోత ఇనుముతో పోటీ పడలేక ధర కోల్పోయెను. ఈ యంత్రాగారమును పొదుపుగా నడపుటకు మరింతగా ఆధునికీకరణమును, అభివృద్ధియు అవసరమయ్యెను. గాలి కొలిమిని దినమునకు 80 టన్నులు ఉత్పత్తి చేయు రీతిగ విస్తరింపజేసిరి. నీటి కొళాయి గొట్టములను ఉత్పత్తి చేయుటకు పైపుఫౌండ్రీని స్థాపించిరి. మొదట ఈ పైపుఫౌండ్రీ ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 15 టన్నులు. తరువాత ఇది రెట్టింపు అయ్యెను. పిదప దినమునకు 80 మొదలు 100 టన్నులు ఉత్పత్తి చేయగల చిన్న ఉక్కు కర్మాగారము నెలకొల్పబడెను. ఉక్కు దిమ్మెలను కడ్డీలుగాను, ఊచలుగాను పోతపోయుటకు వీలుగా ఏర్పాటు చేసిరి.

ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధానంతరము విద్యుత్తు సహాయమున ముడి ఇనుప ఖనిజమును అక్సీహరించు ఎలక్ట్రిక్ - రిడక్షన్ కొలిమిని ఒక దానిని స్థాపించిరి. ఇది సంవత్సరమునకు 60,000 టన్నుల దుక్క ఇనుమును ఉత్పత్తి చేయగలది. ఫెర్రో - సిలికన్ యంత్రాగారపు ఉత్పత్తి శక్తిని సంవత్సరమునకు 7,000 టన్నులకు విస్తరింపజేసిరి; ఫౌండ్రీని కూడ విస్తరింపజేసిరి (1956 - 61). ద్వితీయ ప్రణాళికా కాలమున ఉక్కు కర్మాగారము ఉత్పత్తి సంవత్సరమునకు లక్ష టన్నులకును, మిశ్ర ధాతు కర్మాగారము ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 25 వేల టన్నులకును పెంచుటకు నిర్ణయము జరిగినది.

ఇటీవలి ప్రయత్నములు

ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికలో (1956 - 61) ఉక్కు ఉత్పత్తి దాదాపు 20 లక్షల టన్నుల దిమ్మెలనుండి 60 లక్షల

టన్నుల దిమ్మెలకు పెంచవలయునని నిర్ణయింపబడెను. భారతదేశమున పెరుగుచున్న జనాభాను బట్టి ఇది తల సరిగా లెక్కవేసిన దాదాపు 15.4 కి. గ్రా. మాత్రము అగును. ఈ అభివృద్ధిని ప్రస్తుతము ఉన్న యంత్రములను విస్తరించుటవల్లను, నవీన పద్ధతులను అనుసరించుటవల్లను చెరి 10 లక్షల టన్నుల దిమ్మెలను ఉత్పత్తిచేయగల రెండు సమన్వయిత యంత్రాగారములను స్థాపించుట వలన సాధించవలెనని ఉద్దేశింపబడినది.

భిలాయ్ ఫ్యాక్టరీ: తక్కిన 30 లక్షల టన్నుల దిమ్మెలు ప్రభుత్వరంగమున దుర్గాపూర్, భిలాయ్, రూర్కేలా అను చోట్ల నెలకొల్పిన మూడు క్రొత్త యంత్రాగారములలో ఉత్పత్తి చేయుటకు నిర్ణయమయ్యెను. ఈ మూడింటిలో మొదటిది భిలాయ్ యంత్రాగారము (మధ్యప్రదేశ్). దీనికి సోవియట్ రష్యా సాంకేతిక సహకారము లభించి నది. సంవత్సరమునకు 7,70,000 టన్నుల తయారీ ఉక్కును ఉత్పత్తి చేయునట్లు ఇది రూపొందింపబడినది. ముఖ్యముగా భారీ రకపు సరుకులు, చిన్న కడ్డీలు, పట్టాలు, లావుపాటి ఊచలు మున్నగునవి ఉత్పత్తి చేయుటకు వీలుగా ఇది నిర్మింపబడినది. ఈ యంత్రాగారమునకు ప్రస్తుతము రాజారా గనులనుండి ముడి ఇనుప ఖనిజము సరఫరా అగుచున్నది. ఈ ముడి ఇనుములో అల్యూమినియము, సిలికా ఎక్కువ పాళ్ళలో చేరి ఉన్నది. సమీపములోని దుర్గ్ జిల్లాలోని ముడి ఇనుమును వాడుటకు కూడ వీలున్నది. ఈ కర్మాగారమున ఉక్కును తయారు చేయు భాగమున ఒక 600 టన్నుల మిక్సర్ యంత్రము, 253 టన్నుల ఫిక్సడ్ బేసిక్ ఓపెన్‌హార్త్ కొలుములు ఆరును ఉన్నవి. యంత్రములలో ఒక బ్లూమింగు మిల్లు, ఒక స్ట్రక్చరల్ రెయిల్ మిల్లు, ఒక మర్చెంటు మిల్లు ఉన్నవి. ఈ యంత్రాగారము ఏడాదికి 1,10,000 టన్నుల రైలు పట్టాలు, 90,000 టన్నుల స్లీపర్లు, 2,80,000 టన్నుల భారీ నిర్మాణ పరికరములు తయారుచేయుటకు ఉద్దేశిత మైనది.

రూర్కెలా ఉక్కు కర్మాగారము: రూర్కెలా (ఒరిస్సా) లోని ఉక్కు కర్మాగారము పశ్చిమ జర్మనీ సంస్థ క్రప్ - డెమాగ్ సాంకేతిక సహాయముతో నెలకొల్పబడినది. రేకులు, పట్టాలు వంటి ఇనుప సామగ్రిని ఉత్పత్తి చేయుటకు ఇది ఉద్దేశించబడినది.

దీనిలో 75 శాతము ఉక్కు లింజ్ - డొన్నావిట్జ్ పద్ధతిన తయారగుచున్నది. ఈ పద్ధతియందు వినియోగమగు తుక్కు ఇనుము 10 శాతము. ఈ ఉక్కు కర్మాగారమున 40 టన్నుల లింజ్ - డొన్నావిట్జ్ కన్వర్టర్లు మూడు కలవు. సంవత్సరమునకు 7,50,000 టన్నుల ఉక్కు దిమ్మెలను తయారుచేయుట దీని లక్ష్యము.

దుర్గాపూర్ ఉక్కు కర్మాగారము: బ్రిటిష్ వారి సాంకేతిక సహాయముతో నెలకొల్పిన దుర్గాపూర్ ఉక్కు కర్మాగారము ప్రత్యేకములగు పనులకు పనికివచ్చు ఉక్కురకములను తయారుచేయుటకు వీలుగా రూపొందింప బడినది.

బొకారో ఉక్కు కర్మాగారము తృతీయ ప్రణాళిక (1966) లో సోవియట్ రష్యా సాంకేతిక సహకారముతో ప్రారంభింపబడినది.

దేశములోని - ప్రభుత్వ రంగములోని—ఈ నాలుగు ఉక్కు కర్మాగారములు (బొకారోతో సహా) ను 1971కి దాదాపు ఏడాదికి 46 లక్షల టన్నుల చదును సరుకును, 35 లక్షల టన్నుల ఘనరూపపు సరకును తయారుచేయగల వని భావింపబడుచున్నవి. ఈ తయారైన 81 లక్షల టన్నుల ఇనుపసరుకు 108 లక్షల టన్నుల దుక్క ఇనుమునకు సమా నము. ఈ లెక్కలో వైయక్తిక రంగమున తయారగు ఇనుప వస్తువులు చేరలేదు.

రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి వికసనము

సోడా యాష్: ప్రకృతి సిద్ధముగా లభించు సోడా యాష్‌ను, మొక్కల బూడిదయును చరిత్ర పూర్వకాలము నుండి గాజు పరిశ్రమయందు ముడిసరుకుగా వినియోగ మయ్యెడివి. కాని, అవి చాల మలిన పదార్థములతో కూడుకొని ఉండెడివి. రాను రాను సోడా యాష్ ప్రకృతిలో తరుగుట వలనను, పరిశ్రమలలో దాని వినియోగము ఎక్కువ అగుటవలనను దానికి మంచి గిరాకీ ఏర్పడినది. సోడా యాష్‌ను తయారుచేయు పద్ధతి సిద్ధపరచిన వారికి 12 వేల ఫ్రాంక్కులు* బహుమానము ఇవ్వబడునని ఫ్రెంచి అకాడమీద్వారా 1775 లో ఒక ప్రకటన వచ్చెను. 1791లో నికొలస్ లెబ్లాంక్ సోడా యాష్‌ను తయారుచేయు విధానమును రూపొందించి, దానికి పేటెంటును పొందెను. అప్పుడే అతను పారిస్ సమీపమున సోడా యాష్ ఫ్యాక్టరీని కూడ నిర్మించెను. అయితే, అది ఆ కాలమున ఫ్రాన్స్‌లో జరిగిన ఫ్రెంచి విప్లవ సమయమున మూకల కైవస మయ్యెను. అట్లు జరుగుటవలన లెబ్లాంక్ నిస్పృహ చెంది 1806 లో ఆత్మహత్య చేసికొనెనని వినికిడి. అయితే, ఆయన సిద్ధపరచిన విధానము రాసాయనిక రంగమున మరొక నూరేళ్ళు మనగలిగినది. ఇప్పుడు ఉపయోగములో ఉన్న అమోనియా సోడా విధానము 1822 నాటికే రూపొం

* ఒక ఫ్రాంక్కు = 97 పైసలు.

దింపబడినను. ఎచ్. జి. డైయర్, జాన్ హెమ్మింగ్ అను వారలు 1838 లో పేటెంటును పొందిరి. 1865 నాటికి ఆలిగ్జాండర్ ఆల్బర్ట్, ఎర్నెస్ట్ సాల్వే అనువారలు బెల్జియమ్ లోను, 1837 లో లుడ్విగ్ మాండ్ ఇంగ్లండులోను సోడా యాష్‌ను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీలను స్థాపించి, ఉత్పత్తిని జయప్రదముగ కొనసాగించిరి. ఈ పద్ధతినే 'సాల్వే పద్ధతి' అని వ్యవహరించుట పరిపాటి. ఇందు శుద్ధిచేయబడిన మామూలు ఉప్పు ద్రావణమును మొదట అమోనియా వాయువుతోను, తరువాత కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువుతోను సంతృప్త పరుతురు. అప్పుడు అవక్షిప్తముగ లభించిన బై కార్బొనేట్ ఆవ్ సోడాను వడపోసి మలిన పదార్థములు లేకుండా కడిగివేసిన, ఆ తరువాత వేడిచేయగా సోడా యాష్ లభించును. దానిని పునఃస్ఫటికీకరణకు గురిచేసినపుడు 'చాకలి సోడా' (సోడియమ్ కార్బొనేట్) స్ఫటికములు ఫలించును. చాకలి సోడాను తయారుచేయుటకు పెద్ద మొత్తముల పెట్టుబడి అవసరము.

భారతదేశమున మొట్టమొదటి చాకలి సోడా ఫ్యాక్టరీ 1923 లో గుజరాత్‌లో ప్రారంభమైనది. ఈ ఫ్యాక్టరీ నెలకొల్పిన తరువాత దాదాపు 9 ఏండ్లు ఉత్పత్తిలేక అట్లే ఉండినది. ఆ తరువాత ఏడాదికి 18 వేల టన్నులు చొప్పున దాని ఉత్పత్తి సాగినది. ఈ ఫ్యాక్టరీ పేరు ధ్రంగాధరా కెమికల్ వర్క్స్. రెండవ ఫ్యాక్టరీ అగు తాతా కెమికల్స్ 1943లో దేశీయ సాంకేతిక ప్రతిభతో నెలకొల్పబడి, 1947 నుండి ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినది. 1955–56 నాటికి ఈ రెండు ఫ్యాక్టరీల వార్షికోత్పత్తి 90 వేల టన్నులకు సమీపించినది. ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికా కాలమున మరొక క్రొత్త ఫ్యాక్టరీ గుజరాత్‌లోను, ఇంకొకటి ఉత్తర ప్రదేశ్ లోను స్థాపించుటతో మొత్తము నాలుగు ఫ్యాక్టరీల వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 3,70,000 టన్నులను అందు కొనినది. అయితే, 1960–61 లో వీటి వాస్తవ వార్షిక ఉత్పత్తి 1,76,600 టన్నులు. 1966 నాటికి ఈ ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 3,62,800 టన్నులకు పెరిగినప్పటికి 1965-66లో సాధించిన వాస్తవ ఉత్పత్తి 3,31,000 టన్నులు మాత్రమే. సాహూ కెమికల్స్ సంస్థ గాజు పరిశ్రమయందు వాడుకచేయు ఒక ప్రత్యేకమైన అధిక సాంద్రతగల సోడా యాష్‌ను తయారుచేయు విధానమును రూపొందించినది. ఈ పరిష్కృత విధానమున అమోనియమ్ క్లోరైడ్ కూడ లభించును. విశాఖపట్టణములో ఒక ఫ్యాక్టరీ నెలకొల్పుటకు ప్రాథమిక శోధనలు జరిగినవి.

కాస్టిక్ సోడా : కాస్టిక్ సోడా తయారుచేయు విధానమున వాడుకచేయు రసఘటము (మర్క్యూరీ సెల్) ను ఒక దానిని జర్మనీ విజ్ఞాని కాస్ట్నర్ 1890 ప్రాంతమున నిర్మించెను. ఈ రసఘటమును ఉపయోగించి ఉప్పు ద్రావణమును విద్యుత్తు విశ్లేషణమునకు గురిచేయగా కాస్టిక్ సోడాతో పాటు క్లోరిన్‌వాయువు ఉపోత్పన్నముగా లభించినది. నయాగరా జలపాతము వద్ద ఈ విద్యుత్తు విశ్లేషణ విధానమున కాస్టిక్ సోడా పరిశ్రమ 1894 నాటికి బాగుగా అభివృద్ధి చెందినది. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ఈ పరిశ్రమ బాగుగా విస్తరించినది. విద్యుత్తు విశ్లేషణ విధానమునకు ముందు కాస్టిసైజేషన్ అను విధానము వాడుక యందు ఉండెను. ఇందు సోడియమ్ కార్బొనేట్ (చాకలి సోడా) యొక్క విలీనద్రావణమును సున్నముతో మరగకాచి, వడపోసి, ఆ ద్రావణమును ఇగిర్చి సోడాలై కాని, పూసలుగ కాని, ఫ్లేకులుగ కాని తయారుచేసెడివారు.

కాస్ట్నర్ పద్ధతియందు ఫలించు కాస్టిక్ సోడా, క్లోరిన్ అను రెండు పదార్థములలోను ఒకదానికే మంచి గిరాకీ ఉండెడిది. అందువల్ల ఉత్పత్తి దారులకు ఇది ఇబ్బందిగా పరిణమించినది. క్లోరిన్ అధికరాశిలో కావలసి వచ్చినప్పుడు దానితోపాటు ఫలించు కాస్టిక్ సోడాను చాకలి సోడాగా మార్చవలసివచ్చెడిది. కాస్టిక్ సోడా అధికరాశిలో కావలసి వచ్చినప్పుడు దానితోపాటు ఫలించు క్లోరిన్‌ను విరంజన చూర్ణము (బ్లీచింగ్ పౌడరు) గా మార్చుట గాని లేదా క్లోరేట్ తయారీలో గాని, ఇతర పరిశ్రమలయందు ముడి పదార్థముగా ఉపయోగించుటకుగాని వినియోగించవలసి వచ్చెడిది. ఈ విధముగా క్లోరిన్ వినియోగమునకై క్రొత్త పరిశ్రమలు స్థాపించవలసిన అవసరము కూడ పర్పడెడిది. అట్టి వాటిలో ప్లాస్టిక్ పరిశ్రమ (పి. వి. సి.), సస్యరక్షణకై బి. ఎచ్. సి., డి. డి. టి.; కాపర్ క్లోరైడ్ మొదలగు పరిశ్రమలు భారతదేశమున రూపుగొనినవి. భారతదేశమున మొదటి కాస్టిక్ సోడా కర్మాగారము ఇంపీరియల్ కెమికల్ ఇండస్ట్రీస్ సంస్థ కలకత్తా సమీపమున 1937 లో స్థాపింపబడినది. రెండవది మద్రాసు రాష్ట్రమున మెట్టూరు సమీపమున 1941 లోను, మూడవది గుజరాత్‌లో 1943 లోను ప్రారంభింపబడినవి. నాలుగవ ఫ్యాక్టరీ కూడ గుజరాత్‌లోనే నెలకొల్పబడినది. కలకత్తా సమీపమున ఉన్న టిటాగర్ పేపరు మిల్లు, బీహారులో ఉన్న రోటా పరిశ్రమ సంస్థలు తమ తమ సొంత ఉపయోగమునకై కాస్టిక్ సోడాను ఉత్పత్తి చేయుట ప్రారంభించిరి. 1955 నాటికి దేశమున 12 ఫ్యాక్టరీల వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 44, 300 టన్నులు అయినప్పటికి వాస్తవమునకు వార్షిక ఉత్పత్తి 34, 253 టన్నులు. ఇందు కొన్ని రాసాయనిక విధానమునను, మరికొన్ని విద్యుత్తు విధానమునను కాస్టిక్

సోడాను ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి. 1960-61 నాటికి కాస్టిక్ సోడాను ఉత్పత్తిచేయు ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య 18 కి పెరిగినది. ఇందు ఆరు ఫ్యాక్టరీలు రసఘట విధానమునను, పది డయాఫ్రమ్ ఘట విధానమునను, రెండు రాసాయనిక విధానమునను కాస్టిక్ సోడాను ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి. వీటి మొత్తము ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 1,26,400 టన్నులు. వీటి ఉత్పత్తి 1961లో 1,35,400 కు పెరిగినది. 1966 నాటికి ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 2,70,000 టన్నులకు 25 ఫ్యాక్టరీలలో పెంచబడినది. వీటి వార్షిక మొత్తము ఉత్పత్తి 2,50,000 టన్నులు.

సోడియమ్ బై కార్బొనేట్: వాస్తవమునకు ఇది ప్రత్యేకమైన పరిశ్రమ కాదు. సోడా యాష్ తయారీలో చాకలి సోడా స్ఫటికములను కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువులతో అధిక ప్రేషమునకు గురి చేసి, ప్రతికరింపజేసినపుడు సోడియమ్ బై కార్బొనేట్ (రొట్టెల సోడా) ఫలించుచున్నది. సోడియమ్ బై కార్బొనేట్ ఉత్పత్తిని చిన్న తరహా పరిశ్రమగనే నిర్వహించుట కద్దు. ఒక్కొక్కప్పుడు చాకలిసోడా పరిశ్రమకు ఉపాంగముగ కూడ దీని ఉత్పత్తిని సాగించుట పరిపాటి. 1951 లో దేశమున సోడియమ్ బై కార్బొనేట్ వార్షిక ఉత్పత్తిసామర్థ్యము3,440 టన్నులు ఉండగా, వాస్తవ వార్షిక ఉత్పత్తి 1,630 టన్నులు. అయితే, 1966 లో వార్షిక ఉత్పత్తి 13,800 టన్నులు.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్: పూర్వము రసవాదయుగమున సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను గంధకద్రావము (ఆయిల్ ఆవ్ విట్రియల్) అని వ్యవహృతము. బంగారపు పని చేయువారు స్వచ్ఛమైన బంగారమును సాధించుటకుగాను ఉపయోగించు నైట్రిక్ ఆసిడ్ విరివిగా వాడుకలో ఉన్న సమయమున కూడ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉపయోగమును గమనించిన వారే 17 వ శతాబ్దము వరకు లేరు. మైలుతుత్తము (కాపర్ సల్ఫేట్), అన్నభేది (ఫెర్రస్ సల్ఫేట్) వంటి స్ఫటిక ద్రావణములను స్వేదనకు గురిచేసి, ఆదిలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారు చేసెడివారు. తరువాత గంట జాడీలను నీటి మీద బోర్లించి అందు గంధకమును మండించుటవలన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తయారుచేయు పద్ధతిని కనుగొనిరి. ఆ తరువాత 1749 లో బర్మింగ్‌హామ్ నివాసి డాక్టర్ రోబక్ గంధకమునకు నైటర్‌ని కలిపి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను సాధించు విధానమునకు పేటెంటు పొందెను. దాదాపు 2 మీటరుల ఘన పరిమాణము గల సీస మందిరములను ఉపయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను రోబక్ తయారుచేసెను. 1774 ప్రాంతమున పై మంది రములందు ఆవిరిని కూడ ప్రయోగించిరి. 1880 ప్రాంతములో బర్నర్ల పైకి ఆవిరిని పంపుట కూడ అమలులోనికి వచ్చెను. క్రమముగా 1820 నాటికి సీసమందిరముల ఘన పరిమాణము 283 ఘ. మీ. (10 వేల ఘ. అ) పెరిగి (45′×15′×15′), 1830 నాటికి అవి 2830 ఘ. మీ. (ఒక లక్ష ఘ. అ.) లను అందుకొనినవి. ఆ తరువాత క్లెమెంట్, డిజార్మిస్ ఒక క్రొత్త సిద్ధాంతమును ప్రవేశపెట్టిరి. దీని వలన నైట్రిక్ పొగలు లేకుండా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లభించెడిది. దాదాపు 1860 లో గ్లోవర్ టవర్, గేలుసాక్ స్తంభము అను పరికరములు ప్రవేశపెట్టుటతో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి లాభసాటి అయ్యెను. 1882 నాటికి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను నీర్జలీకరించుటకు వాడుకలో ఉన్న ప్లాటినమ్ పాత్రలకు బదులుగా సీస పాత్రలను, హైసిలికాన్ స్టీల్ పాత్రలను వాడజొచ్చిరి. ఆ తరువాత 1890 నాటికి వ్యాపార సరళిలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుటలో సంసర్గ పద్ధతి (కాంటాక్ట్ ప్రాసెస్) జర్మనీలో రూపుగొనినది. ఇందు ప్లాటినమ్‌ను ప్రేరక ద్రవ్యముగా మొదట వాడిరి. 1929 నాటికి యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో వెనేడియమ్ సిలికేట్‌ను ప్రేరకద్రవ్యముగ వాడజొచ్చిరి. 1950 నాటికి పైరిటీస్‌ను మండించు బర్నరు చేతితో త్రిప్పెడివారు. అది ఆ పదాదిలో మర పద్ధతికి మార్చబడినది. 1953 నాటికి ప్రపంచమున తయారగు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో నూరింట 80 వంతులు సంసర్గ పద్ధతిని తయారగుచుండెడిది.

భారతదేశమున సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు మొట్టమొదటి ఫ్యాక్టరీ కొన్నానగర్ (పశ్చిమ బెంగాలు) వద్ద 1853 లో డీ. వాల్డీ కంపెనీ తరఫున స్థాపితము అయ్యెను; రెండవ ఫ్యాక్టరీ బెంగాలులోనే 1901 లో 'బెంగాల్ కెమికల్ అండ్ ఫార్మసూటికల్ వర్క్స్' సంస్థ తరఫున రూపుగొనినది. ఇక మూడవది 1914 లోను, నాలుగవది 1922 లోను (అంబాలా సమీపము) స్థాపింపబడినవి. సంసర్గ పద్ధతిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీలలో మొదటిది భారతదేశమున టాటా కంపెనీవారు ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధ సమయము (1914-1919)న జమ్‌షెడ్‌పూర్‌లో నెలకొల్పిరి. 1929 నాటికి ఈ ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య ఏడుకు పెరిగినది. మరొక పదేండ్లలో (1939) ఈ సంఖ్య 23 కు పెరిగినది. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధము నాటికి భారతదేశమున సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ అవసరము 50 వేల టన్నులు: 1946 లో వార్షికోత్పత్తి 27,332 టన్నులు. 1950 నాటికి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు కర్మాగారముల సంఖ్య 43 కు నిలిచినది.

ఇందు సంసర్గ పద్ధతిని వాడుకచేయునవి 13 మాత్రమే. వీటి మొత్తము వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 1,50,000 టన్నులు (100% ఆమ్లము); అయితే, 1952 లో చాంబర్ పద్ధతిని తయారుచేయు కర్మాగారము ఒకటి మూతపడగా, మూడు క్రొత్త సంసర్గ పద్ధతి కర్మాగారములు ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. బొంబాయిలో నేషనల్ రయాన్ కార్పొరేషన్ తరఫున రూపుగొన్న 30 టన్నుల సామర్థ్యముగల ఫ్యాక్టరీ నిర్మాణము భారతదేశమున గల రాసాయనిక కర్మాగారముల డిజైను నిర్మాణ సామర్థ్యములను సూచించును. 1961 నాటికి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 5,25,900 టన్నులు ఉండగా, వాస్తవ వార్షిక ఉత్పత్తి 4 లక్షల టన్నులు మాత్రమే. 1966 నాటికి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 13,30,000 టన్నులకు పెరిగినప్పటికిని వాస్తవ వార్షిక ఉత్పత్తి 6,21,000 టన్నులు మాత్రమే. భారతదేశమున సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి అంతయు దిగుమతి చేసికొనబడు గంధకము మీద ఆధారపడి ఉండుటవలన ఒక్కొక్కప్పుడు విదేశీ ద్రవ్యాధారములు కొరవడి, ఫ్యాక్టరీలకు ఉత్పత్తి సామర్థ్యములు ఉన్నప్పటికిని లక్ష్యమును సాధించలేక పోవుచున్నవి.

హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ : సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమలోనే దానితోబాటు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను కూడ తయారు చేయుట కద్దు. అయితే, దీని ఉత్పత్తి నిలుకడగా జరుగుచున్నది. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో మామూలు ఉప్పు కలిపి స్వేదించినప్పుడు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ సిద్ధించును. విద్యుత్ విశ్లేషణ పరిశ్రమయందు ఫలించు క్లోరిన్‌ను ఉపయోగించి కూడ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను సాధించుట మరొక విధానము. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌కు మరొక ఆధారము కార్బన్ రాసాయనిక పరిశ్రమ. 1938 - 39 లో భారతదేశమున హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ వార్షిక ఉత్పత్తి 360 టన్నులు; ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధానంతరము ఈ ఉత్పత్తి 650 టన్నులకు పెరిగినది. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికా (1951) ప్రారంభమున భారతదేశమున హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ వార్షిక ఉత్పత్తి 1,675 టన్నులు ఉండగా, ఆ ప్రణాళికాంతమునకు (1956) వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 10,754 టన్నులకు పెరిగినది. అయితే, ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికాంతము (1961) నకు వార్షిక ఉత్పత్తిరాశి 15,385 టన్నులు. దేశమున పనిచేయుచున్న కర్మాగారముల సంఖ్య 28. వాటి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 18,900 టన్నులు.

నైట్రిక్ ఆసిడ్ : ఇప్పుడు నైట్రిక్ ఆసిడ్ (నత్రికామ్లము)గా వ్యవహరింపబడుచున్న దానిని ఒకప్పుడు రసవాదులు 'తీవ్రజలము (ఆక్వా ఫార్టిస్)' అని పిలిచెడివారు. 16 వ శతాబ్దమున దీనిని ఔషధయోగములందు కూడ వాడిరి. ఆ కాలమున దీనిని సాధారణముగా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో నైటర్‌ను కలిపి, స్వేదించి సాధించెడివారు. భారతదేశమున మందుగుండు ఫ్యాక్టరీలలో అమోనియా ఆక్సీకరణ పద్ధతిని వినియోగించి నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తయారు చేసెడివారు. అసలు ఈ అమోనియా ఆక్సీకరణ పద్ధతిని విలియమ్ ఆస్వాల్డ్ సిద్ధపరచెను. 1938 - 39 నాటికి భారతదేశమున నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి 558 టన్నులు మాత్రమే ఉండగా, ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధానంతరమున 1946 లో ఉత్పత్తి రాశి 1,300 టన్నులకు పెరిగినది. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళిక ప్రారంభమగు నాటికి వార్షిక ఉత్పత్తి రాశి 1,540 టన్నులు; ఆ ప్రణాళిక ముగియునాటికి దేశమున నైట్రిక్ ఆసిడ్ తయారు చేయు ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య 22 కు పెరిగినది. వాటి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 3,700 టన్నులు; అయితే, వార్షిక ఉత్పత్తి రాశి మాత్రము 1,370 టన్నుల వద్దనే నిలిచినది. ఉత్తరప్రదేశ్, పంజాబు రాష్ట్రములలో సూరేకారం (పొటాసియమ్ నైట్రేట్) ఉత్పత్తి అల్పస్థాయిలోనే జరుగుచుండెడిది. దానితోబాటు నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి కూడ చిన్న తరహాలోనే నిర్వహింపబడుట గమనించదగినది. ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికా కాలమున ఒక ఎక్స్‌ప్లోజివ్స్ సంస్థ పారిశ్రామిక ప్రేలుడు సామగ్రిని ఉత్పత్తి చేయుట బీహారులో ప్రారంభించెను. దానితో నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి హెచ్చెను. సింద్రీ వద్ద అదే కాలమున మరొక నైట్రిక్ ఆసిడ్ కర్మాగారము నెలకొనినది. దీని వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 41,600 టన్నులు; చివరకు ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికాంతమునకు 82,600 టన్నుల వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము గల 23 నైట్రిక్ ఆసిడ్ కర్మాగారములు భారతదేశమున పనిచేయుచు ఆ ఏడాది 36,463 టన్నులు ఉత్పత్తిని సాధించినవి (1961).

ఎరువులు

పంటమొక్కల పెరుగుదలకు పోషక ఆహారములను అందించునవి ఎరువులు. ఇవి స్థూలపు ఎరువులు, సారపు ఎరువులు అని రెండు రకములు. పశువుల పెంట స్థూలపు ఎరువుల తరగతికి చెందినది. అమోనియమ్ సల్ఫేట్, యూరియా వంటివి సారపు ఎరువుల తరగతికి చెందినవి. ఎరువు ఏదైనప్పటికిని పంటమొక్కకు ముఖ్యముగా నైట్రోజన్ (నత్రజని), భాస్వరము, పొటాసియమ్ అను మూడు మూలద్రవ్యములను అందించుచుండవలయును. అయితే,

వీటిని మూలద్రవ్యావస్థలో పంట మొక్కలు స్వీకరించి జీర్ణించుకొను స్థితిలో లేవు. అందువలన వాటిని కార్బన్, హైడ్రోజన్, కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, క్లోరిన్, గంధకము వంటి ఇతర మూల ద్రవ్యములతో కలిసిన యౌగిక రూపమున వాటిని లవణములుగా పంటమొక్కలకు అందివ్వవలయును. పైన చెప్పిన ముఖ్యమైన మూడు (నైట్రోజన్, ఫాస్వరము, పొటాసియమ్)ను కాక, మొక్కలకు కావలసినవి బోరాన్, రాగి, ఇనుము, మాంగనీస్, మొలిబ్డినమ్, జింకు కూడ కలవు. అయితే, మొదట చెప్పిన మూడున్ను పంటమొక్కలకు అధిక రాశులలో అవసరము కాగా, చివర చెప్పిన ఆరున్ను అతి సూక్ష్మరాశులలో కావలయును. ఈ విజ్ఞాన విషయము 19 వ శతాబ్దమున జర్మనీలో ఫాన్ లీబిగ్, ఇంగ్లండులో లాస్ అను విజ్ఞానులు కూలంకష పరిశోధనలు చేసి చెప్పిరి. ఇప్పుడు లభించు యూరియా, అమోనియా వంటి సారపు ఎరువులు అందుబాటులో ఆ కాలమున మృగ్యము. పెరూ దేశమునుండి దిగుమతి అగు గ్వానో (పక్షిరెట్ట)యును, చిలీదేశమున లభించు సోడియమ్ నైట్రేట్ (చిలీ సాల్ట్ పీటర్)యును, ఫాస్వర ఖనిజములనుండి సాధింపబడిన సూపర్ ఫాస్ఫేట్ యును ఆ నాటి సారపు ఎరువులు. వీటిని మొట్ట మొదట యూరప్ దేశములలోను, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను రైతులు వాడి, ఫలసాయమును పెంచ సాగిరి. 19 వ శతాబ్దపు ఉత్తరార్ధమున జర్మనీ దేశమున పొటాష్ లవణనిధుల ఉనికి తెలియుటతో పొటాసియమ్ లవణముల వాడుక సేద్యరంగమున ప్రవేశించినది. అప్పటినుండి సారపు ఎరువుల వాడుక పెరుగుట ఆరంభమయ్యెను. ఫ్లొరిడా, టెనస్సీ, దక్షిణ కెరోలినా రాష్ట్రములందు ఫాస్వరపు రాయిని రైతులు ఉపయోగించిరి. ఆ తరువాత సూపర్ ఫాస్ఫేట్, అమోనియమ్ సల్ఫేట్ మిశ్రమ ఎరువుల వాడుక క్రమముగా అభివృద్ధి చెందినది.

ఆదిలో వ్యాపార సరళిని ఎరువులను తయారు చేయుటలో సేంద్రియ సంబంధమైన ముడి పదార్థములను వాడు చుండెడివారు. ఆ కాలమున ఇతర పరిశ్రమలలో వ్యర్థముగా పోవు వస్తుజాలములను సేకరించి ఎరువుల తయారీలో వినియోగించెడివారు. అట్లుగాక, ఎరువుల తయారీ నేడు భౌతిరాసాయనిక పారిశ్రామిక వ్యవస్థయందు ముఖ్య అంగము. ఈ నాడు ఎరువుల తయారీ ఫాస్వరపు రాయిని, పొటాసియమ్ ఖనిజములను త్రవ్వి తీయుట యందును, ఒక ప్రత్యేక రాసాయనిక ప్రక్రియ ద్వారా వాతావరణమునందు ఉండు నైట్రోజన్‌ను స్థిరీకరించుట యందును నిమగ్నమై ఉన్నది. నేటి రాసాయనిక ఎరువుల పరిశ్రమ అతి సంకీర్ణమైనది. ఘన, ద్రవ, వాయురూపములలో ఉండు భౌతిరాశులను జాగ్రత్తగా కొన్ని రాసాయనిక ప్రక్రియా సూత్రములకు లోబడి సమర్థించుచుండవలయును. ఇందుకుగాను దృఢమైన యంత్ర సామగ్రి, రాసాయనిక సాంకేతిక ప్రక్రియలందు శిక్షణ, తర్ఫీదు, అనుభవోపేతమైన నైపుణ్యము అత్యావసరము. ఈనాటి టెక్నాలజీ సాధించిన ఫలితములలో రాసాయనిక ఎరువుల ఉత్పత్తి ప్రపంచమున ఆకలి నివారణకు ముఖ్య సాధనము అయ్యెను.

వాస్తవమునకు రాసాయనిక ఎరువుల తయారీలో ఎన్నదగిన అభివృద్ధి గత 50 - 60 ఏండ్ల నుండియు జరిగినదని చెప్పవచ్చును. ఎరువులు తయారుచేయు విధానము, అందు వాడుకచేయు ముడిసరుకులు మొదలగు వాటిలో 1900 నాటినుండియు ఎప్పటికప్పుడు మార్పులు వచ్చుచునే ఉండెను. మిశ్రమ ఎరువులలో నైట్రోజన్‌కు ఆధారము ఒకప్పుడు నూరింట 90 పాళ్లు ప్రకృతి సిద్ధముగా దొరకు సేంద్రియ పదార్థము కాగా, ఇప్పుడు దానికి బదులు కృత్రిమ యౌగికములనుండి రాసాయనిక ప్రక్రియల ద్వారా విడివడిన నైట్రోజన్ లభించుచుండుట గమనింపదగిన విషయము. ఇప్పుడు ద్రవ, వాయు రూపముల ఉన్న పదార్థములు కూడ ఎరువుల తయారీ రంగమున ప్రవేశించినవి. పంటమొక్కల ప్రధానపోషకములగు నైట్రోజన్, ఫాస్వరము, పొటాసియమ్ ఎరువులలోను, ఎరువుల మిశ్రణములలోను ఎక్కువ పాళ్లలో ఉన్నట్లు చేయవలసి వచ్చుటచే ఆ యా పదార్థముల భౌతిక ధర్మములలో మార్పులు జనించినవి. దీనితో ఎరువులను బంగీచేయుటలో కూడ మార్పులు క్రమబద్ధముగ తీసికొని రావలసి వచ్చినది [చూ. ఎరువులు].

నైట్రోజన్, ఫాస్వరము, పొటాసియమ్ వంటి ప్రధాన వృక్షపోషకములు సహజముగ ప్రకృతిలో లభించుట గాని, పరిశ్రమలలో వ్యర్థముగా పోవు వస్తుజాలము నుండి గాని లేదా వీటి కృత్రిమ సంయోజన ప్రక్రియవలన గాని పొందవలసి ఉన్నది.

నైట్రోజన్ : పంటమొక్కలకు నైట్రోజన్‌ను ఇచ్చుటకు 1900 వరకు వేరుశనగపిండి, ఆముదపుపిండి వంటి తెలకపిండ్లు, చేపల ఎరువు, కమేళా చెత్త చెదారము (ఎండిన రక్తము మొదలైనవి) ప్రధానమైన ఆధారములు. కోక్ ఓవన్ గ్యాస్ యందు కొద్దిగా అమోనియా లభించెడిది. అయితే, వీటిలో నైట్రోజన్ పాలు బహు తక్కువ అగుట వలన వాటి ధర పంటమొక్కలకు వేయుటకు గిట్టుబాటు కాకపోయెడిది. అదియునుగాక, ఈ పదార్థములలో ఆ రోజు

లలో చాలవాటిని పశువులకు ప్రోటీన్ను ఇచ్చుటకుగాను మేతగా వాడుచుండెడి వారు. అందువలన నైట్రోజన్ గల అమోనియాను కృత్రిమముగా సంయోజన పరచు విధానమును తప్పని సరిగ చేపట్టవలసి వచ్చెను. ఇట్లు వ్యాపార సరళిలో కృత్రిమముగా సంయోజనము చేసిన అమోనియా 1921 నుండి రైతులకు అందుట మొదలైనది. 1960 నాటికి ప్రపంచమున ఉత్పత్తియగు రాసాయనిక ఎరువుల రాశిలో నూరింట 90 పాళ్ళు కృత్రిమముగా సంయోజనపరచిన నైట్రోజన్. పొడి అమోనియా, ద్రవ అమోనియా, అమోనియమ్ నైట్రేట్ ద్రావణము, అమోనియమ్ నైట్రేట్ డోలమైట్ మిశ్రణము, అమోనియమ్ సల్ఫేట్, అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్, సోడియమ్ నైట్రేట్, యూరియా, ఇతర యూరియా యౌగికములు ఇప్పటికి అవతరించిన నైట్రోజన్ వృక్షపోషకమును ఇచ్చు రాసాయనిక ఎరువులు.

నేలబొగ్గును స్వేదించు పరిశ్రమలయందు ఉపోత్పన్నములుగా అమోనియా లవణములు ఫలించెడివి. ఈ అమోనియా లవణములలో కొంత భాగము నైట్రోజన్ను ఇచ్చు సారపు ఎరువుగా వాడుట ఆనాటి ఆచారము. కాల్సియమ్ సైనమైడ్ అను మరొక రాసాయనిక ద్రవ్యము పరిశోధనా ఫలితముగా 1895 లో సిద్ధించినది. ఇది 1905 నాటికి గాని వ్యాపారసరళిలో ఉత్పత్తిని అందుకొనలేదు. ఆ కాలమున విద్యుత్తు కొలిమిలో నైట్రోజన్ను కాల్సియమ్ కార్బైడ్తో కలిపి, అధిక తాపక్రమమునకు గురిచేసి, కాల్సియమ్ సైనమైడ్ను సాధించెడివారు. కాల్సియమ్ సైనమైడ్నందున్న నైట్రోజన్పాలు పంట మొక్కలకు ఎరువుగా లభించెడిది. ఈ విధముగా కాల్సియమ్ సైనమైడ్ను తయారుచేయు 36 ఫ్యాక్టరీలు ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధము నాటికి ప్రపంచ వ్యాప్తముగ కలవు. వీటన్నిటియందు తయారగు ఎరువు 1,20,000 టన్నులు పోషక నైట్రోజన్కు సమానము. గాలినుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్ను సిద్ధపరచు బర్క్‌లండ్, ఐడ్ పద్ధతి నార్వేలో 1905 లో ప్రారంభమై, ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధము నాటికి 12 ఫ్యాక్టరీలలో వాడుకలో ఉండెను. ఈ విధానమున ఉత్పత్తియగు నైట్రోజన్ రాశి మొత్తము ఏడాదికి 4,000 టన్నులకు మించలేదు. తరువాత వెలసిన 'సింతటిక్ అమోనియా ప్రాసెస్' ఈ పద్ధతిని 1928 లో త్రోసిరాజనినది. ఫ్రిడ్జ్ హేబర్, వాల్తర్ నెర్న్‌స్ట్ అను జంట విజ్ఞానులు కలిసి పనిచేసి కృత్రిమముగా అమోనియాను సంయోజనము చేయు ప్రయోగ విధానమును 1905 లో రూపొందించిరి. ఈ పద్ధతికి 1913 లో వ్యాపారసరళి స్వరూపమును ఇచ్చిన వాడు కారల్ బార్క్స్; ఈయన బాస్ఫ అను ప్రసిద్ధ కర్మాగారమునకు చెందిన విజ్ఞాని. బార్క్స్, అతని సహాధ్యాయులు కలిసి అమోనియా కృత్రిమ సంయోజనమున అధిక ప్రేష సూత్రమును వినియోగించిరి. 500°C తాపక్రమమున 150 - 1,200 వాతావరణముల ప్రేషము వద్ద ఇనుము ప్రేరక ద్రవ్యముగా గొని, దాని మీదకు నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ వాయువుల (1:3) మిశ్రమును ప్రసారము చేసిరి. అమోనియాను నైట్రిక్ ఆక్సైడ్గా ఆక్సీకరింపజేసి, నైట్రిక్ ఆసిడ్, నైట్రేట్ లవణములను ఉత్పత్తిచేయు విధానము (వ్యాపారసరళి)ను విల్ హెల్మ్ ఆస్ట్వాల్డ్ 1900 లో సిద్ధపరచెను. ఈ పద్ధతిని వినియోగించి 1909 లో జర్మనీదేశమున ఒక ఫ్యాక్టరీ నెలకొనెను.

భారతదేశమున బెంగాలు, బీహారు రాష్ట్రములలో గల కోక్ ఓవెన్ ఫ్యాక్టరీలు అమోనియమ్ సల్ఫేట్ను ఉత్పత్తిచేయుట ప్రారంభించి 50 ఏండ్లపాటు కొనసాగించినవి. మైసూరు సంస్థానమున 1938 లో బెలగొళా ఫ్యాక్టరీయందు కృత్రిమ పద్ధతిని అమోనియాను సంయోజనపరచు విధానము ఆరంభమయ్యెను. 1946 నాటికి భారతదేశమున ఉత్పత్తియగు సారపు ఎరువులరాశి 32,049 టన్నులు మాత్రమే. 1947 లో ఆల్వే (తిరువాన్కూరు) వద్ద వైయక్తికరంగమున ఒక ఎరువుల ఫ్యాక్టరీ (ఫ్యాక్ట్) నెలకొనినది. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళిక రూపుగొను నాటికి ఈ రెండు ఫ్యాక్టరీలును, బెంగాలు, బీహారు రాష్ట్రములలో నాలుగు కోక్ ఓవెన్ ఫ్యాక్టరీలును అమోనియా సల్ఫేట్ను ఉత్పత్తిని చేయసాగినవి. ఈ ఫ్యాక్టరీల యందు తయారగు నైట్రోజన్ ఉత్పత్తి రాశి 15,740 టన్నులు మాత్రమే. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికా కాలము నాటికి ప్రభుత్వరంగమున సింద్రీ (బీహారు) లో ఒక ఎరువుల ఫ్యాక్టరీ ఉత్పత్తి ప్రారంభించినది (1951). ఈ కాలముననే ఆల్వే ఫ్యాక్టరీని విస్తరింపజేసిరి. అప్పటికి ఉత్పత్తిరాశి 85,000 టన్నుల పోషక నైట్రోజన్కు పెరిగినది. ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళిక అంతము అగుసరికి దేశమున ఎరువుల ఉత్పత్తి ఇతోధికమై ఉత్పత్తి రాశి 2,90,000 టన్నుల స్థాయిని అందుకొనినది. ఇక తృతీయ పంచవర్ష ప్రణాళిక కాలమున దేశీయ రైతులు సారపు ఎరువులను ఇష్టపడి వాడుటచే రాసాయనిక ఎరువులకు గిరాకీ హెచ్చెను. 1961 – 62 లో నంగల్ (పంజాబు) ఫ్యాక్టరీ ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినది. దీనితోపాటు నైవేలి (మద్రాసు)లోను, ప్రభుత్వరంగమున ఉక్కు కర్మాగారములు నెలకొని ఉన్న రూర్కేలా, భిలాయ్, దుర్గాపూర్ వద్దను మొత్తము 1966 నాటికి 9 ఫ్యాక్టరీలు దేశమున పనిచేయుచున్నవి.

వాటిమొత్తము ఉత్పత్తి రాశి 2,33,000 టన్నుల పోషక నైట్రోజన్. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో విశాఖపట్టణమున 'కోరమండలము ఫెర్టిలైజర్స్' వైయక్తిక రంగమున అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్, యూరియా ఎరువులను నాఫ్తాను ఆధారముగాగొని తయారుచేయుచున్నది. ఏడాదికి ఈ ఫ్యాక్టరీ 3,75,000 టన్నుల అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్‌ను, 16,500 టన్నుల యూరియాను తయారుచేయగల ఉత్పత్తి సామర్థ్యము గలది. డిసెంబరు, 1967 నుండి ఉత్పత్తిని ప్రారంభించి కోస్తా రైతాంగమునకు ఎరువులను సరఫరా చేయుచున్నది. రామగుండము వద్ద 80,000 టన్నుల సామర్థ్యము గల కర్మాగారమును స్థాపించు ప్రయత్నములు సఫలీకృత దశలో ఉన్నవి.

భాస్వరము : పూర్వము భాస్వరపు ఎరువును తయారుచేయుటకు భాస్వర శిలను, ఎముకలను వాడుక చేసెడివారు. భాస్వర శిలను ఉచితరీతిని మార్చుటకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను ఉపయోగించెడివారు. నీటిలో కరగని కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ పంటమొక్కలకు అందుబాటులో ఉండెడి భాస్వర అమ్లముగా (18 - 20 శాతము P_2O_5) మారెడిది. ఈ పద్ధతి అతి సరళమైనది అగుటచేతను, చౌకగా గిట్టుబాటు అగుటచేతను సుమారు నూరేండ్లపాటు సాధారణ సూపర్ ఫాస్ఫేట్‌ను తయారుచేయుటయే ప్రాచుర్యముగా ఉండెను. ఆర్తో ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్, ట్రిపిల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్ తయారుచేయుటకు కూడ భాస్వర శిలను ఉపయోగించెడివారు.

భాస్వర శిలను అమ్లయుతము చేయుటకు నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను గాని, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను గాని వాడుట కద్దు. కాని, ప్రపంచమున నేడు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌నే ఎక్కువగ వాడుచున్నారు. ఆర్తో ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రమును అమోనియాయుతము చేసినపుడు అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ అను మరొక సంకీర్ణ మిశ్రమ ఎరువు ఫలించును. ఇందు 16 శాతము నైట్రోజన్, 20 శాతము భాస్వర అమ్లము గాని 13 శాతము నైట్రోజన్, 39 శాతము భాస్వర అమ్లము గాని ఏదో ఒక నిష్పత్తిలో ఉండును. ఈ రెండింటిలోను అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్, అమోనియమ్ సల్ఫేట్ మూలఘటకములు. ఆర్తో ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌ను నిర్దిష్ట పరిస్థితులలో అమోనియాతో ప్రతిక్రింప జేసినప్పుడు డై అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ అను మరొక అతి సంకీర్ణ సారపు టెరువు ఫలించుట ఇటీవలి విషయము. డై అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ నందు 21 శాతము నైట్రోజన్, 53 శాతము భాస్వర అమ్లము ఉండును. భారతదేశమున పంట మొక్కలకు భాస్వరమును ఇచ్చు సారపు టెరువుగా ఎముకల పొడిని రైతులు ఇటీవలి వరకు ఆదరించిరి. కాని, ఇది సూపర్ ఫాస్ఫేట్‌వలె తేలికగా నీటిలో కరగదు. పంటమొక్కలకు అందువలన భాస్వరము అందుటకు చాలకాలము పట్టును. భారతదేశమున సూపర్ ఫాస్ఫేట్‌ను తయారుచేయు మొట్టమొదటి ఫ్యాక్టరీ రాణిపేట (మద్రాసు)లో 1906 లో నెలకొనినది. అట్టి ఫ్యాక్టరీ రెండవది బొంబాయి సమీపమున 1924 లో పని ప్రారంభించినది. ఆల్వే వద్ద 1947 లో నెలకొన్న ఎరువుల ఫ్యాక్టరీ నైట్రోజన్ ఎరువులతోబాటు భాస్వరపు ఎరువులను కూడ ఉత్పత్తి చేయసాగినది. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధమునకు ముందు భారతదేశమున సూపర్ ఫాస్ఫేట్ ఉత్పత్తి అతి స్వల్పమైనదిగా చెప్పవచ్చును. ఉక్కు తయారీలో లభించు (11 – 23 శాతము P_2O_5 గల) బేసిక్ స్లాగ్ ఉపోత్పన్నముగ ఫలించెడిది. భాస్వర శిలను మగ్నీషియమ్ సిలికేట్‌తో కలిపి విద్యుత్తు కొలిమిలో అధిక తాపక్రమునకు గురిచేసినపుడు 18 – 20 శాతము P_2O_5 గల భాస్వరపు ఎరువు (ఫ్యూజుడ్ ఫాస్ఫేట్) లభించెడిది. భారతదేశమున ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళిక అంతమునకు వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 2,12,220 టన్నులు. 1957 లో మద్రాసులో షా వాలస్ కంపెనీ ఒక ఫ్యాక్టరీని మొదలుపెట్టి, ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినది. ప్రభుత్వరంగమున బీహారు రాష్ట్రప్రభుత్వము 1958 లో మరొక ఫ్యాక్టరీని సిద్ధపరచినది. 1966 నాటికి భారతదేశమున సూపర్ ఫాస్ఫేట్‌ను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య 26 కు పెరిగినది. వీటి అన్నింటి ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 9,51,340 టన్నులకు పెరిగినది. ఇదిగాక, 3,30,000 టన్నుల ఉత్పత్తి సామర్థ్యము గల నైట్రో ఫాస్ఫేట్‌ను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీకూడ కలదు. 1966 లో 1,21,600 టన్నుల P_2O_5 ను ఇచ్చు భాస్వరపు ఎరువు భారతదేశమున ఉత్పత్తి అయినది.

పొటాష్ ఎరువు : పొటాష్ ఎరువు జర్మనీ దేశములో దొరకు ముడి ఖనిజముల నుండి లభించుచున్నది. 60 శాతము ఈ పొటాసియమ్ ఆక్సైడ్ గల పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ పొటాష్ ఎరువుకు ప్రాతిపదిక; దీని వ్యవహారనామము 'మ్యూరేట్ ఆవ్ పొటాష్'. సల్ఫేట్ ఆవ్ పొటాష్ మగ్నీషియా (21 - 22 శాతము పొటాసియమ్ ఆక్సైడ్), పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ (50–52 శాతము పొటాసియమ్ ఆక్సైడ్) మొదలగు వాటి ద్వారా నాసిరకము పొటాష్ ఎరువు లభించుచున్నది.

భారతదేశమున ఎరువుల ఉత్పత్తి కార్యక్రమము ప్రణాళికా బద్ధముగా సాగుచున్నది. ఇప్పటికి (1968)

నెలకొన్న వాటిని క్రమముగా విస్తరింప జేయుటయే గాక, కాన్పూర్, గుజరాత్, మద్రాసు, బరోని, నామ్‌రూప్, కొచ్చిన్, గోరక్‌పూర్ మున్నగు ప్రాంతములలో కూడ రాసాయనిక ఎరువుల ఉత్పత్తి కొనసాగించుటకు పథక ములు అమలునందు ఉన్నవి.

వస్త్ర పరిశ్రమ

'క్రామ్‌టన్ మ్యూల్'అను వడుకు సాధనము 1779లో వెలసి'వడుగు-పేక' రెంటికి పనికి వచ్చినది [చూ. పు. 38]. దానితో లంకాషైర్‌లో ప్రత్తి నూలు పరిశ్రమ దినదినాభి వృద్ధిచెంది ప్రపంచమున మిల్లు బట్ట వ్యాపారమున ఏకాధి కారమును గడించినది. ఆర్కురైట్ యంత్రమునందు వడుకు ప్రక్రియలు అన్నియు ఒకదాని తరువాత మరొకటి జరుగులాగున చేయబడిన సమగ్ర సాధనము. ఆదిలో ఇది గుర్రముల సహాయమున పని చేసినది; ఆ తరువాత జల శక్తి, పిమ్మట ఆవిరి శక్తి సహాయమున వడుకు పని సాగె డిది. ఆ నాడు నూలు మిల్లులలో పిల్లలనే కార్మికులుగా వినియోగించు ఆచారము ఉండెడిది. ఆర్కురైట్ సూత్ర ములను ఆధారముగా గొనిన మొదటి ఫ్యాక్టరీ మేట్ లాక్ సమీపమున ఉన్న క్రామ్ ఫర్డ్ వద్ద 1771 లో పని ప్రారంభించినది. ఆ యంత్రమును సిద్ధపరచిన వానికి దానిపై గల హక్కులపై కాలదోషము పట్టుటతో 1785 నాటికి ప్రత్తిమిల్లులు ఇంగ్లండు, స్కాట్‌లాండ్, ఉత్తర ఐర్లాండ్ దేశములలో పలుచోట్ల వెలసినవి. ఆనాడు మిల్లులు వడికిన నూలు అంతా చేనేతరంగముననే వినియోగమయ్యెడిది. 1809 నాటికి మొత్తము వడకు యంత్ర కేంద్రముల సంఖ్య చిన్నవి, పెద్దవి కలిసి 573. ఇందు 18 కేంద్రములందు మాత్రము 25,000 కదుళ్ళకు మించి కలవు. 208 కేంద్రము లందు 2,500 కదుళ్ళకు లోపు కలవు. లివర్ పూల్ రేవు పట్టణమునకు సమీపమున ఉన్న లంకాషైర్‌న వడకు యంత్రాగారములు కేంద్రీకృతములైనవి. 1785లో ఎడ్మండ్ కార్టరైట్ మరమగ్గము (పవర్ లూమ్)ను రూపొందించి, నేతగాండ్రకు అందివ్వగలిగినను, దీనిలో కొన్ని మార్పులు-చేర్పులు చేయునంతవరకు అంతగా జనాదరణ పొంద లేదు. మొత్తము మీద 1813 నాటికి 2,400 మరమగ్గ ములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. 1820 లో వస్త్రపరిశ్రమ అభివృద్ధి చెందుటతో 1835 నాటికి మరమగ్గముల సంఖ్య ఒక లక్షకు పెరిగినది. 1850 నాటికి వడకు – నేత జంట మిల్లులు నెలకొనుట ఆరంభమైనది. మాన్‌చెస్టర్ ప్రపంచ ప్రత్తి నూలు పరిశ్రమకు పేరెన్నిక గన్నది. పారిశ్రామికీ కరణోద్యమము ఇంగ్లండులో ప్రారంభమగుటతో వస్త్ర పరిశ్రమకు ప్రోత్సాహము లభించినది. 1900 ప్రాంతమున బ్రిటిషు వస్త్ర పరిశ్రమ పరాకాష్ఠనందుకొని ప్రపంచ దేశములకు బట్ట ఎక్కువగా ఎగుమతి చేసినది. ఆ తరువాత యునైటెడ్ స్టేట్స్, జర్మనీ, సోవియట్ రష్యా, భారత దేశము, జపాన్ మొదలగు విదేశములలో కూడ నూలు వస్త్ర పరిశ్రమ ప్రారంభమై, క్రమాభివృద్ధి చెందుటతో 1960 నాటికి బ్రిటిషు నూలు వస్త్ర పరిశ్రమ చాలవరకు దిగజారినది. పైగా ఇటీవల నైలాన్, టెరిలిన్ వంటి కృత్రిమ దారములు అవతరించుటతో నూలు వస్త్రోత్పత్తి మరింత సన్నగిలినది.

భారతదేశము చేనేతకు జగత్ప్రసిద్ధి యని పేరొందిన నాము [చూ. పు. 28]. చేనేత కళయందు సంప్రదాయబద్ధ ముగా వచ్చుచున్న నైపుణి బ్రిటిషు మిల్లు ఉత్పత్తి ధోరణికి తట్టుకొనలేక ఎగుమతులు క్షీణించినవి. వస్త్రముల డిజైను లను రూపకల్పన చేయుటలో భారతీయులు సిద్ధహస్తులగు టచే మిల్లుబట్టను దేశమున ఉత్పత్తిచేయుటకు 1818 లో కలకత్తాలో పని ప్రారంభించుటతో మొదటి ప్రత్తి నూలు ఫ్యాక్టరీ నెలకొనినది. అయితే, భారత దేశమున చెప్పుకొన దగిన అభివృద్ధి బొంబాయి సమీపమున 1854లో నెలకొనుట తోనే ప్రారంభమై, నానాటికి ఇతోధికమైనది. 1877 తరు వాత నాగపూరు, అహ్మదాబాదు, షోలాపూరు మొదలగు ప్రత్తి పండు ప్రాంతములలో నూలుమిల్లులు ప్రారంభ మైనవి. 1879 నాటికి దేశమున కదుళ్ళ సంఖ్య 14,08,000; మరమగ్గముల సంఖ్య 13,300. 1905 లో భారత దేశమున స్వదేశీ ఉద్యమము ప్రారంభమగుటతో పెక్కుమంది భార తీయులు విదేశీ వస్త్రములను విసర్జించుటతో దేశవాళీ బట్ట ఉత్పత్తికి ప్రోత్సాహము లభించినది. దక్షిణప్రాంత మున కోయంబత్తూరు, మధుర, సేలం, దావణగిరి నగర ములు బట్టల మిల్లులకు కేంద్రములుగ ప్రసిద్ధి వహించినవి.

భారతదేశమున 60,95,000 కదుళ్ళతోను, 85,800 మరమగ్గములతోను ప్రత్తి నూలు 1911 లో 284,00,000 కి. గ్రా. సుమారు 26 కోట్ల మీటరుల నిడివిగల మిల్లు బట్ట ఉత్పత్తి అయినది. 1947 నాటికి కదుళ్ళసంఖ్య 1,03,54,000; మరమగ్గముల సంఖ్య 2,03,000; నూలు 58,60,00.000 కి. గ్రా. మిల్లు బట్ట 3,76,00,00,000 మీటర్లు. 1959 నాటికి ఏడాది ఉత్పత్తి 500కోట్ల మీటర్లకు మించినది.

ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో వరంగల్లులోని అజంజాహి బట్టల మిల్లు చాలకాలము క్రిందటనే ప్రారంభింపబడినది. పందలపాక, గుంటూరు, కాకినాడ, తణుకు, అనంత పురము, కర్నూలు, ఎమ్మిగనూరు, మొదలగునవి వస్త్రో త్పత్తి కేంద్రములుగ రూపుగొనుచున్నవి.

ప్రపంచమున మొత్తం 184,50,00,000 కదుళ్లు 1958 నాటికి పని చేయుచున్నవి. ఇందు ఒక కోటికి పైగా 'మ్యూల్' పద్ధతిని, మిగిలినవి కంకణ పద్ధతిని పని చేయునవిగా వర్గీకరింపబడినవి. ఇవి ఏడాదికి 92,32,000 టన్నుల ప్రత్తిని వినియోగించుకొనుచున్నవి. ప్రత్తి నూలును నేయు మరమగ్గముల సంఖ్య 25,89,000 [చూ. వస్త్ర పరిశ్రమ - అకారాది]. భారతదేశమున వడుకు విధానము అంతయు కంకణ పద్ధతినే సాగుచున్నది. అట్టివి 1958 నాటికి 131 లక్షల కదుళ్లు పనిచేయుచు 8,93,000 టన్నుల ప్రత్తిని వడుకుచున్నవి. 2,04,000 మరమగ్గములు బట్టల నేత నేయుచున్నవి. 1958లో భారతదేశమున ప్రత్తి నూలు ఉత్పత్తి 7,64,500 టన్నులు ఉండగా, వస్త్రోత్పత్తి 450,50,00,000 మీటరులు. 1966 నాటికి ప్రత్తి నూలు ఉత్పత్తి 9,07,000 పెరిగినది. మొత్తము వస్త్రోత్పత్తి 743,60,00,000 మీటరులు. ఇందులో 440 కోట్ల మీటరులు మిల్లుబట్ట, మిగిలినది చేనేత వస్త్రము.

పింగాణీ పరిశ్రమ

భారతదేశమున తెల్లటి పింగాణీ పాత్రలను తయారు చేయు భారీ పరిశ్రమ 1860 నుండి వికసనము చెందినది. రాజమహల్ కొండలలో దొరుకు తెల్లటి బంకమన్నును ఈ పరిశ్రమయందు వాడిరి. కలకత్తాలో 'బెంగాల్ పాటరీస్ సంస్థ' 20 వ శతాబ్దపు ప్రారంభములో నెలకొని పింగాణీ, మృణ్మయ పాత్ర సామగ్రి తయారీ ప్రారంభించినది. ఆ తరువాత గుజరాత్‌లోని థానా, గ్వాలియర్, జబల్‌పూర్ మున్నగు ప్రాంతములలో పింగాణీ పరిశ్రమ అభివృద్ధి అయినది.

భారతదేశ స్వాతంత్ర్యము నాటికి దేశమున 44 పింగాణీ ఫ్యాక్టరీలు పనిచేయుచున్నవి. వీటియందు వంట పాత్రలు, శానిటరీ పరికరములు, ఎలక్ట్రిక్ ఇన్సులేటర్‌లు, గొట్టములు, రిఫ్రాక్టరీలు, జాడీలు, ఇండ్లకప్పు పెంకులు మున్నగునవి తయారైనవి. 1962 నాటికి భారతదేశమున పింగాణీ ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య 62 కు పెరిగినది. పింగాణీ పరిశ్రమయందు భారతదేశము స్వయం పర్యాప్తతను సంతరించుకొని, విదేశీ ద్రవ్యమును కూడ ఆకర్షించుకొన్నది.

రిఫ్రాక్టరీలు : భారతదేశమున ఇటీవల ప్రణాళికా బద్ధముగా సాగుచున్న ఉక్కు పరిశ్రమ అభివృద్ధి చెందుటతో రిఫ్రాక్టరీల తయారీకి ప్రాధాన్యము లభించినది. ప్రభుత్వ రంగమున విదేశీ సాంకేతిక సలహా సహాకారములతో రిఫ్రాక్టరీ ఫ్యాక్టరీ ప్రారంభమైనది. వైయక్తిక రంగమునను కూడ పెక్కు ఫ్యాక్టరీలు పనిచేయుచున్నవి.

గాజు : భారతదేశమున ఆంధ్రప్రాంతమున ముఖ్యముగా నెల్లూరు, గూడూరు సమీపమున గాజు పూసల తయారీ ఒక శతాబ్దమునకు పైబడి సాగుచున్నది. దేశమున ఆధునిక సాంకేతిక వసతులతో ప్రారంభించిన మొట్టమొదటి గాజు ఫ్యాక్టరీ జీలమ్‌వద్ద 1892 లో స్థాపితమైనది. ఇది గాజు సీసాలను మాత్రమే తయారుచేయుటకు ఆనాడు ఉద్దిష్టమైనది. పిదప, 1905 లో పూనావద్ద ప్రారంభించిన గాజు ఫ్యాక్టరీ ఆ తరువాతి వాటికి ఆదర్శమైనది. 1913 కు దేశమున గాజు ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య 16 కు పెరిగినప్పటికీ మరుసటి సంవత్సరము ఉత్పత్తిని సాగించుచున్న ఫ్యాక్టరీలు మూడు మాత్రమే. 1918 నాటికి పనిచేయుచున్న ఫ్యాక్టరీలు 14. అయితే, 1931 ప్రాంతమున స్వదేశీ గాజు పరిశ్రమకు నాటి ప్రభుత్వము టారిఫ్ రక్షణ సౌకర్యములు కల్పించుటచే ఆ తరువాత 1939 నాటికి గాజు ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య 80 కి పెరిగినది. ఆ నాడు వీటన్నిటి ఉత్పత్తి 5½ లక్షల చదరపు మీటరుల పలక గాజు, మిగతా గాజు రకములు 43 వేల టన్నులు కలవు. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధసమయమున స్వదేశీ గాజు పరిశ్రమకు ప్రోత్సాహము లభించుటచే 1945 నాటికి 174 గాజు ఫ్యాక్టరీలు దేశమున వెలసినవి. వీటి ఉత్పత్తి 12 లక్షల చదరపు మీటరుల పలక గాజుకు, 1,10,000 టన్నుల గాజు సామానులకు పెరిగినది. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళిక ప్రారంభమున పనిచేయుచున్న గాజు ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య 109; ఇవి గాక, మూడు పలకగాజును ఉత్పత్తిచేయు ఫ్యాక్టరీలును కలవు.

ప్రణాళికా బద్ధముగా జరుగుచున్న గాజు పరిశ్రమాభివృద్ధిలో నూతన రకములగు గాజు సామగ్రిని తయారు చేయుటకు ఏర్పాట్లు చేయబడినవి. పెన్సిలిన్‌ను నిల్వయుంచు బుడ్లు, పలకగాజు, గాజుగొట్టములు, తెర్మోస్ ఫ్లాస్కులు, అసలు బంగారము ఖాళీ పూసలు (అమృతసర్), కృత్రిమ ముత్యములు మొన్నగునవి ఇటీవల దేశమున తయారగుచున్న గాజు సామానులు. ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికా కాలమున మరొక 17 గాజు ఫ్యాక్టరీలు అవతరించుటతో కొన్ని పాత ఫ్యాక్టరీలు మూత పడినప్పటికిని, పని చేయుచున్న 97 గాజు ఫ్యాక్టరీల వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 3,83,000 టన్నులకు పెరిగినది. ఈ ప్రణాళికా కాలమున తయారైన గాజు సామగ్రిలో క్రొత్తవి: రంగు పలక గాజు, పగలని గాజు, పీచు గాజు (ఫైబర్ గ్లాస్), గాజు పని ముట్లు, గాజు ఇటుకలు, సిరంజీలు, కృత్రిమ రవ్వలు, నేత్రచికిత్సయందు పనికివచ్చు ప్రత్యేకమైన గాజు సామగ్రి మొదలగునవి.

విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమ

రాసాయనిక పరిశ్రమ రంగమున బ్యాటరీల తయారీ మరొక ప్రధాన ఘట్టము. ఇందు ప్రైమరీ, సెకండరీ బ్యాటరీల ఉత్పత్తి కూడ చేరినది. 1859 లో గ్యాస్టన్ ప్లాంట్ సీససంచాయకఘటము (లెడ్ అక్యూమిలేటర్ సెల్)'ను మొదటి సారిగా నిర్మించెను. ఆ తరువాత 1881 ప్రాంతమున క్యామిల్లే ఫౌరే సీససంచాయక ఘటముమీద పెక్కు పరిశోధనలు సాగించి ఇప్పుడు వాడుకలో ఉన్న మోటారు కారు బ్యాటరీ మాతృకకు రూపకల్పన చేసెను. మోటారు కారు డైనమో వంటివి వాడుకలోనికి వచ్చుటతో బ్యాటరీల (సీససంచాయక ఘటముల) ఉత్పత్తి ఈ శతాబ్ది మొదటి నుండి క్రమముగా వ్యాపార సరళిని అభివృద్ధి అయినది. ఎడిసన్ 1900 లో ఇనుము - నికెల్ ఆక్సైడ్ ఫలకములను ఉపయోగించి ఆల్కలీ ఘటమును సిద్ధపరచుట విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలో పేర్కొనదగినది. నికెల్, కాడ్మియమ్ భాగములను వాడి జుంగర్, బెడ్జ్ బ్యాటరిని మెరుగు పరచుట మరొక మెట్టు.

ప్రైమరీ బ్యాటరీలు: భారతదేశమున కలకత్తా సమీపమున 1926 లో ఒక బ్రిటిష్ సంస్థ బ్యాటరీ ఫ్యాక్టరీని ప్రారంభించి, మొదటి సారిగా ప్రైమరీ బ్యాటరీల ఉత్పత్తిని ప్రారంభించెను. 1936 ప్రాంతమున ఒక స్వదేశీ సంస్థ మహారాష్ట్రములో బ్యాటరీల ఉత్పత్తిని మొదలుపెట్టెను. ఈ రెండు ఫ్యాక్టరీల వార్షిక ఉత్పత్తి 2,80,00,000 బ్యాటరీలు; ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధసమయమున యుద్ధావసరములకై ఉత్పత్తి సామర్థ్యమును పెంచిరి. 1947 లో భారతదేశమున బ్యాటరీల పరిశ్రమ టారిఫ్ రక్షణను సంతరించుకొనినది. దీని ఫలితముగా మరుసటి సంవత్సరము (1948) స్వదేశీ బ్యాటరీల ఉత్పత్తి అధికమై, ఉత్పత్తి రాశి 12,38,00,000 బ్యాటరీలకు పెరిగినది. 1950 - 51 నాటికి మహారాష్ట్రములో మూడు ఫ్యాక్టరీలును, పశ్చిమ బెంగాల్‌లో ఒక ఫ్యాక్టరీ కలవు. వీటి మొత్తము వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 23,50,00,000 బ్యాటరీలు కాగా, ఆ ఏడు వాస్తవిక ఉత్పత్తి 13,65,00,000 బ్యాటరీలు. బ్యాటరీలను టార్చిలైటులలోనే కాక, రేడియో వంటి ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములలోను వాడుక చేయుటచే బ్యాటరీలకు గిరాకీ నానాటికీ పెరిగినది. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికాంతమునకు వార్షికోత్పత్తి అప్పటికి పని చేయుచున్న 5 ఫ్యాక్టరీలలోను 16,11,00,000 బ్యాటరీలు కాగా, ఈ 5 ఫ్యాక్టరీలకు 22,45,00,000 బ్యాటరీలను ఉత్పత్తిచేయు సామర్థ్యము కలదు. ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికాంతమునకు స్వదేశీ బ్యాటరీ ఉత్పత్తి పరిశ్రమ స్వయంసమృద్ధిని అందుకొని, ఆ ఏడు 21,40,00,000 బ్యాటరీల వాస్తవిక ఉత్పత్తిని సాధించినది. దీని ఫలితముగా అప్పటినుండి ప్రైమరీ బ్యాటరీలు భారతదేశమునుండి విదేశములకు ఎగుమతి అగుచున్నవి.

సెకండరీ బ్యాటరీలు: రైలు, మోటారు కారులలో వాడుకచేయు సెకండరీ బ్యాటరీలను తయారుచేయు సంస్థ కలకత్తా సమీపమున 1931 నాటికి సిద్ధమై, పని ప్రారంభించినది. 1939 నాటికి మరొక 5 ఫ్యాక్టరీలు కలకత్తా సమీపముననే వెలసి ఉత్పత్తిని ఆరంభించినవి. ఈ 6 ఫ్యాక్టరీలు నాటి దేశావసరములను కొంతవరకు మాత్రమే తీర్చగలిగినవి. అప్పటిలో దేశావసరములు లక్ష బ్యాటరీలు కాగా, వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 36,000 కు మించలేదు. కాని, ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధము ఆరంభము అగుటతో యుద్ధావసరములకై సెకండరీ బ్యాటరీల ఉత్పత్తి ఇతోధికము గావించి, ఉత్పత్తిరాశిని 1,22,000 కు పెంచిరి. భారతదేశమున ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళిక ప్రారంభము (1951) అగునరికి 4,45,820 బ్యాటరీల ఉత్పత్తి సామర్థ్యము గల 13 ఫ్యాక్టరీలు పనిచేయుచున్నవి. ఈ ప్రణాళికా కాలమున మరొక 6 ఫ్యాక్టరీలు నెలకొని ఉత్పత్తిని ఇతోధికము చేసినవి. తరువాత కొన్ని ఫ్యాక్టరీలు మూతపడినప్పటికిని 2,90,000 బ్యాటరీల వార్షిక ఉత్పత్తి గల 13 ఫ్యాక్టరీలు ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికా ప్రారంభము (1956) నాటికే పనిచేయుచున్నవి. వీటి వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 2,58,000 బ్యాటరీలు. 1964 నాటికి భారతదేశమున సెకండరీ బ్యాటరీలను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీలు 12, కాగా, వాటి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 7,84,000 బ్యాటరీలు.

కాల్సియమ్ కార్బైడ్: కాల్సియమ్ సైనమైడ్, ఆసిటిలీన్ వంటి మౌలిక రాసాయనిక యోగికములను తయారు చేయుటకు ప్రాతిపదికయైన కాల్సియమ్ కార్బైడ్ ఉత్పత్తి భారతదేశమున ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ప్రారంభమైనది. 1951 నాటికి దేశమున రెండు ఫ్యాక్టరీలు కలవు. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికా సమయమున మరొక ఫ్యాక్టరీ నెలకొని, 1955 నాటికి 3,000 టన్నుల వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తిని సాధించినవి. ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికా కాలమున కలకత్తా సమీపమున ఒక ఫ్యాక్టరీయును, బొంబాయి సమీపమున మరొక ఫ్యాక్టరీయును ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. 1965–66 నాటికి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 58,500 టన్నులు కాగా, వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 50,000 టన్నులను మాత్రమే సాధించినవి.

క్లోరీన్ : వస్త్రపరిశ్రమ, కాగితపు పరిశ్రమ, మంచి నీటిని శుభ్రపరచుట మున్నగు పరిశ్రమలలో వాడుక చేయు క్లోరీన్ ఉత్పత్తి భారతదేశమున ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ప్రారంభమైనది. మొదటి ఫ్యాక్టరీని కలకత్తా సమీపమున 'ఇంపీరియల్ కెమికల్ ఇండస్ట్రీస్ సంస్థ' స్థాపించెను. తరువాత ధ్రంగాధరా, మెట్టూరు, ఢిల్లీ, డాల్మియానగర్ ప్రాంతములలో క్లోరీన్ ఉత్పత్తిని ప్రారంభించిరి. క్లోరీన్ దేశావసరములకు పుష్కలముగ లభించుచున్నది. 1951లో ద్రవరూప క్లోరీన్ వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము భారతదేశమున 13,289 టన్నులు కాగా, వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 5,352 టన్నులు మాత్రమే. తృతీయ పంచవర్ష ప్రణాళికాంతమునకు (1966) దేశమున క్లోరీన్ ఉత్పత్తిని చేయు ఫ్యాక్టరీలు 13 కలవు. వాటి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 79,840 టన్నులు కాగా, వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 61,000 టన్నులు. దేశమున ప్లాస్టిక్ పరిశ్రమ నానాటికి విస్తరించుటచే ఇంకను క్లోరీన్ ఉత్పత్తిని పెంచుటకు పథకములు రూపుగొనుచున్నవి [చూ. అకారాది - క్లోరీన్].

విరంజన చూర్ణము (బ్లీచింగ్ పౌడరు) : భారతదేశ స్వాతంత్ర్యము నాటికి నాసిరకము విరంజన చూర్ణమును తయారు చేయు ఫ్యాక్టరీలు దేశమున అచ్చటచ్చట నెలకొనినవి. వాటి వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 2,189 టన్నులు. 1955 ప్రాంతములో మెట్టూరు వద్ద జర్మనీ సాంకేతిక సహకారముతో వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 6,000 టన్నులు గల ఒక ఫ్యాక్టరీ నెలకొని పనిచేయుచున్నది. 1966 నాటికి దేశమున బ్లీచింగ్ పౌడర్ వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 16,300 టన్నులు కాగా, వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 10,800 టన్నులు.

సిమెంటు

జోసఫ్ ఆస్పిడీన్ కూలంకష పరిశోధనలు గావించి పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటును 1826 లో సిద్ధపరచెను. భారతదేశమున 1889 నాటికి పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటు కాలికట్‌లో తయారగుటకు కృషి జరిగెను. 1904 నాటికి భారీ స్థాయిలో సిమెంటును ఉత్పత్తిచేయు ఫ్యాక్టరీ మద్రాసు రాష్ట్రములో సిద్ధపరచబడి, రెండవఫ్యాక్టరీ 1914లో గుజరాతులోస్థాపింపబడి ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ఒకటి మధ్య ప్రదేశ్‌లోను, మరొకటి రాజస్థాన్‌లోను సిమెంటు ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. 1922-23 నాటికి దేశమున సుమారు 60 లక్షల టన్నుల ఉత్పత్తి గల సిమెంటు ఫ్యాక్టరీలు 11 పనిచేసినవి. విదేశములనుండి దిగుమతి అగుచున్న సిమెంటు ధర పోటీకి తట్టుకొనలేక కొన్ని ఫ్యాక్టరీలు మూతపడినవి. తరువాత టారిఫ్ రక్షణను సంతరించుకొని సిమెంటు పరిశ్రమలో పాల్గొను సంస్థలు ఒక సంఘము (సిమెంటు మాన్యుఫ్యాక్చరర్ అసోషియేషన్)గా(1926) ఏర్పడి, సిమెంటు వ్యాపార పరిశ్రమను సువ్యవస్థీకరించుకొనెను. భారతదేశ స్వాతంత్ర్యానంతరము దేశవిభజన ఫలితముగా 23 ఫ్యాక్టరీలు పాకిస్తాన్ భూభాగమునకు పోగా,1963 నాటికి దేశములోని సిమెంటు ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య31. వీటి ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 4 లక్షల టన్నులు. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో మొదటి సిమెంటు ఫ్యాక్టరీ - ఆంధ్రా సిమెంటు కంపెనీ-1937 లో విజయవాడ సమీపమున నెలకొనినది. ఇప్పుడు ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో 5 ఫ్యాక్టరీలు పనిచేయుచున్నవి.

కార్బన్ రాసాయనిక పరిశ్రమల వికసనము

ప్రత్తి, పట్టు, లక్క, చెట్ల జిగురులు, వనస్పతి రంగులు తోలును పదును చేయుటకు వాడుకచేయు టానిన్‌లు వంటి ప్రకృతి సిద్ధముగా లభించు ద్రవ్యములు ప్రాచీనకాలము నుండియు ప్రపంచ వ్యాప్తముగా వాడుకలో ఉన్నవి [చూ. సం. 2-పు. 107].

బర్జీలియస్ (1779–1848) రాసాయనిక యౌగికములను విశ్లేషించు విధానములను రూపొందించుటలో కృషి చేసెను. లావ్వాశ్యే (1743–93) ప్రకృతి సిద్ధముగా లభించు సేంద్రియ ద్రవ్యములలో కార్బన్, హైడ్రోజన్ ఆక్సిజన్ అను ముఖ్య ఘటకములు కలవని పరిశోధనల పూర్వకముగ రుజువు చేసెను.

ఫ్రెడరిక్ వలర్ అను జర్మనీ రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు 1828 లో తన ప్రయోగశాలలో యూరియాను తయారు చేసినప్పుడు ఒక రాసాయనిక సంయోజన సూత్రమును కనుగొనెను. నిజమునకు ఇదియే కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రాభివృద్ధికి ప్రారంభము అనవచ్చును. ఈ శాఖాభివృద్ధి వివిధ పరిశీలక ప్రయోగములు ఎప్పుడు ఎట్లు జరిగి నూతన వస్తూత్పత్తికి కారణమైనది మొదలగు విషయములు, విజ్ఞాన సర్వస్వము (రెండవ సంపుటము) - భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్ర సంపుటమున-పు. 121 లో వివరముగ తెలుపబడినది. పలువురు రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుల కృషి రాసాయనిక పరిశ్రమాభివృద్ధికి తోడ్పడినది. ప్లాస్టిక్కు, కృత్రిమ దారములు (నైలాన్ వంటివి), పెట్రో–కెమికల్స్ మొదలైన రాసాయనిక వస్తువులు, ఇతర పరిశ్రమలలో లభించు ఉపోత్పన్నములు లాభసాటి వస్తువులను తయారు చేయుటకు వీలయినది.

రాసాయనిక శాస్త్రరంగమున మౌలిక పరిశీలనలు ఈ రూపున సాగుచుండగా నేలబొగ్గు వాయువు-1810 ప్రాంతమున - దీప్తికారక ద్రవ్యముగా వాడుకలోనికి వచ్చెను. నేలబొగ్గువాయువు కోల్ తారునుంచి లభించిన ఉపోత్పన్నము. దీనిని ఇంధనముగాను, మసిపొడి (లాంప్ బ్లాంక్) ని తయారు చేయుటకును వాడుచుండెడివారు. కోల్ తారును స్వేదించునప్పుడు ఫలించు బాష్పశీల పదార్థములు టర్పెంటీన్ తైలమునకు బదులుగా 1815-20 మధ్య వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఆనాడు కోల్ తారు స్వేదనోత్పత్తులను వార్నిష్‌ల లోను, రబ్బరును కరగించుటకు ద్రావకముగాను వాడుచుండిరి.

క్రిముల వాత పడి కలప చెడిపోకుండుటకై క్రియొసోట్ ప్రక్రియకు గురి చేయు విధానము ఒకటి 1838 లో రూపొందెను. కోల్ తారును స్వేదించుటలో ఆంశిక విధానము ఒకటి 1848 లో ఛార్లెస్ మాన్స్‌ఫీల్డ్ సిద్ధపరచెను. అయినప్పటికిని ఆ రోజులలో భారీ రాశులలో కోల్ తారు వ్యర్థమయ్యెడిది. దానిని లాభసాటిగా వినియోగించు ప్రక్రియ ఏదియును నాడు లేదయ్యెను. పైగా కోల్ తారును పారవేయుట వల్ల అది ప్రజారోగ్య సమస్యగా పరిణమింప జొచ్చెను. ఇది ఇట్లుండగా పట్టు వస్త్రమునకు రంగును సిద్ధపరచు సమయమున పెర్కిన్ అను 18 ఏండ్ల ప్రాయము గల యువకుడు ఆనిలీన్ బ్లాక్ అను వర్ణ ద్రవ్యమును 1856 లో ఆకస్మికముగా పొందగలిగెను. ఇది కోల్ తారు నుంచి లభించిన రంగు. పెర్కిన్ సాధించిన ఫలితములను ప్రాతిపదికగా గొని పరిశోధనలు సాగించి కోల్ తారు నుండి మరి కొన్ని వర్ణ ద్రవ్యములను సాధించిరి. కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రమున బెన్జీన్ అణు స్వరూపమునకు వలయాకారము ఆపాదించిన వాడు ఫ్రీడిష్ కేకులే. ఇది 1865 లో జరిగిన సంఘటన. దీని ఫలితము ప్రకృతిసిద్ధముగా లభించు నీలి రంగుకు ప్రతిరూప పదార్థమును ఒకదానిని కృత్రిమముగా సాధించుటకు తోడ్పడెను. ఆనాడు జర్మనీ ఆలిజరిన్ వంటి చేత రంగులను ఉత్పత్తి చేయుటలో ప్రపంచమున ఏకాధికారమును సంతరించుకొన్నది. ఇట్లే కోల్ తారు నుండి పెక్కు రాసాయనిక ద్రవ్యములను సిద్ధపరచుటకు వీలయ్యెను. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ఇంగ్లండు, యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశములు ఈ పరిశ్రమలను పెంపొందించినవి. 1935 లో బెర్జియస్ ఉదజనీకరణము అను ప్రక్రియ సిద్ధపరచుటతో పెట్రోల్, కందెనలు వంటి పదార్థములను తయారుచేయుటకు వీలయ్యెను. వేరు వేరు ప్రేరక ద్రవ్యములను ఉపయోగించి జలవాయువును అనేక రకములైన వినియుక్త ద్రవ్యములుగా మార్చుటకు ఫిషర్, ట్రోపేష్ రూపొందించిన విధానములు తోడ్పడెను.

నేలబొగ్గుతో కార్బనీకరణము : నేలబొగ్గు నుండి వాయువును తయారుచేయు మొట్టమొదటి ఫ్యాక్టరీ ప్రపంచమున ఇంగ్లండు దేశమున 1798 లో జేమ్స్‌వాట్ ప్రారంభించెను. 1820 లో నేలబొగ్గు (కోల్ గాస్) వాయువును ఉత్పత్తిచేయు ఒక పెద్ద ఫ్యాక్టరీని స్థాపించి, వంట చేసికొనుటకు ప్రజలకు నేలబొగ్గువాయువును సరఫరా చేయుచుండిరి. గార్డెను అను వాడు కోల్ తారు నుండి స్ఫటిక రూపమున నాఫ్తలీన్‌ను సాధించి సిద్ధపరచెను. యుమాస్, లారెన్ 1833 లో ఆంత్రసీన్ ఉనికిని కనుగొని ప్రకటించిరి. హాఫ్‌మన్ 1845లో తేలిక నూనెయందు బెన్జీన్ ఉండునని వెల్లడించెను. ఆ తరువాత 1849 లో కోల్ తారును ఆంశిక స్వేదన ప్రక్రియకు గురి చేసి నాఫ్తాద్రావకము నుండి బెన్జీన్‌ను వ్యాపార సరళిలో సాధించుటకు మాన్స్‌ఫీల్డ్ విజ్ఞాని ఒక ఉపాయమును కనిపెట్టెను. నేలబొగ్గు వాయువు నుండి బెన్జీన్‌ను సాధించుట 1876 లో ప్రారంభమయ్యెను. భారతదేశమున మొదటి నేలబొగ్గు వాయువు ఫ్యాక్టరీ 1857 లో రూపుగొని, కలకత్తాలో వీధి దీపములను వెలిగించుటకుగాను ఈ వాయువు సరఫరా మొదలైనది. 1909 లో బీహారులో ఈస్ట్ ఇండియా రైల్వే తరపున 'సైమన్ కార్వ్స్' సంస్థ కోక్ ఓవెన్ ఫ్యాక్టరీని సిద్ధపరచెను. 1920 లో సొంత ఉపయోగమునకై అప్పటి ఉక్కు కర్మాగారములైన తాతా ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీ మూడు కోక్ ఓవెన్ ఫ్యాక్టరీలను ప్రారంభించెను. జరియా నేలబొగ్గు గనుల ప్రాంతమున 1924 నాటికి వ్యాపార సరళిలో నేలబొగ్గు వాయువును ఉత్పత్తి చేయు 4 కేంద్రములు వెలసినవి. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ఉక్కు ఫ్యాక్టరీలు వాటి ఉత్పత్తిని పెంపొందించినవి.

నేలబొగ్గు కార్బనీకరణ ప్రక్రియయందు అడ్డముగా ఉండు రిటార్ట్‌లను, కోక్ ఓవెన్‌లను కూడ వాడుక చేసిరి. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధమునకు ముందు భారతదేశమున కోల్ తారు, క్రియొసోటాయిలు, నాఫ్తలీన్, కీలు, కొన్ని రకములైన క్రిమిసంహారులు ఉత్పత్తి అయ్యెడివి. రాసాయనిక ద్రవ్యములను సాధించుట అప్పటికి భారతదేశమున లేదు. కాని, ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధ సమయమున యుద్ధావసరములను సమకూర్చుటకై గాసోలీన్ సాధించు యంత్ర వ్యవస్థను ఒకదానిని జమ్‌షడ్‌పూర్‌లో స్థాపించిరి. ఉక్కు ఫ్యాక్టరీలు కార్బనీకరణ ప్రక్రియయందు అత్యధిక తాప క్రమమును వాడినవి. స్వాతంత్ర్యానంతరమున బీహారులో

1951 ప్రాంతమున సింద్రీ ఎరువుల ఫ్యాక్టరీకి సంబంధించిన కోక్ ఓవెన్ కర్మాగారములు పని ప్రారంభించినవి. ఇవి అమోనియా, కోల్ తారు, నాఫ్తలీన్, బెన్జోల్, బెన్జీన్, టాల్యూయిన్, జైలీన్ వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యములను ఉత్పత్తి చేసినవి. 1955 - 56 నాటికి 8 పెద్ద ఫ్యాక్టరీల వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 34,71,000 టన్నులు; వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 24,00,000 టన్నులు. చిన్న తరహా ఫ్యాక్టరీల మొత్తము వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 1,09,10,000 టన్నులు కాగా, కోకు ఉత్పత్తి 1,20,000 టన్నులు. ఇందు సగమునకు పైగా ప్రభుత్వరంగమునకు చెందినవి. దక్షిణప్రాంతమున నైవేలీ లిగ్నైట్ కార్పొరేషన్‌కు 4,23,000 టన్నుల కోకు ఉండలను తయారుచేయు ఉత్పత్తి సామర్థ్యము కలదు. 1965 - 66 నాటికి కోకింగ్ కోల్ ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 1,41,80,000 టన్నులు.

కోల్‌తారు స్వేదనోత్పత్తులు : భారతదేశమున మొదటి కోల్‌తారు స్వేదనోత్పత్తి కర్మాగారము 1921 లో జరియా ప్రాంతమున నెలకొనినది. అల్ప ఉత్పత్తి స్థాయి గల కర్మాగారములు బొంబాయి, కలకత్తా సమీపమున ప్రైవేటురంగమున ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. ఆదిలో భారత దేశమున కోల్‌తారు స్వేదనోత్పత్తి పరిశ్రమ క్రియొసోటాయిలు, నాఫ్తలీన్, రోడ్లతారు వంటి వాటికి పరిమితమైనది. 1930 నాటికి తారు ఉత్పత్తి రాశి 15,000 టన్నులు మాత్రమే. ఇది 1942 నాటికి 60,000 టన్నులకు పెరిగినది. 33,514 టన్నుల కోల్‌తారును శోధించగా 1,729 టన్నుల మంచితారు, 22,243 టన్నుల రోడ్డుతారు, 6,060 టన్నుల మామూలు తారు, 3,356 టన్నుల ఆస్ఫాల్ట్ లభించినవి (1946). దేశమున 5 లక్షల లీటరుల క్రిమి సంహారి మందులును, 5 08,21,000 ఘ. మీ. (1,79,26.97,000 ఘ. అ.) నేలబొగ్గు వాయువు కూడ ఉత్పత్తి అయినవి. బెన్జీన్ 109 లక్షల లీటరులు ఉత్పత్తి అయినది. వీటి ఉత్పత్తి ప్రణాళికాబద్ధముగా ప్రథమ, ద్వితీయ, తృతీయ పంచవర్ష ప్రణాళికాకాలమందు ఇతోధికముగా పెంపొందింపబడినది.

బెన్జీన్ : ఉక్కు కర్మాగారములకు అనుబంధముగా 1941 - 44 మధ్య బెన్జీన్‌ను సాధించు యంత్రాగారములు ప్రారంభింపబడినవి. 1951 లో భారతదేశమున బెన్జీన్ ఉత్పత్తి 1,41,700 లీటరులు. సింద్రీ ఎరువుల ఫ్యాక్టరీ ప్రారంభమగుటతో 1955 - 56 నాటికి ఈ ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 24,20,000 లీటరులకు పెరిగినది. 1961 లో బెన్జీన్ వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 97,29,000 లీటరులకు పెరిగినది. ఉత్పత్తి అయిన బెన్జీన్ భారీరాశులలో బెన్జీన్ హెక్సా క్లోరైడ్ (బి.ఎచ్.సి), డి. డి. టి. వంటి పరిశ్రమలలో వినియోగమైనది.

టాల్యూయిన్ : ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ కాలమునకు ముందు భారతదేశమున టాల్యూయిన్ కర్మాగారము ఒకటి మాత్రమే ఉండెడిది. ఇది యుద్ధమందు కీలక ద్రవ్యమగుటచే యుద్ధావసరములను తట్టుకొనుటకు ఉక్కు ఫ్యాక్టరీలకు అనుబంధించి టాల్యూయిన్ కర్మాగారములను ప్రారంభించిరి. సింద్రీ ఎరువుల ఫ్యాక్టరీ, ప్రభుత్వ రంగమున ఉక్కు ఫ్యాక్టరీలు నెలకొనుటతో దేశమున టాల్యూయిన్ ఉత్పత్తి సామర్థ్యము ఇతోధికమైనది.

నాఫ్తలీన్ : భారతదేశమున నాఫ్తలీన్ ఉత్పత్తి ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధ సమయమున వార్షిక ఉత్పత్తి 60 టన్నులతో ప్రారంభమై, 1951 నాటికి 765 టన్నులకు పెరిగినది. 1960 లో మరొక 4 కర్మాగారములు ప్రారంభమగుటతో ఉత్పత్తి సామర్థ్యము పెరిగినది.

వర్ణద్రవ్యములు

బట్టలకు రంగువేయుట ప్రాచీన భారతీయుల కళ. కోచనీల్ రంగు, లక్క రంగు స్వదేశీ రంగులే. నీలి, పసుపు, కాచు, కుసుమ, రావి (మేడర్), అరపూస మొదలగు వనస్పతి రంగులు భారతదేశమున ఒకప్పుడు ఎక్కువగా వాడుకలో ఉండెడివి. ప్రాచీన భారతదేశమున ఎరుపు రంగు నిచ్చు తైలము (టర్కీ రెడ్) ఇతర దేశములకు ఎగుమతి అయ్యెడిదనుటకు చారిత్రకాధారములు కలవు. ఆ కాలమున ఈ దినుసును ‘ ఇండియా రెడ్ ’ అని వ్యవహరించెడివారు. పటిక, అన్నభేది, ఆవుపేడ రంగు మన్నుటకుగాను వస్త్రమునకు పక్కారంగు వేయునప్పుడు వాడెడివారు. నీలి, లక్క ఈ రెండు రంగు దినుసులును 15 వ శతాబ్దమున ఇతర దేశములకు విరివిగా ఎగుమతి అయ్యెడివి. 1856 లో పెర్కిన్ ఆనిలీన్ రంగును సిద్ధపరచుటతో వర్ణద్రవ్యముల ఉత్పత్తిరంగమున అంతకుముందు కని వినని నంత బ్రహ్మాండమైన మార్పు వచ్చెను. పెర్కిన్ గురువు హాఫ్‌మన్ బెన్జీన్ నుండి ఆనిలీన్‌ను వేరుపరచెను. పెర్కిన్ సెలవులలో ఉబుసుపోకకు తన తండ్రి లేబరేటరీలో ఆనిలీన్ లవణ ద్రావణమునకు ఆసిడ్, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ కలపగా అది నల్లగా మారెను. ఆ నల్లటి ద్రావణములో పట్టుబట్ట ముంచినప్పుడు దానికి ఊదారంగు పట్టెను. వెంటనే పెర్కిన్ విద్యకు స్వస్తి చెప్పి 1857 లో ఒక ఫ్యాక్టరీని స్థాపించి, వర్ణద్రవ్యముల తయారీకి ఉపక్రమించెను. తయారైన రంగులను పట్టు బట్టలకు రంగువేయు వారికి సరఫరా చేయుచుండెడివాడు. వర్ణ

ద్రవ్యములు భారీరాశులలో తయారగుటకు ఇదియే నాంది. పైగా పెర్కిన్ ఆకస్మిక ఆవిష్కరణ మరొక పెద్ద రాసాయనిక రంగమునకు మూలాధారమయ్యెను. కోల్ తారును ఆధారముగా గొని అనేక రాసాయనిక ద్రవ్యములను సాధించుటకు పెర్కిన్ కారకుడయ్యెను. వాస్తవమునకు వర్ణద్రవ్యముల ఉత్పత్తి ప్రక్రియలు ఔషధములు, ప్రేలుడు సామగ్రి, ప్లాస్టిక్కులు, ద్రావకములు వంటి కోల్ తారు స్వేదనోత్పత్తులతో ముడివడి ఉన్నది. బెన్జిన్, టాల్యుయిన్, నాఫ్తలీన్, క్రియొసోట్ లు, ఫినోల్, కార్బాజోల్, పిరోలిడీన్ మొదలగునవి వర్ణద్రవ్యముల ఉత్పత్తి యందు పాల్గొను మౌలిక రాసాయనిక ద్రవ్యములు; ఇవి అన్నియు కోల్ తారు స్వేదనోత్పత్తుల సంతతికి చెందినవియే. ఈ విధముగా లభించిన వర్ణద్రవ్యములను జవుళీ, కాగితము, ఔషధములు, పరిమళ ద్రవ్యములు, సిరా, పెయింట్లు, ఫోటోగ్రఫీ, తోలు మొదలగు పరిశ్రమల యందు విరివిగా వినియోగమగుచున్నవి. భారతదేశమున వర్ణద్రవ్యముల ఉత్పత్తిని పూనా సమీపమున ఉన్న ఘాట్ ఘర్ వద్ద 1940 లో ప్రారంభించిరి. 1951 నాటికి ఆజో రంగుల ఉత్పత్తిచేయు కర్మాగారములు ఆరు వెలసినవి. విదేశీ సాంకేతిక సహకారముతో అతుల్ సంస్థ గుజరాత్‌లో వర్ణద్రవ్యములను ఉత్పత్తిచేయు ఫ్యాక్టరీని భారీస్థాయిలో ప్రారంభించినది. 1952 నుండియు ఆజోరంగులు, ఆమ్ల రంగులు, గంధకము, నలుపు వంటివి ఇందు తయారైనవి. మహారాష్ట్ర, గుజరాత్, ఢిల్లీ, పంజాబు రాష్ట్రములు వర్ణద్రవ్యముల ఉత్పత్తికి కేంద్రములు. 1961 నాటికి అనేక విధములైన వర్ణద్రవ్యములను తయారుచేయు 30 ఫ్యాక్టరీలు భారతదేశమున కలవు. తృతీయ పంచవర్ష ప్రణాళికాంతమునకు భారతదేశమున వార్షిక వర్ణద్రవ్య ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 11,000 టన్నులకు పెరగగా, వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తి 7,000 టన్నులు మాత్రమే సాధించబడినది.

పెట్రో-కెమికల్ పరిశ్రమ

రాసాయనిక పరిశ్రమలలో ఇటీవల అవతరించిన (1930) పెట్రోల్ పరిశ్రమ ప్రముఖమైనది. ముడినూనె (క్రూడాయిల్) నుండి పెట్రోల్‌ను నూతన ప్రక్రియల ద్వారా సాధించి, శోధించునప్పుడు వేలసంఖ్యలో కార్బన్ రాసాయనిక ద్రవ్యములు ఉపోత్పన్నములుగా వెలువడును. ఈ ప్రక్రియలను ఎప్పటికప్పుడు రూపొందించి వ్యాపారసరళిని సిద్ధపరచుటలో యునైటెడ్ స్టేట్స్ మిగతా ప్రపంచదేశములకు మార్గదర్శి అయ్యెను. దీపములు వెలిగించుటకు ఉపయుక్తములగు కిరోసిన్‌ను బోలు తైలమును, పారఫిన్ మైనమును సాధించుటకు యంగ్ అనువాడు 1840 లో ముడినూనె (శిలాతైలము) ను స్వేదనమునకు గురిచేసెను. 1855 ప్రాంతములో ప్రకృతి సిద్ధముగా అవతరించిన పెట్రోల్ ముడినూనెను బెన్జిమిన్ సిలిమా ఆంశిక స్వేదమునకు గురిచేసినపుడు లభించు ఫలిత ద్రవ్యములను గూర్చి కూలంకషమైన పరిశీలనలు గావించెను. అంతకుముందు తిమింగలమునూనె దీపపునూనెగా ఎక్కువ వాడుకలో ఉండెడిది. అది చాల ఖరీదగుటచేతను, దొరకక పోవుటచేతను పెట్రోల్‌నూనె వాడుకలోనికి వచ్చెను. అధిక క్వథనాంకముగల పెట్రోల్ ద్రవ్యములైన గ్రీజు, వ్యాసులైను కందెనలుగా వాడుకలోనికి వచ్చెను. పెన్సిల్వేనియా (యునైటెడ్ స్టేట్స్) లో 1859 ప్రాంతమున ఒక పెట్రోల్‌గని ప్రారంభించుటయే ప్రపంచమున పెట్రోల్ పరిశ్రమకు నాంది. 1873 ప్రాంతమున బాకూ (సోవియట్ రష్యా) వద్ద ఒక పెట్రోల్‌గని నెలకొనుటతో యూరప్ ఖండమున పెట్రోల్ పరిశ్రమ ప్రారంభమైనది. అయితే, 20 వ శతాబ్దమున మొదటి పది ఏండ్లలోను - మోటారుకారు వాడుకలోనికి వచ్చువరకు - పెట్రోల్‌కు అసలు గిరాకీ లేకుండెను. 1926 - 36 మధ్య తాపవిధానమున, ప్రేరక విధానమున ముడినూనెను విచ్ఛేదనము (క్రేకింగ్) నకు గురి చేయు నూతన ప్రక్రియలు వెలువడుటతో పెట్రోల్ విరివిగా లభింపసాగినది. దానితో మోటారు కారు పరిశ్రమ ఇతోధికమై, పెట్రోల్‌కు ముందెన్నడూ లేని గిరాకీ ఏర్పడినది. విచ్ఛేదన ప్రక్రియయందు ఉపోత్పన్నములుగా విడివడిన వాటిని ఆదిలో ఇంధనములుగా ఉపయోగించిరి; కాని, ఆ ఉపోత్పత్తులను లాభసాటిగా ఉపయోగించి, రాసాయనిక ద్రవ్యములను తయారుచేయవచ్చునని తరువాతి పరిశోధనలవలన తేలినది. ఈ పరిశోధనా ఫలితములు ‘పెట్రో-కెమికల్ పరిశ్రమలు’ అను నూతన పారిశ్రామిక రంగము ఉదయించుటకు దారితీసినవి. పెట్రోల్ పరిశోధన యందు విడివడు మడ్డి కూడ వ్యర్థముగా పోక లాభసాటిగా వినియోగించుటకు ఇప్పుడు వీలయినది. పెట్రోలియమ్ నూతుల నుండి వెలువడు చమురు వాయువు వృథాగా పోకుండా దానిని బంధించి, వినియోగమునకు తీసికొని వచ్చుటకు కూడ వీలయినది. విచ్ఛేదన ప్రక్రియయందు అధిక ఆంశికములలో విడివడు మైనములు కూడ ఈ పెట్రో-కెమికల్ పరిశ్రమకు చెందినవే. 1920 లో ప్రోపిలీన్‌నుండి ఐసో ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్‌ను సిద్ధపరచు విధానమును కనుగొనిరి.

పెట్రోలియమ్‌ను సాధించునపుడు ముడినూనెను అనేక రాసాయనిక ప్రక్రియలకు లోనుజేయవలసి వచ్చినప్పుడు అనేకములైన మధ్యస్థపదార్థములు ఫలించును. 20వ శతాబ్దపు ప్రారంభ సంవత్సరములలో స్టాండర్డ్ ఆయిల్ కంపెనీ (యునైటెడ్ స్టేట్స్) కి చెందిన బర్టన్ విజ్ఞాని ముడినూనె నుండి పెట్రోలియమ్ సాధించుటకు తెర్మల్ క్రేకింగ్ వంటి పెక్కు పద్ధతులను రూపొందించెను. దీనిని అభివృద్ధిచేసి, మెరుగులుదిద్దిన విజ్ఞాని ఈజీన్ హౌండ్రీ. ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా దాదాపు వేయి వస్తువులను పరిశీలించి, నిరాకరించిన పిదప 1930 లో అతడు తగిన ప్రేరక పదార్థమును సిద్ధపరుపగలిగెను. అదియే ప్రేరిత బంకమన్ను. దాని వలన పెక్కు కృత్రిమ సంయోజన పదార్థములు తయారయ్యెను. ఆ తరువాత ఎతిలీన్ నుండి గ్లైకోల్ (ఆల్కహాల్) వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యములను తయారుచేయు ప్రక్రియలు రూపొందింపబడినవి.

భారతదేశమున పెట్రోల్ నిధులను అన్వేషించి, క్రూడాయిల్, పెట్రోలియమ్, చమురువాయువు ఉత్పత్తులను సాధించుటకు 1959 లో 'ది ఆయిల్ ఇండియా లిమిటెడ్' అను సంస్థ నెలకొనినది. ఇది దిగ్బాయి (అస్సాము) సమీపమున ఉన్న పెట్రోల్ నిధులను పైకి తీయుటకై ఏర్పాటు అయినది. ఈ కంపెనీలో భారత ప్రభుత్వమునకు సగము వాటాయును, మిగతా సగము వైయక్తికరంగమునకు చెందిన బర్మా ఆయిల్ కంపెనీకిని చెందినవి. నహోర్‌కతియా, హుగ్రిజాన్, మొరాన్ ప్రాంతములలో పెట్రోల్ నూతులు త్రవ్వి, అచటి నుండి ముడినూనెను నున్మాతీ, బరౌనీ పెట్రోల్ శోధనాగారములకు రవాణా చేయుటకై పైపులైనులు వేసిరి. ప్రభుత్వ రంగమునకు చెందిన ఇండియన్ ఆయిల్ కార్పొరేషన్ 1964 లో సిలిగురిని నున్మాతీకి కలుపుచు ఒక పైపులైను వేసెను; అట్లే ఆల్‌దియానీని బరౌనీకి కలుపుచు మరొకటి సిద్ధమైనది. బరౌనీని కాన్పూర్‌తో కలుపుటకై వేయబడ్డ పైపులైను పాట్నా, మొగల్‌సిరాయి, అలహాబాదు ప్రాంతములకు పెట్రోల్ ద్రవ్యములను సప్లయి చేయుచున్నది. ఇట్లే గుజరాతు రాష్ట్రమున కూడ పైపులైను వ్యవస్థ నెలకొనినది.

పెట్రోల్ శోధన: ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళిక ఆరంభము వరకు భారతదేశములో దాదాపు పెట్రోల్ అవసరములు అన్నియు దిగుమతి ద్వారానే తీరెడివి. దిగ్బాయి వద్ద ఉన్న అస్సామ్ ఆయిల్ కంపెనీవారి పెట్రోల్ శోధన కర్మాగారము మొత్తపు దేశావసరములలో 5 శాతము మాత్రము ఇచ్చెడిది. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికా కాలమున ట్రాంబేలో రెండు 1955 లోను, ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లోని విశాఖపట్టణము వద్ద ఒకటి 1957 లోను మొత్తము మూడు పెట్రోల్ శోధనా కర్మాగారములు భారతదేశమున వెలసినవి. 1957 అంతమునకు ఈ మూడింటిలోను శోధించిన ముడినూనె 43 లక్షల టన్నులు. 1966 నాటికి దేశమున పెట్రోల్ శోధనోత్పత్తి సామర్థ్యము 85,54,000 టన్నులకు పెరిగినది. గౌహతి సమీపమున నున్మాతీ పెట్రోల్ శోధన కర్మాగారము రుమేనియాదేశపు సాంకేతిక సహకారముతో నెలకొని, 1962 నుండి పని చేయుచున్నది. దీని శోధన సామర్థ్యము $7\frac{1}{2}$ లక్షల టన్నులు. సోవియట్ రష్యా సాంకేతిక సహకారముతో 10 లక్షల టన్నుల ఉత్పత్తి సామర్థ్యముతో మరొక పెట్రోల్ శోధనా కర్మాగారము ప్రభుత్వరంగమున బరౌనీలో నెలకొనినది. దీని ఉత్పత్తి సామర్థ్యము ఇటీవల 30 లక్షల టన్నులకు పెరిగినది. గుజరాతు రాష్ట్రమున బరోడా సమీపమున ఉన్న కొయాలీ వద్ద మరొక ప్రభుత్వ సంస్థ సోవియట్ రష్యా సాంకేతిక సహకారముతో నెలకొని, స్థానికముగా లభించు ముడినూనెను 1965 నుండి శోధించుచున్నది. దీని ఉత్పత్తి సామర్థ్యము ఆదిలో 10 లక్షల టన్నులు ఉండగా, ఇటీవల దీనిని 30లక్షల టన్నులకు పెంచిరి. దక్షిణప్రాంతమున యునైటెడ్ స్టేట్స్ సాంకేతిక సహకారముతో 25 లక్షల టన్నుల ముడినూనె శోధన సామర్థ్యము గల ఒక కర్మాగారము కొచిన్ ప్రాంతమున సిద్ధమగుచున్నది. మరొకటి అంతే సామర్థ్యము గలది మద్రాసు ప్రాంతమున మనాలీలో రూపొందుచున్నది (1968). ఎస్సో కంపెనీ సాంకేతిక సహకారముతో భారతదేశమున కండెననూనెలు ఉత్పత్తి చేయు కర్మాగారము నిర్మాణములో ఉన్నది (1968). దీని ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 1,45,000 టన్నులు.

యూనియన్ కార్బైడ్ అను వైయక్తిక సంస్థ 1966 చివర 60,000 టన్నుల ఉత్పత్తి సామర్థ్యము గల నాఫ్తా కర్మాగారమును ఒకదానిని ట్రాంబే (బొంబాయి సమీపమున) వద్ద ప్రారంభించినది. ప్లాస్టిక్కులు, ద్రావకములు, ఇంకను ఇతర రాసాయనిక ద్రవ్యములను ఉత్పత్తి చేయుటకు ఈ ఫ్యాక్టరీ ఉద్దిష్టమైనది. బొంబాయిలో నోసిల్ స్థాపించిన 2,25,000 టన్నుల కర్మాగారముతో బాటు పొలిఫిన్ ఇండస్ట్రీస్ సంస్థ కూడ పెట్రోల్ రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తిని కొనసాగించుచున్నది. పి.వి.సి., పోలిథీన్, బెన్జీన్, బుటాడీన్ ద్రావకమును ఈ రెండు ఫ్యాక్టరీలు తయారుచేయుచున్నవి.

కృత్రిమ దారములు

ఏదో వింతయైన జాడ్యము వచ్చి, ప్రకృతిసిద్ధముగా పట్టు పురుగుల మూలమున లభించు అసలు పట్టుపరిశ్రమ కుంటు

వడీ, పూర్తిగా దెబ్బ తినునేమో అని పట్టు పారిశ్రామికులు భయపడజొచ్చిరి. ఆ నాడు ప్రసిద్ధి వహించిన రాసాయనిక విజ్ఞాని లూయీ పస్టూర్ కడకు వెళ్లి వారు మొరపెట్టుకొని అతని సలహాను అర్థించిరి. అప్పుడు అతని శిష్యుడు కౌంట్ విలేరీ చార్డొన్నెడాట్ కొల్లాయిడాన్ ద్రావణమును ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకముపై విసిరినప్పుడు అది ఆరిన తరువాత దాని నుండి పట్టును బోలు నైట్రో-సెల్యులోజ్ దారములను లాగగలిగెను; 1884 లో అతడు దీనికి ఒక పేటెంటును కూడ పొందెను. అయితే, తరువాత క్రొత్త పద్ధతులు రూపుగొనుటతో నైట్రో - సెల్యులోజ్ నుండి కృత్రిమ దారములను తీయుపద్ధతులు రంగమునుండి నిష్క్రమించెను. 1892 ప్రాంతమున క్రాస్, బెవాన్ అను వారలు విస్కోస్ పద్ధతిని కృత్రిమ దారమును సిద్ధపరచు ప్రక్రియను రూపొందించిరి. పాలీ అను వాడు విస్కోస్ ప్రక్రియకు 1897 లో పేటెంటు స్వామ్యమును పొందెను. 1910 నుండి దాని ఉత్పత్తి వ్యాపార సరళిలో సాగినది. శుభ్రపరచిన గుజ్జును 18 శాతము గల కాస్టిక్ సోడా ద్రావణమున కరగించి, దానికి కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ద్రావణమును కలుపగా వచ్చు ముద్దను మరల విలీన కాస్టిక్ సోడా ద్రావణమునందు కరగించి, దానిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పాత్రలోనికి సన్నగా పంపినపుడు కృత్రిమ దారము లభించెడిది. ఆ తరువాత ఆ దారమును గంధకరిక్తము చేసి, ఆరబెట్టి, నేతకు ఉపయోగించెడివారు. 1890 ప్రాంతమున డెస్ప్రెయిస్ క్యూప్రమోనియమ్ పద్ధతిని కృత్రిమ దారములు రూపొందించు విధానమును వెల్లడించగా, ఇంగ్లండులోని కవెంట్రీ ప్రాంతమున ఒక ఫ్యాక్టరీ నెలకొని, 1904 నుండి ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినది. నిర్జల ఆసిటిక్ అమ్లము, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణముతో సెల్యులోజ్‌ను ప్రతికరింపజేయగా సెల్యులోజ్ ఆసిటేట్ దారము 1865 లో ఫలించినది. ఆ తరువాత ఆసిటేట్ దారమును కడిగి, ఆసిటోన్‌లో కరగించి గోరువెచ్చని గాలి తుషార ప్రవాహములోనికి పంపినపుడు కృత్రిమ దారము లభించుచున్నది. డర్బీ ప్రాంతమున ఒక ఫ్యాక్టరీ నెలకొని ఈ పద్ధతిని దారమును తయారు చేసినది. కెసీన్ వంటి ప్రోటీన్‌ల నుండి లానిటాల్ అను కృత్రిమ దారమును 1937 లో ఉత్పత్తి చేయ ప్రారంభించిరి. 1944 నుండి ఇంగ్లండులో వేరుసెనగను ఆధారముగా గొని ఆర్డిల్ అను కృత్రిమదారమును ఉత్పత్తి చేయసాగిరి.

డూ పాంట్ లేబరేటరీలో కరోతర్ సాగించిన పరిశోధనలు (1938) నైలాన్ ఉత్పత్తికి దారితీసినవి. ఆడిపిక్ ఆసిడ్, హెక్సా మెతిలీన్ డైయామీన్ వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యములనుండి నైలాన్‌ను కరోతర్ పొందగలిగెను. 1939 నుండి నైలాన్ ఉత్పత్తి వ్యాపార సరళిని సాగినది. తరువాత డెక్రాన్, టెరిలిన్ (టెరీన్) వంటి పోలీ ఎస్టర్ కృత్రిమ దారములు డై మెతిల్ టెరి తాలేట్, ఎతిలీన్ గ్లైకోల్ వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యముల నుండి సాధించుటకు ప్రత్యేక రాసాయనిక ప్రక్రియలు రంగమున ప్రవేశించినవి. 1950 తరువాత వీటి ఉత్పత్తి వ్యాపారసరళిని సాగినది. పీచుగాజు 1839 లో నేతకు పనికి వచ్చునట్లుగా మైకేల్ జె. ఓవెన్స్ అనునతడు తయారు చేసెను. ఆర్గాన్, అక్రిలాన్ ఉత్పత్తిని డూ పాంట్ సంస్థ చేపట్టి అక్రిలో నైట్రిల్‌ను పోలిమరైజేషన్ ప్రక్రియ ద్వారా ఉత్పత్తి చేసిరి.

భారతదేశమున రయాన్ నేతపరిశ్రమ 1933 లో నెలకొనినది. దీనికి కావలసిన ముడికృత్రిమ పట్టుదారము అంతయు విదేశముల నుండి దిగుమతి చేసికొనెడివారు. విస్కోస్ ప్రక్రియను ఆధారముగా 1950 ప్రాంతమున కేరళలోను, మహారాష్ట్రలోను రెండు ఫ్యాక్టరీలు ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. 1953 ప్రాంతమున మరొక కృత్రిమ దారముల ఫ్యాక్టరీ నెలకొనినది. గ్వాలియర్‌లో ఒక రయాన్ ఫ్యాక్టరీ, ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని ఆదిలాబాదు జిల్లా యందు మరొక రయాన్ (సిర్‌సిల్క్) ఫ్యాక్టరీ 1955 లో ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. బొంబాయి సమీపమున ఒకటి, మెట్టుపాళెయమ్ సమీపమున మరొకటి కృత్రిమ దారములను ఉత్పత్తిచేయు ఫ్యాక్టరీలు 1961 - 62 లో నెలకొనినవి.

కృత్రిమ రబ్బరు

బెల్జియమ్‌లో జన్మించిన న్యూల్యాండ్ అను రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు 1921 ప్రాంతమున డై వినీల్ ఆసిటిలీన్ అను ఒక పసుపురంగు తైలమును సాధించెను. ఇది మూడు ఆసిటిలీన్ అణువుల రాసాయనిక సంయోగము వలన సిద్ధించినది. దీనికి సల్ఫర్ డై క్లోరైడ్ చేర్చగా రబ్బరువలె సాగునట్టి పదార్థము ఫలించినది. కాని, ఇది మెత్తగా ఉన్నందున దీనిలోని లోపములు కనుగొని గట్టి పరచుటకు డూ పాంట్ లేబరేటరీలో ఆర్నాల్డ్ ఎమ్. కాలిన్స్ పరిశోధనలు జరిపి, అందలి లోపములను కనుగొనెను. అతని పరిశోధనల ఫలితముగా దానిలో రెండు మోనో వినీల్ ఆసిటిలీన్‌లును, క్లోరిన్ కలిసిన యౌగికమును ఉన్నట్లు తెలిసెను. నైలాన్‌ను కనుగొని ప్రసిద్ధి చెందిన విలియమ్ హెచ్. కరోతర్ సూచనపై కాలిన్స్ హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్, మోనో ఆసిటిలీన్‌ల మధ్య ప్రతిక్రియను పరిశీలించెను. తత్ఫలితముగ 'క్లోరోప్రీన్' అను

పదార్థము ఫలించెను. క్లోరోప్రీన్ అణుపుంజీకరణ వస్తువు వల్కనైజ్ చేయబడిన రబ్బరు వంటిదని కనుగొన్న తరువాత నియోప్రీన్ అను కృత్రిమ రబ్బరు తయారైనది. వ్యాపారరీతిగా ఈ నియోప్రీన్‌కు అవకాశములు ఎక్కువ పర్పడి, కృత్రిమ రబ్బరు ఉత్పత్తి వ్యాప్తిచెందినది.

ప్లాస్టిక్కు రాసాయనిక ద్రవ్యముల తయారీ

ప్లాస్టిక్కు అను పదము రెసిన్‌కు సంబంధించిన అనేక పదార్థములను సూచించును. 1833 ప్రాంతమున నైట్రో-సెల్యులోజ్‌ను తయారుచేయు విధానమును కనుగొనినట్లు మరొక సందర్భమున ప్రస్తావించి ఉన్నది [చూ. పు. 100]. హ్యాట్ సోదరులు 1869 లో సెల్యులాయిడ్‌ను సిద్ధపరచిరి. 1939 ప్రాంతమున వినీల్ క్లోరైడ్ అను పదార్థము పోలిమరైజేషన్ ప్రక్రియ ఫలితముగా సిద్ధించినది.

యునైటెడ్ స్టేట్స్ వాస్తవ్యుడగు లియో ఎచ్. బేక్‌లాండ్ తన ఉపజ్ఞవల్ల బేక్‌లైట్ అను తెర్మోసెటింగు ప్లాస్టిక్కును 1909 లో రూపొందించెను. ఒక వ్యక్తి అనాదిగా వచ్చుచున్న అభిప్రాయముల ప్రసక్తి లేక పూర్తిగా క్రొత్తది, ముఖ్యమైనది అయిన పదార్థమును, దానినుండి ఇతర పదార్థములను ఎట్లు కనుగొనగలడో అనుదానికి బేక్‌లైట్ తార్కాణము కాగలదు. బేక్‌లైట్‌ను బేక్‌లాండ్ కనుగొనుటకు ముందు కర్పూరముతో ప్రయోగ పరిశీలనములు చేసెను. కర్పూరపు ధర ప్రియమగుచున్నందున అతడు దానితో ప్రయోగములు చేయుట ఆర్థికముగా గిట్టుబాటు కాదని భావించి, ఫార్మాల్డిహైడ్‌ను ఫినోల్ ద్రవ్యముతో ప్రతికరింపజేసి, కృత్రిమముగా లక్క పదార్థమును రూపొందింపజేసెను. ఈ కృషి ఫలితముగా బేక్‌లైట్ సిద్ధించెను. 1930 ప్రాంతమున పోలివినీల్ క్లోరైడ్, పోలీ ఎతిలీన్ మున్నగు ప్లాస్టిక్కు జాతి పదార్థములు రంగమున ప్రవేశించినవి. ఫినోల్-ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు, యూరియా - ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు, మేలమీన్-ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు, పోలీ ఎస్టర్ రెసిన్‌లు, సిలికోన్‌లు, పోతపోయుటకు వీలగు ఫ్యూరేన్ ద్రవములు వంటివి రెసిన్‌లను వేడిమికి గురిచేసినపుడు గట్టిపడి ఫలించిన ప్లాస్టిక్ రకములు; వీటిని తెర్మోసెట్టింగ్ రకములు అందురు. ఇక, తెర్మోప్లాస్టిక్కులు అనునవి వేడి చేసినప్పుడు మెత్తపడునవి. ఈ తరగతికి చెందినవి సెల్యులోజ్ అసిటేట్, పోలీ ఎతిలీన్, పోలీ స్టిరిన్, పోలీ వినీల్ క్లోరైడ్ (పి. వి. సి), నైలాన్ రకములు ఆరు; పోలీ ప్రెపిలీన్ మున్నగునవి. భారతదేశమున 1958 నాటికి ఫినోల్-ఫార్మాల్డిహైడ్ పోతపోయు పొడుమును ఉత్పత్తిచేయు రెండు కర్మాగారములు కలవు. వీటి వార్షిక ఉత్పత్తి 1,338 టన్నులు. 11 రకముల ఫినోల్ - ఫార్మాల్డిహైడ్ చూర్ణములను తయారుచేయు 4 కర్మాగారములు 1961 నాటికి ఉత్పత్తిని సాగించుచున్నవి. ఈ పోత చూర్ణములు ముఖ్యముగా విద్యుత్ పరికరములు, టెలిఫోన్ పరికరములు, రేడియో పెట్టెలు తయారీలో వినియోగమగుచున్నవి. 1962 నుండి కోల్‌తారు శోధనాగారములలో ఫినోల్ తయారు కాగా, ఫార్మాల్డిహైడ్, హెక్సామిన్ అనునవి గుజరాతులో నెలకొని ఉన్న రాసాయనిక కర్మాగారములలో తయారగుచున్నవి భారతదేశమున 1956 నుండి యూరియా - ఫార్మాల్డిహైడ్ చూర్ణము ఉత్పత్తి అగుచున్నది. ఇందులకు అవసరమగు యూరియాను సింద్రీలోని ఎరువుల ఫ్యాక్టరీ సమకూర్చుచున్నది. పోలీ స్టిరిన్ ఉత్పత్తి 1957 లో ప్రారంభముకాగా, పోలీ ఎతిలీన్ ఉత్పత్తి 1959 నుండి సాగుచున్నది. వాస్తవమునకు యూరియా-ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌ల (1960) ఉత్పత్తి ప్రారంభమైనది. 1965-66 నాటికి భారతదేశమున ప్లాస్టిక్కుకు సంబంధించిన కృత్రిమ రెసిన్‌ల ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 85,000 టన్నులు కాగా, వాస్తవ వార్షిక ఉత్పత్తి 41,000 టన్నులు మాత్రమే.

ప్లాస్టిక్కు వస్తువుల తయారీ : దువ్వెనలు, సబ్బుపెట్టెలు మున్నగు జీవితావసర వస్తువులను చిన్నతరహాలో తయారుచేయు కర్మాగారము ఒకటి 1930 కి పూర్వమే పని చేయుచుండెను. విదేశములనుండి పోత చూర్ణమును దిగుమతి చేసికొనుటవలన దీని ఉత్పత్తి సాగినది. 1930-47 మధ్య చిన్నచిన్న సంస్థలు 16 వెలసినవి. 1948 లో ఈ సంఖ్య 40 కి పెరిగినది. ఆ సంవత్సరమున ఉత్పత్తి అయిన ప్లాస్టిక్కు సరకుల సంఖ్య 3,70,000 గ్రోసులు (గ్రోసు = 144 వస్తువులు). 1950 లో ప్లాస్టిక్కు పరిశ్రమ టారిఫ్ రక్షణను సంతరించుకొనుటతో దేశమున 1951 నాటికి 10 వేల మందికి జీవనోపాధి ఇచ్చు 80 ఫ్యాక్టరీలు వెలసినవి. వీటి ఉత్పత్తి 14,80,000 ప్లాస్టిక్కు వస్తువులు. ఆ ఏడాదిలోనే ఇన్సులేటెడ్ కేబిల్ ఉత్పత్తి కూడా ప్రారంభమైనది. గృహనిర్మాణమునందు పనికివచ్చు సామగ్రి, ఇంజనీరింగు, రాసాయనిక, విద్యుత్, రవాణా, జవుళీ, ఔషధములు, మోటారుకారులు, రైలుపెట్టెలు, టెలిఫోన్, రేడియో మున్నగు పరిశ్రమలయందు విరివిగా వాడుకలో ఉన్న 2,000 రకములకు పైగా ప్లాస్టిక్కు వస్తువులు ఇప్పుడు దేశమున ఉత్పత్తి అగుచున్నవి. 1957 ప్రాంతమున పశ్చిమ బెంగాలులో లైనోలియమ్ ఫ్యాక్టరీ ఉత్పత్తిని ప్రారంభించి, క్రమముగా అభివృద్ధి చెందినది. సంపన్న గృహము

లలో నేలమీదను, నౌకలవంటి వాహనములందును వాడుక చేయు లైనోలియమ్‌ను తయారుచేయు పద్ధతిని ఫ్రెడరిక్ వాల్ 1860 లో సిద్ధపరచెను.

ఆల్కహాల్

పులియబెట్టి ఆల్కహాల్‌ను బోలు పదార్థమును సాధించు ప్రక్రియతో అతి ప్రాచీనకాలము నుండియు మానవునకు పరిచయము ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది. క్రీ.పూ. 3,000 నాటికి ఈజిప్టువాసులు, సుమేరియన్‌లు ఒక విధమగు మత్తుపదార్థమును తయారు చేసి, వాడినట్లు చరిత్రకారులు చెప్పుచున్నారు. మధ్యయుగమున జర్మనీ ప్రాంతమున నివసించిన గాలిక్ తెగలవారు 'ఏల్' అన బడు ఒక విధమైన మద్యమును వాడుక చేసిరి. గ్రీక్ రసవాదులు ద్రాక్ష సారాయిని కాచినట్లు దృష్టాంతములు కలవు. 12 వ శతాబ్దమున ద్రాక్షసారాయిని 'జ్వలించు జలము' అని వ్యవహరించెడివారు. 14 వ శతాబ్దమున ద్రాక్ష సారాయికి ఉన్న ఔషధ గుణమును ఉద్ఘాటించిరి. 16 వ, 17 వ శతాబ్దముల నాటికి సారాయిని ఉత్పత్తిచేయు విధానమున ఆంశికప్రక్రియ ప్రవేశించినది. 1796 లో మొదటిసారిగా జోహనాన్ కోవియా లోవిడ్స్ అబ్సల్యూట్ ఆల్కహాల్‌ను కాచి సిద్ధపరచెను; 1926 లో దీనిని మోటారుకారు ఇంధనముగా ఇంగ్లండునందు వాడుకచేయుటకు పరిశీలనలు జరిపిరి. ఎతిలీన్ నుండి ఆల్కహాల్‌ను కృత్రిమ సంయోజన ప్రక్రియ ద్వారా సాధించు విధానము 1929 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో రూపుగొనినది. దక్షిణ భారతదేశమున మొదటి ఆల్కహాల్ ఫ్యాక్టరీ 1848 లో రాణిపేట (మద్రాసు)లో ప్యారీ కంపెనీవారు స్థాపించిరి. అందు మద్యపానీయము ఉత్పత్తి అగుచుండెడిది. కాఫే రకము బట్టీలను ఉపయోగించి 1904 నుండి రాణిపేట ఫ్యాక్టరీ రెక్టిఫైడ్ స్పిరుటును ఉత్పత్తి చేయసాగినది. 1939 నాటికి దేశమున 24 సారాయి బట్టీలు కలవు. ఆనాడు వీటి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము $4\frac{1}{2}$ కోట్ల లీటరులు. ఈ సారాయిని తయారు చేయుటకు మోహువా పువ్వులు, బెల్లము, బెల్లపు పాకము (మొలాసెస్) ముడిసరుకులుగా వాడుకలో ఉన్నవి. దేశమున పంచదార ఉత్పత్తి 1932 లో ప్రారంభమైనది. 1939 లో 'మైసూరు షుగర్ కంపెనీ' పవర్ ఆల్కహాల్‌ను ఉత్పత్తి చేయసాగినది. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో మొదటి ఆల్కహాల్ కర్మాగారము 1940 ప్రాంతమున నిజామాబాదు లోని షకర్‌నగర్‌లో రూపుగొనినది. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ఆల్కహాల్ ఉత్పత్తికి ప్రోత్సాహము లభించినది. 1951 నాటికి వాణిజ్యమునకు అవసరమగు స్పిరిటు, పవర్ ఆల్కహాల్ ఉత్పత్తిచేయు కర్మాగారములు 19, మద్యపానీయములను, పరిశ్రమలందు ఉపయోగపడు ఆల్కహాల్‌ను ఉత్పత్తిచేయు కర్మాగారములు 25 పనిచేయుచున్నవి. వీటిలో 6,32,50,000 లీటరుల వాణిజ్యావసర స్పిరుటును, 4,34,50,000 లీటరుల మద్యపానీయము, పరిశ్రమలయందు ఉపయోగపడు ఆల్కహాల్ తయారైనవి. 1960 - 61 నాటికి దేశమున 53 ఆల్కహాల్ ఫ్యాక్టరీలు పనిచేయుచున్నవి; వీటి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 18,00,00,000 లీటరులు.

సబ్బు పరిశ్రమ

క్షారయుత పదార్థములను క్రొవ్వు పదార్థములలో కలిపి కాచినపుడు నాటు సబ్బు ఆదిలో ఉద్భవించినది. ప్రక్షాళనమునకు ఈ నాటు సబ్బు సౌకర్యము కలుగజేసి ఉండుటచే ఇది వాడకమునకు వచ్చినది. ప్రాచీన ఈజిప్టువాసులకు నాటు సబ్బు సంగతి తెలియును. క్రీ. శ. 150 ప్రాంతమున గాలెన్ అను ప్రసిద్ధ వైద్యవిజ్ఞాని శుభ్రపరచుటకు తగిన దినుసుగ సబ్బును పేర్కొనెను. సువాసనల సబ్బు విలాస వస్తువుగ డమాస్కస్‌నుండి విదేశములకు ఎగుమతి అగుచుండెడిది. 12 వ శతాబ్దమున యూరప్ ఖండమున సబ్బు పరిశ్రమ జోరుగా సాగినది. 17 వ శతాబ్దమువరకు శాస్త్రీయముగా సబ్బు తయారుచేయు పద్ధతి బయట పడ లేదు. ఇంగ్లండులో చవురియల్ ప్రభృతుల పరిశోధనలు ఇప్పటి సబ్బు పరిశ్రమకు పునాదులు. ఉన్నికి పట్టు జిడ్డును, నూలు దారమునకు పట్టు మలినములను తొలగించుటకు సబ్బు వాడకము వస్త్రపరిశ్రమయందు ప్రవేశించెను. ముడి పట్టు, రయాన్, ప్రత్తి నూలు దారములకు రంగువేయుటకు ముందుగాని, వాటినుండి తయారైన బట్టలపై అద్దకము వేయుటకు ముందుగాని వాటిని సబ్బుతో శుభ్రపరచవలసి ఉండెను. ఇందులకై పొటాష్ సబ్బులు, సోడా సబ్బులు ప్రత్యేకముగ ఉండెడివి.

భారతదేశమున మొదటి సబ్బు ఫ్యాక్టరీ 1879 లో మీరటులో ప్రారంభించబడినది. ఇది బట్టల సబ్బును మాత్రము ఉత్పత్తి చేయుచుండెడిది. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధసమయమున చిన్న తరహా సబ్బు ఫ్యాక్టరీ రూపమున దేశమున పెక్కు వెలసినవి. సబ్బు తయారీలో 1918 నాటికి దేశమున 11 పెద్ద సబ్బుఫ్యాక్టరీలు, 46 చిన్న సబ్బు ఫ్యాక్టరీలు పనిచేయుచున్నవి. ప్రత్యేక సాంకేతిక శిక్షణ, తర్ఫీదును ఇచ్చుటకు 'కేరళా సోప్ ఇనిస్టిట్యూట్' 1927 లో కోయికోడులో స్థాపింపబడినది. సబ్బు ఫ్యాక్ట

రీల సంఖ్య 1935 నాటికి 100 కి పెరిగినది. 1966 నాటికి 60 పెద్ద సబ్బు ఫ్యాక్టరీలు, 4,000 చిన్న సబ్బు ఫ్యాక్టరీలు ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి. భారతదేశము సబ్బు పరిశ్రమయందు స్వయంసమృద్ధిని సాధించుటయేగాక, ఇపుడు ఇతర దేశములకు కూడా ఎగుమతి చేయుచున్నది.

కృత్రిమ ప్రక్షాళనములు : ఇది బహు ఇటీవలి పరిశ్రమ. నేడు బజారులో అమ్మబడు సర్ఫ్, డెట్ వంటి పదార్థములు కృత్రిమ ప్రక్షాళనములకు ఉదాహరణములు. 1957 - 58 ప్రాంతములలో స్వస్తిక్ ఆయిల్ మిల్స్, హిందూస్తాన్ లీవర్ కంపెనీ ఉత్పత్తిని ప్రారంభించి, 1966 నాటికి ఈ రెండింటి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 18,800 టన్నీలకు పెంచిరి.

క్రిమి సంహారులు

వ్యవసాయ రంగమున అధిక ఫలసాయమును సాధించుటకు రాసాయనిక ఎరువులు ఎంత అవసరమో, పంట మొక్కలకు పట్టు అనేక రకములైన చీడలను, పీడలను నిరోధించుటకు, నివారించుటకు రాసాయనిక సంబంధమైన క్రిమినాశినులు కూడ అంతే అవసరము. సస్య రక్షణ రంగమున మొదట ప్రవేశించిన క్రిమినాశిని కార్బన్ డై సల్ఫైడ్. యూరప్ ఖండమున ద్రాక్షతోటలను పీడించుచున్న ఒక విధమైన తెగులుకు నివారణోపాయముగా 1858 లో ఈ మందును వాడిరి. పంటమొక్కల ఆకులను తినివేయు పురుగులను హతమార్చుటకు 1860 లో పారిస్ గ్రీన్ అనబడు కాపర్ ఆసిటో ఆర్సెనైట్ ను వాడిరి. తరువాత 1892 ప్రాంతమున యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో జిప్సీమత్ అను క్రిములను నశింపజేయుటకు లెడ్ ఆర్సెనేట్ ను వాడిరి. ఫ్రాన్స్ లో బంగాళాదుంపల పొలములకు పట్టిన తెగుళ్ళను నివారించుటలో రాగి కలిసిన లవణములు మంచి గుణమును ఇచ్చినట్లు తెలియుచున్నది. తాకినంతనే క్రిములు హరించిపోవు విధానము సున్నము కలసిన గంధకపు మందుల వాడకము 1886 లో ప్రారంభించుటతో రైతులు వాటిని అభిమానించిరి. పిదప వనస్పతులైన పైరిత్రమ్, డెర్రిస్ వంటివి సస్యరక్షణకు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. 1920 తరువాత పొగబెట్టుటకు వీలగు రాసాయనిక ద్రవ్యములు, సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ లు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. బూజువంటి శిలీంధ్ర జాతుల వాతబడి, విత్తనములు పూసిపోకుండా వాటిని భద్రపరచుటకు కార్బన్ మర్క్యూరీ రసాయనములు 1924 నుండి సేద్య రంగమున ప్రవేశించుటతో వ్యవసాయ ఫలసాయములు భద్రపరుచుటకు శాస్త్రీయ విధానములు సిద్ధమయ్యెను.

క్రిమి సంహారమగు డి. డి. టి. (డై క్లోరో డై ఫినిల్ ట్రైక్లోరో యిథేన్)ని స్విజర్లండ్ లోని ఒక అద్దకపు రంగులు చేయు జె. ఆర్. గిగీ అను సంస్థకు చెందిన పాల్ ముల్లర్ విజ్ఞాన బృందము 1939 లో రూపొందించెను. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సన్నిధిలో మోనో క్లోరోబెన్జీన్ ను క్లోరాల్ తో సంయోజింపజేయుటవల్ల డి. డి. టి. సిద్ధించెను. క్రిమి సంహారకమగు యోగమును కనుగొనుటకు 20 ఏండ్ల పరిశోధనము ఆవశ్యకమయ్యెను. డి. డి. టి. ని నిజమునకు 1874 లో జీడ్లర్ అనునతడు తయారుచేసినట్లు చెప్పుదురు. కాని, అప్పుడు దానిలో క్రిమి సంహారక ధర్మములు ఉన్నటుల ఎవరు ఊహించ లేదు సరికదా ఉన్నట్లును కన్పట్టలేదు. ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధము డి. డి. టి. కి వ్యాపార రీత్యా ప్రోత్సాహము ఇచ్చెను. బంగాళాదుంపలు మొదలైన వాటిని పాడుచేయు నల్లచారల పసుపుపచ్చ కీటకము (కొలరాడో బీటల్ కీటకము) ను రూపుమాపుటకు మిత్రరాజ్యములు డి. డి. టి. ని విరివిగా కొనెను. 1944 నుండి డి. డి. టి. తో బాటు బి. ఎచ్. సి., పేరాథియా, ఎండ్రిన్, లిండేన్ మున్నగు అతి ఫలవంతమైన సస్యరక్షణకారులు రూపొందింపబడి వాడుకలోనికి ప్రవేశపెట్టబడినవి. ఎలుక జాతులను నివారించుటకు యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో క్లోరో ఆసిటేట్ 1940 తరువాత వాడుకలోనికి వచ్చెను. కలుపు మొక్కలను హరింపజేయు కొన్ని రాసాయనిక ద్రవ్యములు కూడ ఇటీవలెనే వెలుగు చూచి రంగమున ప్రవేశించినవి. ఇప్పుడు సస్యరక్షణకు అనేక రకములైన పంటలకు పట్టు చీడపీడలను నిరోధించుటకు, నివారించుటకు దాదాపు 700 రాసాయనిక ద్రవ్యములు ప్రపంచ రైతాంగమున వాడుకలోనికి వచ్చినవి. వీటినుండి ప్రత్యక్షముగానో, పరోక్షముగానో 300 లకు పైగా మిశ్రములు తయారై రైతుకు అందుబాటులో ఉన్నవి.

మహారాష్ట్రలో జొన్నకు పట్టిన కాటుక తెగులును 1915 ప్రాంతమున నివారించుటకు చేసిన ప్రయత్నములే సస్యరక్షణ కార్యక్రమమునకు భారతదేశమున నాంది. పోక, రబ్బరు, కాఫీ తోటలను పీడించుచున్న తెగుళ్ళను అదుపులో పెట్టుటకు 1916-20 మధ్య బోర్డో-మిశ్రమము (సున్నము - మైలుతుత్తము) వాడుకలోనికి వచ్చెను. 1935 నుండి కార్బన్ మర్క్యూరీ రసాయనములు వాడుకకు వచ్చెను. మిడతలదండును నివారించుటకు సీసము, సున్నము వంటి రసాయనములు ఆర్సెనేట్ రూపములో వాడుకలోనికి వచ్చినవి. పిదప సోడియమ్ ఫ్లోరో-సిలికేట్ వాడుకకు వచ్చెను. ప్లేగు వ్యాధికి కారకములైన ఎలుక జాతిని నిర్మూలించుటకు బేరియమ్ కార్బొనేట్, స్ట్రిక్నిన్

(ముషిణికాయ లోనిది) లవణములు, హైడ్రోజన్ సైనైడ్ వాయువులు వాడుకలోనికి వచ్చెను.

బెంగాలు కరువు (1943) తరువాత ముఖ్యముగా ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధానంతరమున కేంద్ర, రాష్ట్ర ప్రభుత్వములు సస్యరక్షణ కార్యక్రమమును వ్యవస్థీకరింప జేసెను. ప్రకృతము 13 రకముల క్రిమి సంహారులు భారత దేశమున వాడుకలో ఉన్నవి. తేయాకు, కాఫీతోటలకు పట్టు తెగుళ్లను అదుపులో పెట్టు బోర్డో-మిశ్రములో ఘటకమైన మైలుతుత్తము ఉత్పత్తి భారతదేశమున ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున నెలకొని 1964 నాటికి 5 ఫ్యాక్టరీలలో 4,764 టన్నులు వార్షిక ఉత్పత్తి అయినది. జింకుఫాస్ఫైడ్ అను ఎలుకల మందు తయారీ 1960 లో ప్రారంభమై ఇప్పుడు మూడు ఫ్యాక్టరీలలో తయారగుచున్నది; వీటి వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 300 టన్నులు. సస్యరక్షణకై పైరిత్రమ్ సాగు ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున భారతదేశమున ప్రారంభమైనది. వీటి పుష్పముల నుండి లభించు పుప్పొడి, సారము సస్యరక్షణకారకముగా ఇతర పదార్థములతో కలిపి వాడుదురు. 1960 లో 2 శాతము పైరిత్రమ్ గల 4,80,000 లీటరుల సారమును బొంబాయిలో ఉత్పత్తి చేసిరి. పశ్చిమ బెంగాలులో స్ట్రికినీన్ రెండు కంపెనీలలో తయారగుచున్నది. కృత్రిమ సంయోజన విధానమున సస్యరక్షణరాసాయనికములను తయారు చేయు కార్యక్రమము ప్రభుత్వరంగమున 'హిందూస్తాన్ ఇన్‌సెక్టిసైడ్స్' చేపట్టి 1955 నుండి ఉత్పత్తిని సాగించుచున్నది. పశ్చిమ బెంగాలులో ప్రైవేటు రంగమున బి. ఎచ్. సి., డి. డి. టి. ఉత్పత్తి 1953 నుండి సాగుచున్నది. ఆహార ధాన్యములు క్రిముల వాత పడకుండా కాపాడుటకుగాను ఉపయోగపడు ఎథిలీన్ డైక్లోరైడ్ ఉత్పత్తి 1964 నుండి భారతదేశమున ప్రారంభమైనది. ఎథిలీన్ డైబ్రోమైడ్‌ను తాతా కంపెనీవారు తయారు చేయుచున్నారు. కార్బన్ మర్క్యూరీ రాసాయనికములు భారతదేశము అవసరములకు మేర బొంబాయిలో ఉత్పత్తి అగుచున్నవి. మాలతియాన్ 1963 నుండియు, పారాతియాన్ 1967 నుండియు దేశమున తయారగుచున్నవి. వేరుసెనగ, మొక్కజొన్న, జొన్న విత్తనములను సంస్కరించుటకు ఉపయోగపడు 'తిరమ్' అను రసాయనమును కూడ ఈ రెండు ఫ్యాక్టరీలు ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి.

ఔషధములు

ఆది మానవుడు వ్యాధుల బారినుండి రక్షించుకొనుటకు ఓషధులను, జంతు పదార్థములను, ఖనిజ పదార్థములను అనుభవపూర్వకముగా వాడెను. ప్రాచీన ఈజిప్టు వాసులు మందుల వాడకమునందు ప్రసిద్ధి కెక్కిరి. అయితే, అస్సీరియన్‌లు అంతగా మందులను వాడినట్లు తెలియదు. ప్రాచీన గ్రీక్, రోమన్‌ల కాలమున వెలుగు చూచిన డయోస్కొరిడిస్ విరచిత 'డా మెటీరియ మెడికా' అను వైద్యగ్రంథము అంతగా శాస్త్రీయ దృక్పథమున ఉండినదికాదు. రసవాదులకు తెల్ల పాషాణము, హెమ్లాక్ వంటి విషములను గురించి బాగుగా తెలియును. అరబ్బులు మంచి నైపుణ్యము గల వైద్యులు. మధ్యయుగమున వెలుగు చూచిన ఖలీఫ్ ఇబ్న అబ్బాస్ అల్ జహ్రావీ వ్రాసిన వైద్య నిఘంటువు ప్రబల ప్రచారమున ఉండెను. స్వేదనము వంటి ప్రక్రియకు గురి చేసి మందులను మిశ్రమము చేయు విధానములు ఈ గ్రంథమున పొందుపరచపడినవి. పెరాసెల్స్ ఖనిజముల నుండి ఔషధములను సాధించు ప్రక్రియా విధానములను సిద్ధపరచెను. సవాయి రోగమునకు నివారణోపాయముగా 16 వ శతాబ్దమున రస ఔషధములను వాడినట్లు తెలియుచున్నది. వైద్యమున ఆంటిమొని యౌగికముల వాడకమును గూర్చి బేసిల్ వాలెంటీన్ గ్రథించెను. ఇట్లు అకర్బన రాసాయనికములు ప్రకృతిసిద్ధ ఔషధములకు మారుగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఎవరికి వారు, ఆ యా వైద్యులు ఆదిలో ఈ అకర్బన రాసాయనికముల నుండి ఔషధములను తయారు చేసికొని, తమ దగ్గరకు వచ్చు వ్యాధిగ్రస్తులకు ఇచ్చుచుండిరి. 17 వ శతాబ్దము నుండి ఈ మందుల ఉత్పత్తి క్రమముగా వ్యాపార సరళిని అందుకుని అమ్మకమునకు రాజొచ్చినది. దీనితో సున్నిత రాసాయనిక ద్రవ్యములను తయారుచేయు పరిశ్రమకు శ్రీకారము చుట్టబడినది [చూ. వైద్యశాస్త్ర సంపుటము]. భారతదేశమున క్రీ. శ. ఆది శతాబ్దములలోనే వైద్యశాస్త్రము పరాకాష్ఠను అందుకొని, ప్రపంచ వైద్యులకు మేలుబంతి అయ్యెను. ఇందుకు తార్కాణముగా ఆ నాడు వెలుగు చూచిన చరక, సుశ్రుత వంటి వైద్య సంహితులను ఉదాహరించవచ్చును.

లీబిగ్ విజ్ఞాని 1832 లో క్లోరోఫారమ్ అను ఔషధయోగమును మొదటిసారిగా ఉత్పత్తి చేసెను. అయితే, ఆ తరువాత 1847 లో జేమ్స్ యంగ్ సిమ్సన్ క్లోరోఫారమ్‌నకు గల మత్తు గుణమును గూర్చి ఆరా తీయువరకు అది అంత వినియోగమునకు రాలేదు. కూమరిన్ అను పరిమళమును 1868 లో పెర్కిన్ మొదటిసారిగా కృత్రిమ సంయోజన విధానమున తయారు చేసెను. కాన్‌స్టెంటైన్ ఫాల్‌బర్గ్, ఈరా రెమ్‌సన్ అను వారలు చక్కెరకు కొన్ని రెట్లు తీపిగల సాకరేన్‌ను 1879 లో కనుగొనిరి. 1881 లో

ఆటోఫిషర్ కెయిరీన్ అను ఆల్కలాయిడ్‌ను కృత్రిమ సంయోజన ప్రక్రియ ద్వారా మొదటిసారిగా తయారు చేసెను. పిదప 1896 లో పిరమిడాన్ అను ఔషధము ఒక ఆకస్మిక ఘటన వలన వెలుగు చూచినది. నొప్పిని హరించు గుణము గల ఫినాసిటీన్ అను ఔషధ యోగము ఆస్కార్ హిన్స్‌బర్గ్ కృషి వలన 1887 లో ఫలించినది. 1899 నాటికి ఆస్పిరిన్ బహుళవాడకములోనికి వచ్చెను. వలర్ 1860 లో సృష్టించిన కోకేన్ (స్థానిక మత్తు మందు) నేత్ర శస్త్ర చికిత్స యందు 1884 నాటికి వాడుకను సంతరించుకొనెను. ఎడ్వర్డ్ రిట్‌సెడ్ మత్తు పదార్థములపై గావించిన కృషి (1890)కి బహుళప్రచారము 1902 నాటికి సిద్ధించినది. ఆర్థోఫారమ్, నియో - ఆర్థోఫారమ్ అను రాసాయనిక యోగముల మత్తు నిచ్చు గుణమును గూర్చి ఆల్‌ఫ్రెడ్ ఎయిన్‌హార్న్ పరిశోధన చేసెను. తరువాత క్రమముగా 1904-1905 నాటికి స్టోవెయిన్, అలిపిన్, నోవో-కెయిన్, పాంటో - కెయిన్ మున్నగు మత్తు రాసాయనికములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. 1901 లో ఎడ్రినలీన్‌ను జపాన్ విజ్ఞాని జోకిచీ టకామినే వేరుపరచెను; దీనిని కృత్రిమముగా సంయోజనము చేయు ప్రక్రియను జర్మనీ విజ్ఞానులు మెయిస్టర్ లూషియస్, బ్రూనీ అను వారలు సాధించిరి. ఈ నాడు రాసాయనిక ఔషధములను ఉపయోగించి చికిత్సచేయు విధానమునకు పాల్ ఎర్లిక్ (1854-1915) అను జర్మనీ విజ్ఞాని పితామహుడు. సవాయి రోగ నివారిణి అగు సాల్వర్‌సాన్‌ను 1912 లో ఇతడు సిద్ధపరచెను. ఆ తరువాత నియో-సాల్వర్‌సాన్, సల్ఫార్సిఫినామీన్ అను ఔషధములను కూడ ఇతడు తయారుచేయుటకు కారకుడయ్యెను. అక్రిఫ్లావిన్ అనబడు పూతి నిరోధక (ఆంటీ సెప్టిక్) రసాయనమును కూడ సిద్ధపరచెను. పాల్ గెల్మో 1908 లో సల్ఫానిలమైడ్ అను సల్ఫామందును మొదటిసారిగా కృత్రిమ సంయోజన విధానమున తయారు చేసెను. దీని ఫలితముగా మే & బేకర్ (ఇంగ్లండు) కంపెనీ సల్ఫాపిరిడీన్ (M & B 693), సల్ఫాతయోజోన్ (M & B 760) ఇత్యాది సల్ఫామందులను పుంఖానుపుంఖములుగ తయారుచేసి వైద్యరంగమున వాడుకకు ప్రవేశపెట్ట సమకట్టెను. నిద్ర జాడ్యమును నివారించు ట్రైపార్సమైడ్ 1919 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో రూపుగొనెను. దీనిని బేయర్ కంపెనీ (జర్మనీ) తయారుచేసిన సురామిన్‌తో కలిపి వాడిరి. మలేరియా జ్వరమును నివారించు క్వినీన్‌కు మారుగా కొన్ని రసాయనములను సాధించుటకై చేసిన కృషి ఫలితముగా ప్లాస్మోక్విన్, ఎటిబ్రిన్, పాలుడ్రిన్ అను రాసాయనిక ఔషధములు సిద్ధించినవి. బాలింత జ్వరములను అరికట్టుటకు ప్రాంటోసిల్‌ను గెర్హార్డ్ డు మేగ్ 1935 నాటికి వైద్యరంగమున ప్రవేశపెట్టెను.

ఈ విధముగా రాసాయనిక యోగికములను కృత్రిమముగా సాధించు ప్రక్రియలు రూపొందుటతో వాటి రోగ నిరోధక, నివారక లక్షణములను ప్రయోగ చికిత్సద్వారా కనుగొని, ఫలితములను బట్టి వాటిని భారీరాశులలో వ్యాపార సరళిని ఉత్పత్తిచేయుటకు పెక్కుమంది పారిశ్రామికులు సమకట్టిరి. ఇట్లు ఔషధముల వ్యాపార రంగమునకు ఉద్యమించిన ప్రపంచ దేశములలో జర్మనీ వాసికెక్కినది. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధమునకు ముందు కార్బన్ రాసాయనికములను తయారుచేసి, ఇతర దేశములకు సప్లయి చేయుటలో ఏకాధికారమును జర్మనీ సంపాదించుకొనెను. అయితే, ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున జర్మనీ నుండి ఎగుమతులు స్తంభించిపోవుటచే ఇంగ్లండు, యునైటెడ్ స్టేట్స్ తమ తమ దేశములందు రాసాయనిక ఔషధ పరిశ్రమలను అభివృద్ధి చేసికొనవలసిన తప్పనిసరి పరిస్థితి ఏర్పడుటతో, ఆ యా దేశములందు ఔషధ పరిశ్రమ ఆనాటినుండి క్రమవికసనమును పొందినది. రెండు ప్రపంచ యుద్ధముల మధ్యకాలమున మలేరియాను రూపుమాపు మందులు, ఆల్కలాయిడ్ ఔషధములు, సల్ఫామందులు, క్రొత్త మత్తుపదార్థములు, కార్టిజోన్ వంటి హార్మోనులు, ఆర్సెనిక్ ఔషధములు వెలుగు చూచినవి. 1929 లో ఆలిగ్జాండర్ ఫ్లెమింగ్ (ఇంగ్లండు) పెన్సిలిన్ ఉనికిని మొదటిసారిగా కనుగొనినప్పటికిని, ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున గాని దీని రోగనివారక సత్తువ వైద్యప్రపంచమునకు తెలియదు. ఈ సందర్భమున ప్రసిద్ధ ఆంధ్రుడు, వైద్య విజ్ఞాని యల్లాప్రగడ సుబ్బారావు (1896-1948) యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో లీడర్లీ లేబరేటరీకి డైరెక్టరుగా పనిచేసి, ఆరోమైసీన్ వంటి ఆంటీబయాటిక్ ఔషధములు రూపుగొనుటకు కారకుడయ్యెనని పేర్కొనుట ఉచితము.

భారత దేశమున క్వినీన్‌ను ఇచ్చు సింకోనా తోటలు 1860-61 ప్రాంతమున దక్షిణప్రాంతమున నీలగిరిలోనూ, ఉత్తర ప్రాంతమున డార్జిలింగ్‌లోను సాగు చేసిరి. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున టీకామందులు, మత్తు పదార్థములు, నాఫ్థలీన్, క్రియొసోట్ వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి కొంతవరకు సాగినది. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ఎఫిడ్రిన్, స్ట్రిక్నీన్, మార్ఫిన్, ఎమిటీన్, ఎట్రోపిన్, కొడీన్ వంటి మందుల తయారీ భారత దేశమున ప్రారంభమైనది. అప్పటికే దేశావసరములకు మేర టీకా మందులు, టించరులు, కొన్ని రకముల ఇతర ఔషధములు తయారైనవి. 1940 లో భారత ప్రభుత్వము ఔషధముల

చట్టమును రూపొందించి, మందుల తయారీ ఉత్పత్తులను క్రమబద్ధ పరచినది. దీనిప్రకారము నాసిరకముల మందులకు చోటులేదు. 1936-37లో 'బెంగాల్ కెమికల్ అండ్ ఫార్మసూటికల్ వర్క్స (కలకత్తా)' అను సంస్థ ఉత్పత్తిని ప్రారంభించి, క్లోరోఫార్మ్, ఈతర్ వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యములను సిద్ధపరచెను. బరోడాలో 'అలంబిక్' సంస్థ 1938 లో నెలకొని ఈతర్‌ను ఉత్పత్తి చేయ ప్రారంభించెను. 1946 నాటికి ఈ రెండు సంస్థలు 1,90,000 కిలోగ్రాముల వాస్తవిక వార్షిక ఉత్పత్తిని సాధించినవి. కాల్సియమ్ లాక్టేట్, ఐరన్ అమోనియమ్ సిట్రేట్, పొటాసియమ్ సిట్రేట్, సోడియమ్ సిట్రేట్ మున్నగు రాసాయనిక ఔషధములను కూడ ఈ సంస్థలు ఉత్పత్తిని చేయసాగినవి. 1953 నాటికి భారత దేశమున భారీ స్థాయిలో రాసాయనిక ఔషధములను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీల సంఖ్య 75; చిన్న తరహాలో మందులను సమకూర్చు సంస్థలు 1,563. కొడీన్, మార్ఫీన్, ఇంకనూ వాటినుండి ఉత్పత్తియగు ఇతర ఔషధ జాలములను గాజియాపూర్‌లోని నల్లమందు ఫ్యాక్టరీ సిద్ధపరచు చున్నది. బొంబాయిలోని 'హాఫ్‌కిన్ ఇనిస్టిట్యూట్', మద్రాసులోని 'కింగ్ ఇనిస్టిట్యూట్', ఇంకను మరికొన్ని ప్రైవేటు సంస్థలు టీకామందులను ఉత్పత్తిచేయుచున్నవి.

భారతదేశమున మొదటి పెన్సిలిన్ ఫ్యాక్టరీ పూనా సమీపమున పింప్రీవద్ద 1955 లో ప్రభుత్వరంగమున నెలకొనినది. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికా సమయమున మరి రెండు పెన్సిలిన్ ఫ్యాక్టరీలు వైయక్తిక రంగమున ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. ఇటీవల సోవియట్ రష్యా సాంకేతిక సలహా సహకారములతో హైదరాబాదులో కృత్రిమ విధానమున ఔషధములను సంయోజనపరచు (సింతటిక్ డ్రగ్) ఫ్యాక్టరీ ప్రభుత్వ రంగమున నెలకొని పనిచేయుచున్నది. ఇట్లే సోవియట్ రష్యా సహకారముతో పెన్సిలిన్ మందులను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీ హృషీకేశ్‌లోను, శస్త్రచికిత్స పరికరములను సిద్ధపరచు ఫ్యాక్టరీ మద్రాసులోను నెలకొని ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినవి. 1967 నాటికి భారతదేశమున పెద్ద-చిన్న మొత్తము ఔషధ ఉత్పత్తి సంస్థలు 2, 277; వీటిలో భారీ సంస్థలు 150. ప్రస్తుతము (1968) దేశావసరములకు మేర రాసాయనిక ఔషధముల విషయములో భారతదేశము స్వయం సమృద్ధిని సాధించుటే గాక, క్వినీన్ లవణములు, సర్పగంధి (రావుల్ఫియా సర్పెంటీనా), ముషిణి విత్తుల సారము (నక్స్ వామికా ఆల్కలాయిడ్), కృత్రిమముగా తయారైన హార్మోన్‌లు వంటిది విదేశ ద్రవ్యమును ఆకర్షించుకొనుచున్నవి.

భారతదేశమున ఇంజనీరింగు పరిశ్రమ

భారతదేశమున చెప్పుకొనదగిన ఇంజనీరింగు పరిశ్రమ ఇటీవలనే ప్రారంభమై, భారత స్వాతంత్ర్యానంతరము ఉరకలు, పరుగుల మీద అభివృద్ధి అయినది. అంతకు పూర్వము రిజర్వాయరుల యుగమున డాముల నిర్మాణ కేంద్రములందు మాత్రము డాములకు అవసరములగు ఇంజనీరింగు సామగ్రిని సమకూర్చుటకు కార్ఖానాలు వెలసి పనిచేసినవి. ఉత్తరప్రాంతమున 1872 లో హిమాచలప్రదేశ్‌లో నహన్ ఫౌండ్రీ అను కార్ఖానా నెలకొని పని చేసినది. అది చెరకు గానుగలను, రైలు స్లీపర్లు, లంగర్లు మున్నగు వాటిని తయారుచేసెడిది. తరువాత కలకత్తా సమీపమున ఉన్న గార్డెన్ రీచ్ వర్క్‌షాపు పేర్కొనదగినది. నౌకాయంత్రములకు వలసిన ఇంజనీరింగు సామగ్రిని ఈ కార్ఖానా ఉత్పత్తిచేసి సప్లయి చేసెడిది. బర్నపూర్‌లో ఇండియన్ ఐరన్ అండ్ స్టీల్ ఇండస్ట్రీస్, జమ్‌షెడ్‌పూర్‌లో తాతా ఇనుము-ఉక్కు కార్ఖానాగారములు నెలకొని పని ప్రారంభించుటతో వాటి సమీపమున ఈ శతాబ్ది మొదటి పాదమున ఇంజనీరింగు పరిశ్రమ కూడ ఇతోధికముగ అభివృద్ధి అయినది. దక్షిణప్రాంతమున కోయంబత్తూరులోను, మహారాష్ట్రములోని సతారా జిల్లాలో కిర్లోస్కర వాడీ లోను సేద్య సంబంధమైన పరికరములను తయారు చేయుటలో కొన్ని ప్రైవేటు సంస్థలు నిమగ్నమయినవి.

భారత స్వాతంత్ర్యానంతరము (1947) ప్రభుత్వము కడు శ్రద్ధవహించి, ప్రణాళికా బద్ధముగ దేశమున పలు చోట్ల పరిశ్రమాభివృద్ధిని ప్రోత్సహించి తోడ్పడుటయే గాక, ప్రభుత్వరంగమునను భారీ ఇంజనీరింగు పరిశ్రమలు తలపెట్టి ఇంజనీరింగు సామగ్రి ఉత్పత్తిని సాగించినది. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో నాటి ప్రభుత్వము 1948 లో ప్రాగా టూల్స్ సంస్థను నెలకొల్పి, యంత్ర పరికరముల ఉత్పత్తిని ప్రారంభించినది. విశాఖపట్టణమున నౌకా నిర్మాణ కేంద్రము ఒకటి ఆదిలో వైయక్తిక రంగమున (సిందియా స్టీమ్ నావిగేషన్) నెలకొని 1948 నాటికి మొదటి సముద్ర నౌక 'జలఉష' ను నిర్మింపచేసినది. 1952 లో ఇది ప్రభుత్వ రంగమునకు రాగా, 1966 నాటికి ఈ సంస్థ 43 భారీ సముద్ర నౌకలను తయారుచేసినది. బెంగుళూరులో 1956 నాటికి 'హిందూస్తాన్ మెషీన్ టూల్స్ ఫ్యాక్టరీ' లేతు యంత్ర పరికరములను ప్రభుత్వరంగమున ఉత్పత్తి చేయుట ప్రారంభించి, 1966 నాటికి దేశమున మరొక మూడు చోట్ల (పింజోరు, కాలకు స్సేరీ, హైదరాబాదు) దాని శాఖా

విభాగములను స్థాపించుటయే గాక, బెంగుళూరు ఫ్యాక్టరీకి మరొక విభాగమును జోడించినది. బెంగుళూరులోని రెండు ఫ్యాక్టరీలు ఏడాదికి రెండు వేల యంత్ర పరికరములను ఉత్పత్తిచేయు సామర్థ్యము కలవి. మిగతా మూడు ఫ్యాక్టరీల వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము ఆదిలో తక్కువ అయినను క్రమముగ వృద్ధిచేయుటకు నిర్దేశమయినది. పంచదార, సిమెంటు, జవుళీ, జ్యూట్ నార, ఔషధములు, రాసాయనిక ద్రవ్యములు, కాగితము ఇత్యాది పరిశ్రమలలో వాడుకచేయు ప్రత్యేక పరికర సామగ్రి భారత దేశముననే - దేశమున లభించు ముడిసరకును ఆధారముగా స్వదేశీ సాంకేతిక ప్రతిభతో - తయారు అగుచున్నవి. దీని ఫలితముగ దేశములోని అవసరములు తీరుటయే గాక ఉగాండా, కెన్యా, కెనడా, టాంజేనియా వంటి విదేశములకు కూడ ఇంజనీరింగు సామగ్రి ఎగుమతి అగుచున్నవి. 1962 లో 'హిందూస్థాన్ మెషిన్ టూల్స్ సంస్థ' చేతి గడియారముల తయారీ ప్రారంభించినది. ఇందులకై జపాన్ సాంకేతిక సహకారము కూడ లభించినది. 1830 నాటికి దేశమున శాస్త్రీయ పరికరములను తయారుచేయు సంస్థ 'నేషనల్ ఇన్‌స్ట్రుమెంట్స్ ఫ్యాక్టరీ' నెలకొనగ అది 1957 లో ప్రభుత్వ పరమయినది. ఇది పరిశోధనాగారములకు వలసిన ప్రత్యేక శాస్త్రీయ పరికరములను సిద్ధపరచుటలో నిమగ్నమయినది. విద్యుత్తును ఉత్పత్తిచేయు జల విద్యుత్ కేంద్రములకును, తెర్మల్ విద్యుత్ కేంద్రములకును కావలసిన ప్రత్యేకమైన భారీ యంత్రములను ఉత్పత్తి చేయుటకై ప్రభుత్వరంగమున 'హెవీ ఎలక్ట్రికల్ సంస్థ' 1956లో బ్రిటిషుసంస్థ సాంకేతిక సహకారముతో భోపాల్ సమీపమున నెలకొనినది. ఇది పవర్ ట్రాన్స్‌ఫార్మర్, స్విచ్ గేర్, కంట్రోల్ గేర్, పవర్ కెపాసిటార్, ఎలక్ట్రిక్ రైల్వే పరికరములు, పెద్ద మోటార్లు వంటి భారీ విద్యుత్తు పరికరములను సిద్ధపరచుచు, ఆవిరి టర్బయిన్‌లను ఉత్పత్తిచేయుటకు విస్తరణ కార్యక్రమమును చేపట్టినది. భారీ విద్యుత్ యంత్రములను ఉత్పత్తిచేయు కార్యక్రమమును విస్తరించి, ఆవిరి టర్బయిన్‌లు, టర్బో-జనరేటరులు, తత్సంబంధ పరికర సామగ్రి తయారీ హైదరాబాదు (రామచంద్రపురం) లోను, అధిక ప్రేషము గల బాయిలరు యంత్రములను నిర్మించుటకు తిరుచిరాపల్లిలోను ఫ్యాక్టరీలు జెకోస్లోవాకియా సాంకేతిక సహకారముతో నెలకొని పనిచేయుచున్నవి. రాణీపూర్ (హరిద్వార్)లో మరొక భారీ విద్యుత్ యంత్రముల ఫ్యాక్టరీ సోవియట్ రష్యా సాంకేతిక సహాయమున నెలకొని, 1965నుండి ఉత్పత్తిని ఆరంభించినవి. జాతీయ పారిశ్రామిక అభివృద్ధికై నెలకొన్న 'నేషనల్ ఇండస్ట్రియల్ డెవలప్‌మెంట్ కార్పొరేషన్' అను సంస్థ భారీ పరిశ్రమలలో వాడుకచేయు ప్రత్యేక సామగ్రిని నిర్మించు ఉద్దేశముతో 'హెవీ ఇంజనీరింగు కార్పొరేషన్' అను ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థను రాంచీ (బీహారు) లో 1958 లో ప్రారంభించినది. ఇది సోవియట్ రష్యా నుండి సాంకేతిక పరిజ్ఞానమును గ్రహించి, భారీ యంత్రములను రూప కల్పనచేసి, నిర్మించి అందజేయుచున్నది. దాని వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 80,000 టన్నులు. ఈ భారీ ఫ్యాక్టరీని అనుకొని పోత కర్మాగారము (ఫౌండ్రీ) ఒకటి జెకోస్లోవాకియా సాంకేతిక సహకారముతో రూపుగొనినది. ఖని పరిశ్రమయందు అవసరమగు ప్రత్యేక యంత్ర సామగ్రిని 'మైనింగ్ అండ్ అల్లయిడ్ మెషినరీ కార్పొరేషన్' (జమ్‌షెడ్‌పూర్) ఉత్పత్తి చేయుచున్నది. రాసాయనిక పరిశ్రమల వంటి వాటిలో వాడుకచేయు భారీ వంట పాత్రలను తయారు చేయుటకు గాను ప్రభుత్వరంగమున విశాఖపట్టణములో 'భారత హెవీ ప్లేట్, వెసల్ సంస్థ' నెలకొనినది.

రైలు ఇంజనులను తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీలు చిత్తరంజన్‌లోను, డీసెలురైలు ఇంజనులను (1964) నిర్మించు ఫ్యాక్టరీ వారణాసిలోను నెలకొని ఉత్పత్తిని సాగించుచున్నవి. ప్రైవేటు రంగమున రైలు ఇంజనులను నిర్మించుచున్న తాతా ఫ్యాక్టరీకి ప్రభుత్వమునుండి ఆర్థిక సహకారము లభించుచున్నది. మద్రాసు సమీపమున ఉన్న 'ఇంటెగ్రల్ కోచ్ ఫ్యాక్టరీ రైలుపెట్టెల నిర్మాణమునందు నిమగ్నమయినది. దేశమున రైల్వే వ్యవస్థకు వలసిన గూడ్సు వేగనులను ప్రైవేటు రంగము సమకూర్చుచున్నది. భారీ సివిలు కట్టడములందు వాడుకచేయు ఉక్కు నిర్మాణ సామగ్రి, వంతెన నిర్మాణములు, క్రేనులు వంటి భారీ నిర్మాణములను సమకూర్చుటకు' ప్రభుత్వరంగమున 'త్రివేణీ స్ట్రక్చరల్స్' అను సంస్థ ఆస్ట్రియా సాంకేతిక సహకారముతో అలహాబాదులో (1965) నెలకొని పనిచేయుచున్నది.

విమానముల తయారీ : భారతదేశమున విమానములను తయారు చేయుటకు గాను 'హిందూస్థాన్ ఎయిర్ క్రాఫ్ట్ లిమిటెడ్ (బెంగుళూరు)'అను ప్రైవేటు సంస్థ భారత స్వాతంత్ర్యమునకు పూర్వమే నెలకొని పనిచేయుచున్నది. రక్షణశాఖ (డిఫెన్స్) అవసరములను సమకూర్చుటకుగాను 'హిందూస్థాన్ ఎయిరోనాటిక్స్ ప్రభుత్వ సంస్థ' నెలకొనుటతో ప్రైవేటు సంస్థను విలీనముచేసికొని ఒకే ప్రభుత్వ వ్యవస్థగా తీర్చి దిద్దబడినది. పూర్వపు బెంగుళూరు శాఖను విస్తరింపజేయుటయేగాక, దేశమున కీలకప్రాంతములలో మరొక నాలుగు విమాన నిర్మాణ కేంద్రములను నెలకొల్పిరి. 'మిగ్' అనబడు సోవియట్ రష్యా డిజైనును

భారతదేశము అభిమానించి, దాని తయారీని కొనసాగించుచున్నది. నాసిక్ (మహారాష్ట్ర) లో ఉన్న ఫ్యాక్టరీ విమానమునకు అవసరమగు చట్రమును సిద్ధపరచగా, కోరాపుట్టి (ఒరిస్సా) లోని ఫ్యాక్టరీ ఇంజనులను నిర్మించుచున్నది. విమానములో వాడుకచేయు ఎలక్ట్రానిక్ పరికరసామగ్రిని హైదరాబాదు ఫ్యాక్టరీ సిద్ధపరచుచున్నది. కాన్పూరులో కూడ మరొక ఫ్యాక్టరీ HS-748 డిజైను గల విమానములను సిద్ధపరచుటకు ఉద్దిష్టమైనది. రక్షణశాఖకు వలసిన నేట్* ఫైటరు విమానములు, శబ్ద వేగమును మించి పోగల 'మారుత్' జెట్ విమానముల తయారీ బెంగుళూరు ఫ్యాక్టరీ నిర్వహించుచున్నది. 'భారత్ ఎర్త్ మువర్స్ సంస్థ' బెంగుళూరులో భారీ త్రవ్వక యంత్ర సామగ్రిని ప్రభుత్వ రంగమున సిద్ధపరచుచున్నది. మద్రాసు సమీపమున ఆవడి వద్ద రక్షణశాఖ తరపున యుద్ధములో ఉపయోగపడు టాంకుల నిర్మాణము సాగుచున్నది. ఇంకను చిన్న చిన్న ఆయుధములు వంటి యుద్ధ సామగ్రిని సిద్ధపరచుటకు తిరుచిరాపల్లిలో స్మాల్ ఆర్మ్స్ ఫ్యాక్టరీయును, దేశమున అచ్చటచ్చట ఉన్న ఆర్డినెన్స్ ఫ్యాక్టరీలును యుద్ధ సంబంధమయిన ఇంజనీరింగు పరిశ్రమయందు నిమగ్నమయినవి.

మోటారుకారు పరిశ్రమ: భారతదేశమున 1928లో మోటారుకారు విడిభాగములను విదేశముల నుండి దిగుమతి చేసికొని వాటిని మోటారుకారులుగ అమర్చుటతో ఈ పరిశ్రమకు అంకురార్పణ జరిగినది. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధము ముగియునాటికి పూర్తి కారులను తయారుచేయు సంకల్పముతో కంపెనీలు స్థాపింపబడినవి. కాని, అవి విదేశ కంపెనీలతో పోటీకి నిలబడ లేకపోవుటచే ప్రభుత్వము వాటిని ఆదుకొనవలసివచ్చెను. 1945 లో మోటారుకారు ట్రాక్టర్ సంస్థలు ఏర్పాటు అయినవి. 1948 లో ప్రభుత్వము మోటారుకారు పరిశ్రమను ప్రధాన పరిశ్రమలలో ఒకటిగా ప్రకటించెను. ప్రభుత్వ నియమనమునకు లోబడి దానిని అభివృద్ధిచేయు బాధ్యత ప్రైవేటు పారిశ్రామికులకు వదిలివేసెను. 1953 లో టారిఫ్ కమిషన్ సిఫార్సులను అనుసరించి కొన్ని పరిమిత రకముల వాహనముల ఉత్పత్తియందే శ్రద్ధ చూపుటకు ప్రభుత్వము నిశ్చయించుకొనినది. తదుపరి 1956 లో ప్రభుత్వము ఆ కమిషన్ యొక్క రెండవ నివేదికను కూడ ఆమోదించి, ధరల నియంత్రణ, క్రమానుగతమైన ఉత్పత్తి, రక్షణ మున్నగు అనేక అంశములపై నిబంధనలు జారీ చేసెను. ఇటీవల ప్రభుత్వము ఆ పరిశ్రమలో ప్రవేశించి, సైనిక వాహనములను, టాంకులను ఉత్పత్తిచేయ మొదలిడినది. భారత దేశములో ఆటోమొబైల్ వాహనముల ఉత్పత్తికి సంబంధించిన తాజా సంఖ్యలను దిగువ కానవచ్చును:

వాహనముల రకములు	ఉత్పత్తి సంఖ్యలు 1960–61	ఉత్పత్తి సంఖ్యలు 1965–66
వాణిజ్య వాహనములు	28,400	34,000
ప్రయాణికుల వాహనములు	19,100	24,500
జీప్‌లు, స్టేషన్ వాగన్‌లు	6,900	10,000
మోటారు సైకిళ్లు, స్కూటర్‌లు, మోపెడ్‌లు	17,600	50,000

రోడ్లపై పయనించు ఆటోమొబైల్ వాహనములను 1. ప్రధానముగ ప్రయాణికులను తీసికొని పోవునవి (మోటారు సైకిళ్లు, కారులు, బస్సులు); 2. ప్రధానముగ సరుకులు మోయునవి (లారీలు, వాన్‌లు) అని రెండు విధములుగ వర్గీకరింపవచ్చును [చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు].

టెక్నాలజీ భవిష్యత్తు

రోదసీ యాత్ర: మానవుడు రోదసీ యాత్రకు 5000 సంవత్సరముల నాడే ప్రయత్నించినట్లు బాబిలోనియా నాగరకతకు చెందిన ఒక శిల్పము వలన తెలియుచున్నది. ఈ శిల్పమున ఒక వ్యక్తి పక్షి నెక్కి చంద్రమండలమువైపు పయనించినట్లు చెక్కబడినది. క్రీ. శ. 15 వ శతాబ్దమున ఇటలీ వాసియు, పెక్కు నూతన విషయములను కనుగొన్నవాడును అయిన లియొనార్డో డా విన్సీ [చూ. పు. 23] రోదసీ యానమును విశదీకరించుచు పెక్కు చిత్రములు గీచెను. 19 వ శతాబ్దము మధ్యభాగమున 'ఫ్రమ్ ది ఎర్త్ టు ది మూన్ (భూమినుండి చంద్రమండలమునకు)' అను అద్భుతమగు ఒక సాహస గాథను జూలెస్ వర్న్ అను నతడు వ్రాసెను. తరువాత దాదాపు 30 పండ్లకు 1895 లో జియోలోవ్‌స్కీ అను శాస్త్రజ్ఞునికి శకటము మీద రోదసీయానము చేయుట సంభవమను భావము కలిగెను. తరువాత ఆరేండ్లకు 'ది ఫస్ట్ మెన్ ఇన్ ది మూన్ (చంద్రమండలమున తొలిమానవులు)' అను గ్రంథమును ఎచ్. జి. వెల్స్ ప్రకటించెను. ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధమున జర్మనీ V-2 రాకెట్లను ప్రయోగించుట రోదసీ పరిశోధనకు ప్రోత్సాహమును ఇచ్చెను. వార్తా

* GNAT

ప్రసారము ప్రపంచమందు అంతటను చక్కగ జరుగుటకై వార్తా ప్రసారక ఉపగ్రహములను రోదసీయందు యునైటెడ్ స్టేట్స్ నెలకొల్పినది. టెల్‌స్టార్ (1962), సిన్‌కోమ్ (1964) మొదలైనవి అందులకు కొన్ని ఉదాహరణములు. ఖండాంతర దూర క్షిపణులు (ఇంటర్ కాంటినెంటల్ బాలిస్టిక్ మిసైల్ - ఐ. సి. బి. ఎమ్.) దేశ రక్షణకై రాకెట్ ఇంజనీరింగు సాధించిన ప్రసిద్ధాయుధములు; ఉపగ్రహములు వాతావరణ వివరణములను తెలిసికొనుటకును ప్రయోగింపబడుచున్నవి. అటువంటి శబ్దగ్రాహమగు రాకెట్ కేంద్రము ఒకటి భారతదేశమునందు కేరళరాష్ట్రమున తుంబా ఉన్నది. మరొకటి ఆంధ్రప్రదేశ్ కోస్తా తీరమున స్థాపింపనున్నట్లు తెలియుచున్నది.

రాకెట్ కనుగొన్న వారిలో మూలపురుషుడు రాబర్ట్ ఎచ్. గోడార్డ్. ఇతడు ద్రవరూపమగు ఇంధనముతో నడచు రాకెట్‌ను కనుగొనెను. రాకెట్ సంచాలనము అభివృద్ధి చెంది, నిర్దుష్టమైన పిదప, మానవునితో పాటు కృత్రిమ గ్రహములను రోదసీ కుహరములోనికి పంపుటలో సఫలమై గ్రహాంతరయానమునకు అవకాశములు కల్పించినది.

ఈ రోదసీ శకటమున మూడు లేదా అంతకు మించిన భాగములు ఉండును. లాంచ్‌పాడ్ అనునది తొలుతటి భాగము; ఇది ఉపగ్రహమును రోదసీ కుహరములోనికి త్రోయుటకు వీలుగా నిర్మించిన స్థావరము. కొంతదూరము పయనించిన తరువాత మొదటి దశకు చెందిన పరికరము విడిపోయి, రెండవ దశ పరికరమును పైకి త్రోయును. ఇట్లు మరికొంత దూరము పయనించిన తరువాత రెండవ దశ పరికరము కూడ విడిపోయి, మూడవ దశ పరికరమును పైకి త్రోయును. జంతువులనుగాని, మానవులను గాని ఉంచుటకు వీలగు రోదసీ పేటికయే మూడవ దశలోని పరికరము.

మొట్ట మొదటి కృత్రిమ ఉపగ్రహము 1957, అక్టోబరులో సోవియట్ రష్యా రోదసీకుహరములోనికి వదలిన స్పుత్నిక్-I. దీని తరువాత స్పుత్నిక్-II ను లైకా అను కుక్కతో పాటు రోదసీలోనికి పంపిరి. రోదసీలో గాలి లుప్తమైనందున ఈ లైకా ప్రాణములు కోల్పోయెను. చంద్రమండల ప్రాప్తి లక్ష్యముగా 1959, జనవరి 2వ తేదీన సోవియట్ రష్యా పంపిన లూనిక్-I చంద్రునికి సమీపముగా వెళ్ళి, దానిని దాటిపోయి, సూర్యపరిధిలోనికి చేరి, మొట్టమొదటి కృత్రిమ గ్రహమైనది. లూనిక్-I సూర్యుని చుట్టునూ 15 నెలలకు ఒకమారు పరిభ్రమించుచున్నది. కొన్ని లక్షల సంవత్సరముల పర్యంతము ఇట్లు పరిభ్రమించుచునే ఉండును. ల్యూనిక్-I చాల చిన్నది గనుక దీనిని మనము చూడలేము.

యునైటెడ్‌స్టేట్స్ 1959, మే నెలలో 'జూపిటర్' అను రాకెట్‌ను అగ్రభాగమున రెండు కోతులను పెట్టి పంపి, 15 నిముషముల ఆకాశవిహారము తరువాత వానిని దింపివేసెను. ఆ కోతులలో ఒకటి రీసెస్ తెగది - పేరు 'ఏబిల్'; రెండవది స్క్విరల్ తెగది - పేరు 'బేకర్'.

సోవియట్ రష్యా 1959, సెప్టెంబరు 14 వ తేదీన పంపిన లూనిక్-II సెకనునకు 3 కి. మీ. వేగమున 35 గంటలు పయనించి, చంద్రమండలమును తాకెను. దీనిలో భూమికి చంద్రమండల సమాచారమును పంపుటకు సుమారు 400 కి. గ్రా. బరువుగల సాంకేతిక పరికర సామగ్రిని అమర్చిరి. మూడు వారముల తరువాత అక్టోబరు 7 వ తేదీన పంపబడిన లూనిక్-III మనము ఇంతవరకు చూడనట్టి చంద్రమండలపు ఆవలివైపును ఫోటోలు తీసెను. రేడియో సంకేతముల ద్వారా తీసిన ఫోటోలను ఇది రెండు వారముల తరువాత భూమికి పంపెను. కాని, లూనిక్-III కొన్ని నెలల తరువాత క్రిందికి దిగు సమయమున వాతావరణములోని ఘర్షణ వల్ల ఉల్క వలె కాలిపోయెను.

యునైటెడ్ స్టేట్స్ 1960 లో తొలిసారిగా పయనీర్-V అను రోదసీ నౌకను శుక్రమండలమునకు పంపెను. అది పంపిన కొంత సమాచారమును ఇంగ్లండులోని జోడ్రెల్ బ్యాంకు రేడియో టెలిస్కోపు గ్రహించి రికార్డు చేసికొనినది.

యునైటెడ్‌స్టేట్స్ కొన్ని సముద్ర జీవులతో డిస్కవరర్-III అను రోదసీ నౌకను 1960, ఆగస్టు 20 న పంపి, తరువాత అది సముద్రములో పడగా, తప్పించి సురక్షితముగా పైకి తీసిరి. మానవుని రోదసీ నౌకలో పంపి, సురక్షితముగ, నిరపాయముగ మరలించి తెచ్చు యత్నమున ఇది మొదటి ముందడుగు. ఇది 29 గంటలలో భూమిని 17 సార్లు పరిభ్రమించి, రేడియో కంట్రోల్‌తో మరలింపబడెను. డిస్కవరర్ - III ని పంపిన వారమునకే సోవియట్‌రష్యా చిట్టెలుకలు, ఎలుకలు, ఎగిరెడి పురుగులు, మొక్కలు, సూక్ష్మక్రిములు, స్ట్రెల్కా, బెల్కా అను కుక్కలతో ఒక రోదసీ నౌకను పంపెను. ఈ రోదసీ నౌక 18 సార్లు భూమిని పరిభ్రమించిన తరువాత సురక్షితముగా తిరిగి వచ్చెను.

భూమి చుట్టును ఆకాశ తలమున 108 నిమిషముల పాటు ప్రదక్షిణ మొనర్చి సురక్షితముగ తిరిగి వచ్చిన తొలి మానవుడు మేజర్ యూరీ గెగారిన్. ఇతని వయస్సు 27 సంవత్సరములు (1967 లో చనిపోయెను). రోదసీ

నౌక భూమ్యాకర్షణ పరధిని దాటినప్పుడు దేహము బరువు లేకపోవుట, తత్ఫలితముగా మైకము, అసంతుష్టి సామాన్యముగా ఏర్పడును. కాని, గెగారిన్ ఎలాంటి అసౌకర్యములును కలిగినట్లు భావించలేదు. మానవునితో తొలి రోదసీ నౌకను పంపిన కీర్తి సోవియట్ రష్యాకు దక్కినది. తరువాత 1961, మే 5 వ తేదీన యునైటెడ్ స్టేట్స్ పంపిన రోదసీ నౌకలో వెళ్లిన అవెన్ షెపెర్డ్ భూమిని పరిభ్రమింప లేదు. పూర్వ నిర్ణయము ప్రకారము 486 కి. మీ. అవల అట్లాంటిక్ మహాసముద్రమున అతనిని భద్రముగా దింపుకొనిరి. జాన్ గ్లెన్ అను మరియొక అమెరికన్ 1962 లో మర్క్యూరీ - VI అను రోదసీ నౌకలో భూ పరిభ్రమణములో కృతకృత్యుడయ్యెను.

యునైటెడ్ స్టేట్స్ 1962, ఆగస్టు 27 కు వదిలిన మారినర్ - II శుక్రగ్రహమును విజయవంతముగా పరిశీలించెను. శుక్రగ్రహమును పరిశీలించినప్పుడు అది భూమికి 24,00,000 కి. మీ. దూరమున, శుక్రగ్రహమునకు 32,600 కి. మీ. దూరమున ఉండెను. దానిలో మానవుడు లేకపోయినప్పటికిని, దానిలో అమర్చిన సాంకేతిక పరికర వ్యవస్థ ప్రయోజనకరమగు సమాచారమును సేకరించి, రేడియో ద్వారా భూమి వైపు ప్రసారము చేసెను.

రోదసీ పరిశోధన కార్యక్రమమును యునైటెడ్ స్టేట్స్, సోవియట్ రష్యా దేశములు ప్రణాళికాబద్ధముగా సిద్ధపరచి ఎవరికి వారు ఆచరణమున పెట్టుచున్నారు. యునైటెడ్ స్టేట్స్ మానవులతోను, మానవరహితముగను రోదసీ నౌకలను పంపుటకు 'నాసా (నేషనల్ ఎరోనాటిక్ అండ్ స్పేస్ అడ్మినిస్ట్రేషన్)'అను స్వతంత్ర వ్యవస్థ ద్వారా కార్యక్రమమును ప్రారంభించినది. తదనుసారము పంపిన రోదసీ నౌకా పరంపరలో ముఖ్యమైనవి సాటరన్ పరంపర, సర్వేయర్ పరంపర, అపోలో పరంపర, జెమినీ పరంపర. మానవులతో పంపబడు జెమినీ వర్గపు రోదసీ నౌకలు రోదసీ పరిభ్రమణము - అనగా రోదసీలో మానవుడు నడచుట - ను లక్ష్యముగా ఇడుకొనినవి. జెమినీ - IV లో రోదసీకి వెళ్లిన రోదసీ యాత్రికుడు వైట్ ఈ రోదసీ పరిభ్రమణమును 225 కి. మీ. లకు అవల భూమి కక్ష్యలో సాధించెను (జూన్ 1965). అతడు రోదసీలో ఉన్న 20 నిమిషముల సేపు బరువు లేని తనమును అనుభవించెను. అతడు తన రోదసీ నౌక దగ్గర స్వేచ్ఛగా అటూ ఇటూ తిరిగి ఫోటోలు తీసెను. చేతితో నడుపగల ప్రొపల్షన్ యూనిట్ లను ఉపయోగించెను. జెమినీ రోదసీ నౌకకును, బయటకు వచ్చి పరిక్రమించుచున్న వైట్ కును మధ్య బొడ్డుతాడు (ఉమ్బిలికల్ కార్డ్) సంబంధము కలదు. రోదసీ యాత్రికుడు తన ముఖమునకు సూర్యుని వేడిమి తగులకుండా ప్రత్యేకమగు రోదసీ శిరస్త్రాణమును ధరించెను. తీవ్రమైన చలికి గాని, వేడిమికి గాని లోను గాకుండా రోదసీ యాత్రికుని ఒక ప్రత్యేకమగు 20 మడతలు గల దుస్తులు (సూటు) కాపాడినవి. రోదసీలో వేగముగా తిరుగు పదార్థముల వల్ల గాయములు మొదలగు ప్రమాదములు కలుగకుండ ఈ ప్రత్యేకమైన రోదసీ దుస్తులు రక్షించును. మెక్ డి. విట్, వైట్ గంటకు 27,200 కి. మీ. వేగమున 98 గంటలో 60 సార్లు భూ ప్రదక్షిణము చేసి, తిరిగి వచ్చిరి. మెక్ డి. విట్ రోదసీ నౌకను నడిపెను. ఇటీవలి జెమినీ ప్రయోగముల వలన రోదసీలో సమాగమము(రెండీవూ)- అనగా రోదసీ నౌకల సమాగము - రోదసీ పరిక్రమణము సాధ్యమైనవి. తరువాత 1966, అక్టోబరు నెలలో సోవియట్ రష్యా చంద్రమండలముపై నెమ్మదిగా దిగుట (సాఫ్ట్ లాండింగ్)ను సాధించెను. యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో రోదసీ యాత్రా కార్యక్రమమున విజ్ఞానులు, ఇంజనీర్లు, సాంకేతిక నిపుణులు మొదలైన వారు మూడు లక్షల మందికి పైగా నిమగ్నమయి ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది. సోవియట్ రష్యాలో నేడు అంతకు సమానముగానో, అంతకు మించియో సిబ్బంది ఉండవచ్చును.

భూ-సాంకేతిక శాస్త్రము

సోవియట్ రష్యాలో భూ—సాంకేతిక శాస్త్రము అనునది ఇటీవల అభివృద్ధి చెందుచున్నది. భూతత్త్వమునకు సంబంధించిన సమస్యల పరిశీలన పరిష్కారమును ఆశ్చర్యకర సాహసోపేత రీతిలో పరిసర పునర్నిర్మాణ పథకముల నిర్వహణమును ఈ సాంకేతిక శాస్త్ర పరిధిలో చేరి ఉన్నవి. ఇక కొన్ని దశాబ్దములలో భూ - సాంకేతిక శాస్త్రమును ఆధారముగా గ్రహించి పలుచోట్ల పాతాళగంగ ఉనికిని తెలిసికొని వినియోగపరచ వీలున్నది. ఒక అంచానా ప్రకారము ఈ భూ జలరాశి (వేడిదిగానిండు, చల్లనిదిగానిండు) 40 కోట్ల ఘ. కి. మీ. ఉండునని తెలియుచున్నది. సముద్రము ఖనిజ సంపదకు విశాలమగు భాండాగారము. ఇనుము, మాంగనీసుముద్దలును, వీనిలో కలిసి రాగి, కోబాల్ట్, నికెల్ మొదలగునవియు అందు ఉన్నవి. నలుపు ముదిరిన గోధుమ వన్నెరాళ్లవలె ఉండు ఈ ముద్దలు గుండుసూది తల పరిమాణమునుండి దాదాపు ఒక మీటరు పరిమాణము వరకు ఉన్నవి. కాని, వీనిలో అత్యధిక భాగము టెన్నిస్ బంతి ప్రమాణమున ఉన్నవి. ఏనాటికైనను సముద్రములను ఈ ధాతుఖనిజముల కొరకై త్రవ్వి తీయుదురనియును, వీనిని పెద్ద పెద్ద హైడ్రాలిక్ క్లీనర్

యంత్రముల మూలమున పైకి పీల్చి నౌకలను నింపుట గాని లేదా జలాంతర్గాములగు కాటర్ పిల్లర్ ట్రాలింగ్ త్రవ్వోడల ద్వారా త్రవ్వి పై ఓడలకు చేర్చుట గాని జరుగగలదని సముద్రగర్భ విషయజ్ఞుడు సిరిల్ హౌస్ తెలుపుచున్నాడు. తదితర ఖనిజములు సైతము సముద్ర గర్భమునుండి కొన్ని చోటులలో ఈ కాలమున సేకరింపబడుచునే ఉన్నవి లేదా కొన్ని చోటులందు ఇక ముందు సేకరింపబడ గలవు. ప్రస్తుతము సముద్రజలముల నుండి పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్ లవణములను తీయు చున్నారు. ద్రవ రూపములో ఉన్న బ్రోమీన్ అను పదార్థము ఉప్పు, మగ్నీషియమ్ ఉత్పత్తిలో లభించు ప్రధాన ఉపపదార్థము. సముద్ర తలము క్రింద 40,000 కోట్ల పీపాల పెట్రోలియమ్ ఉన్నట్లు శాస్త్రజ్ఞులు అంచనా వేసిరి. యూరప్‌లోని కొన్ని ప్రాంతములలో సముద్రపుతీర పరిసర జలములందు ఉన్న సముద్రగర్భ సైకత స్థలముల నుండి పెట్రోల్ తీయుట కొంతకాలము సాగెను. లోతునీటి సముద్ర గర్భములలో తైలము సమృద్ధిగా ఉన్నట్లు రూఢియైన పిదప, ఆ తైలమును తీయుట ఓడల మీదుగా జరుగునని విజ్ఞానులు భావించుచున్నారు. సముద్రపు లోతులను త్రవ్వి తైలము తీయుటకు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని 'ఆపరేషన్ మొహోలి' అను పరిశోధన వ్యవస్థ నూతన పద్ధతులను రూపొందించెను.

అగ్నిపర్వతముల నుండి ఖనిజ సంపద : అగ్నిపర్వతముల నిర్మాణ విశేషములను తెలిసికొని వాటినుండి ధాతు ఖనిజములను సాధించుటకు వీలుగా అగ్నిపర్వతముల ప్రతికలను మానవుడు నిర్మించి, సాధక బాధకములను తెలిసికొని ఖనిజములను సాధించుటకు ఉద్యమించునని బ్రిటిష్ విజ్ఞాని జార్జ్ తామ్సన్ అభిప్రాయము. భూమి బాహ్యాపటలమున ముడిధాతు ఖనిజములు గల 'మాగ్మా' ద్రవఖనిజముల స్రవంతులు ఉన్నవని ఆయన ఊహ. నేడు ఖనిజములు ఉన్న పెక్కు ప్రాంతములలో మొదట మాగ్మా ఉండెనని, ఆ మాగ్మా భూమి అట్టడుగు పటలమునుండి పై పటలమునకు వచ్చినదనియును అందరికి తెలిసిన సంగతి. తదనుసారి అయిన ధాతు బాష్పములును, వాయువులును పరిసర శిలాతలములలోని పగుళ్లలోనికిని, బీటలలోనికిని, గుంటలలోనికిని చొరబారి, నిండి, చాలకాలమునకు చల్లబడిన తరువాత ముడిధాతువును ఇచ్చు చారలైనవి. భూమి దిగువభాగమున కరగి ఉన్న మాగ్మాను ఉపరితలమునకు తెచ్చుటకు పెక్కు కి. మీ. లోతు గోతులను త్రవ్వుట కష్టసాధ్యమైన పని. దీనికోసము తామ్సన్ దశల వారీగా నిర్మాణకార్యక్రమమును సూచించెను. భూ భౌతిక శాస్త్రవేత్తలు తమకు కావలసిన మాగ్మా లక్షణములను, తమకు లోగడ తెలిసిన వానిని సమన్వయించి పరిశీలించి, అది ఎక్కడ ఏ రూపమున చొచ్చుకొనినది కచ్చితముగ తెలిసికొని నిర్ణయించిన పిదప దానిని పైకి తీయుటకు అవసరమగు యంత్ర పరికరములకు సరిపడు ఇరుకైన గోతులను త్రవ్వవచ్చును. ఆ యంత్ర పరికరముల వలన ఆ మాగ్మా ద్రవమున మనము కోరిన ధాతువులు ఉన్నవని స్పష్టమైన తరువాత ముఖ్యమైన గనుల త్రవ్వకము ఆరంభింపవచ్చును.

జల కృషి

సముద్రాహార విషయమున ప్రామాణికుడగు కాస్టే 'మనము సముద్రమును వేటాడి, చేపలు పట్టు పద్ధతులలో ఆదిమ దశలో ఉన్నాము. సముద్ర విజ్ఞానమునకు సంబంధించినంత వరకు మనము నాగరకతా స్థాయిని చేరుకొనిన పిదప మనము ఈ చేపలు పట్టుటకు మారుగా సాగర సేద్యమును ఆరంభింతము' అనెను. ధాన్యకృషి అను పదమువలె అతడు 'జలకృషి ఆక్వా-కల్చర్' అను మాటను కల్పించెను. అనగా ఆధునిక పద్ధతులలో జలకృషి-సముద్రాహార వస్తువుల కోసము సముద్రపు అంచులలో వ్యవసాయము చేయుట - సముద్రపు శ్యామిక అని వ్యవహరింపదగు సముద్రోపరితల జలము సూర్యునిచే సందీప్తమైనప్పుడు తత్ఫలితముగ ఆ జలము సారతను కోల్పోవుటయు కొన్ని ఎడల జరుగును. నేల సారరహితమగుట ఎట్టిదియో ఇదియు అట్టిదియే. అందువలన దీనిని సరి చేయుటకు ఎరువులను ఉపయోగించవలసి ఉండును. సముద్రమున తెర్మాక్లైన్ ఆటంకములు - ఘర్మప్రసారపు అడ్డంకులు - సముద్రపు దిగువన ఉన్న ఉత్తమ పౌష్టికాహారదాయకములగు పదార్థములు పైన కనిపించు జీవ పదార్థములకు చేరనీయని కారణమున ఈ నిస్సారత కలుగుచున్నది. ఇటీవల (1961 - 65) 44 దేశములు సమష్టిగా జరిపిన అంతర్జాతీయ హిందూ మహాసముద్ర పరిశోధనముల వలన మానవజాతి భావి అవసరములకు సముద్రగర్భమును వినియోగించుకొనుటకు శాస్త్రీయమగు మార్గములు తెలియవచ్చినవి. దీనిఫలితముగా చేపల పిండిని తయారుచేయుట తెలియవచ్చినది. పుష్టికోసము ఈ పిండిని తయారైన ఆహారపదార్థములకు చేర్చవచ్చును. మానవ శరీర పుష్టికిని, ఆరోగ్యమునకును ప్రోటీన్ లుప్త రోగమగు క్వాషియార్కర్ అను జాడ్యమువాత పడకుండ అత్యావశ్యకములైన జంతువుల ప్రోటీన్‌లు కొరవడి ఉన్న ఆసియా దేశముల తృణధాన్యాహారమున తక్కువ వ్యయ

ముతో ఈ చేపల పిండివలన జంతువుల ప్రోటీన్‌లను అదనముగా సమకూర్చవచ్చును. అంతేకాక, పశువుల మేత, నూనెలు మొదలగు పెక్కు వస్తువులు సముద్ర జీవుల నుండి లభించుచున్నవి. సముద్ర జీవుల జీవశాస్త్ర పరిశోధనల వలన కొన్ని విధములగు సముద్రపు పాచి (ఆల్గే)యు, వెన్నెముకలేని జంతువులును నీటిలో సూక్ష్మాంశలో ఉన్న మూలద్రవ్యములను స్వీకరించుకొనుననియు, కొన్ని ఆకర్షించుకొనిన పదార్థములను వెలుపలికి విరజిమ్ముననియు, లేదా ఇతర జాతులను మళ్లగొట్టుననియు, కొన్ని విషపూరితములనియు హిందూమహా సముద్రమున అంతర్జాతీయ పరిశోధనలవలన తెలియవచ్చినది. వీనివలనను, తత్సంబంధ విషయ పరిశోధన వలనను క్రిమిహారులు, మూలికాహారులు, భూసార రక్షకములు, ఆంటీబయాటిక్ వంటి నూతన వస్తువులను కనిపెట్టవచ్చును. అందలి నిస్సార ప్రాంతములలో కృత్రిమమగుపద్ధతులతో సారతను చేకూర్చు రీతిగా సముద్రమును ఏదియో రీతిగా 'సేద్యము' చేయుట వలన సముద్రమునుండి ఇతోధికముగా వస్తువులను ఉత్పత్తి చేసికొనవచ్చునని విజ్ఞానులు విశ్వసించుచున్నారు. దీని మొదటి ప్రయత్నముగా పౌష్టిక పదార్థములచే నిండిన సముద్ర జలమును పసిఫిక్ సముద్రము నందలి 'అతలము'* ల వలె ఉండు వానిలోనికి పంపుచేయు విషయము ఆలోచింపబడుచున్నది. రెండవ సుదూరావకాశము ఏమన, లీడుగా ఉన్న సముద్రతల ప్రాంతములలో పరమాణు శక్తిని ఉత్పత్తిచేయు కేంద్రమును ఉంచుట సాధ్యమేమో పరిశీలించుట; దీనివలన కలిగిన వేడిమి దానిచుట్టూ ఉన్న నీటిని కొంచెము వెచ్చజేయుననియు, ఆ వెచ్చని నీరు మొక్కలకు అవసరమగు పుష్టికర పదార్థములను, ఎరువులను తీసికొని అడుగునుండి పైకి తెచ్చుననియు విజ్ఞాని రేవెల్ తెలిపిరి. దీనిని మనము చేయగలిగినట్లయిన, విలాస యాత్రికులు మాత్రమే ప్రశంసించు స్పష్ట నీల సముద్ర జలములను సారవంతమగు సముద్ర శాద్వలములుగా మార్చవచ్చును. ఈ విధముగా సముద్రాధారమగు సాంకేతిక శాస్త్రము ఇప్పటి నాగరకతను పూర్తిగా విప్లవాత్మకమొనర్చు కాలము ముందున్నది. దీనికి అవసరమగు పద్ధతులు ఇదివరకే రూపొందింపబడినవి; ఉపకరణములును తయారుచేయబడినవి. మానవుడు పెక్కు శతాబ్దములుగా భూమి మీద వ్యవసాయము చేయుచున్నట్లును, భూమిలోపల గనులు త్రవ్వి ఖనిజములు మొదలైన వానిని తీయుచున్నట్లును, సముద్ర గర్భమున కూడ ప్రణాళికాబద్ధమగు ప్రయత్నము చేయుటకు పరిస్థితి అనుకూలించు నెడల తినుటకై జలాధారాహారములను పుష్కలముగా పండించుకొన వచ్చునని ఆశించవచ్చును.

* 'అతలము' అనగా కంకణాకారమున సముద్ర మధ్యమున ఉన్న భూ విశేషము. ఇది తన లోపలి జలమును సముద్రము నుండి వేరు చేయును.

ఉప్పు నీటిని మంచి నీరుగా మార్చుట

మానవ జాతికి తగినంత విద్యుచ్ఛక్తి లభించు పక్షమున సముద్ర జలములకు ఉప్పదనము పోగొట్టి, ఆ నీటితోను, భూగర్భ జలములతోను అనావృష్టి భూములకు నీటి వనరులు కల్పించు సమస్యను కొంతవరకు పరిష్కరించునని తోచుచున్నది. ఈ స్థితిలో భూమి మీద అనావృష్టి ప్రాంతములలో సగమునకు నీటి వనరులు కల్పించుటకైనను సిద్ధాంత రీతిగా 1,25,00,000 లక్షల యూనిట్ల విద్యుచ్ఛక్తి కావలసి ఉండును. ప్రపంచమున ఆయుధ విసర్జనము జరిగినచో ఇది సాధ్యమగును. ఒక్క సోవియట్ రష్యాలోనే 1980 కి 3,00,00,000 లక్షల కిలోవాట్ల విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి అగునని అంచనా.

ఇప్పటి నీటివనరుల విషయమునను వేరొక దృక్పథమును అలవరచుకొనవచ్చును. బహుశః సముద్ర జలమునకు మరికొంత ఉప్పు చేర్చి కూడ చేలకు పారించవచ్చును. ఎందుకనగా, ఆల్జీరియాలోను, ఇజ్రాయెల్‌లోను రైతులు ఉప్పు నీరు చేనుకు కట్టి గొప్పగా పంటలు పండించుచున్నారు. ఇది కేవలము ప్రయోగాత్మకమైనప్పటికిని, జలవిషయజ్ఞులు, జీవశాస్త్రజ్ఞులు, రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు, భూసార నిపుణులు కలిసి పని చేసిన ఉప్పునీటి వ్యవసాయమునకు ఒక పరిష్కార మార్గమును కనుగొన గలరనుటలో సందేహము లేదు. ఉప్పునీటిని మంచినీరుగా మార్చి ఆ నీటిని పంటలు పండించుటకు ఉపయోగించవచ్చును. పైగా ఈ ప్రక్రియయందు స్ట్రాన్షియమ్, రుబిడియమ్, జింకు, బేరియమ్, రాగి, మాంగనీస్, వెనేడియమ్, బంగారము వంటి పెక్కు విలువైన ఉపోత్పన్నములు కూడ లభించును. మాటవరుసకు: ఇట్లు ఉప్పునీటిని పంటనీరుగా మార్చినప్పుడు ప్రతి 200 హెక్టేరుల నేలను తడుపుటకు కావలసిన జలరాశివలన 5 కిలోగ్రాముల బంగారము కూడ లభించునని అంచనా వేసిరి. సముద్ర జలమును మంచినీరుగా మార్చుటకై ఆధునిక పద్ధతులను వినియోగించి, చౌకగా ఉప్పునీటిని మంచినీరుగా మార్చి అరేబియా, ఆఫ్రికా ఎడారులను సస్యశ్యామలములుగా చేయుట అను కలను నిక్కలనము చేయుటకు నూతన సాంకేతిక పద్ధతి రూపొందింపబడుచున్నది. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని టెక్సాస్ రాష్ట్రములలో ఉన్న ఫ్రీజ్‌పోర్ట్ ప్లాంట్ అను

చోట సముద్రజలములను వేడిగొట్టములగుండా పారించి దినమునకు 38 లక్షల లీటరుల మంచినీరు చేయు పద్ధతి పరీక్షార్థమై అవలంబింపబడుచున్నది. భూమిలోని చవిటి నీటిని ఒక విద్యుద్విశ్లేషణ ఘటము (ఎలక్ట్రో లిటిక్ సెల్లు) గుండా పోనిచ్చి, దినమునకు 9,50,000 లీటరుల మంచి నీటిని సాధించవచ్చును. ఉప్పునీటిలోని ఉప్పదనమును విరచుటకు 'ఫ్లాష్ డిస్టిలేషన్' అను మరొక సాంకేతిక స్వేదన పద్ధతి రూపొందింపబడినది. దీనిలో కాచిన ఉప్పు నీటిని తక్కువ ప్రేషము గల పాత్రలలోనికి పోనిత్తురు. ఫోర్స్డ్ సర్క్యులేషన్, వేపర్ - కంప్రెషన్ పద్ధతి ద్వారా దినమునకు 40 లక్షల లీటరుల చవిటినీరు మంచి నీరు అగుచున్నది. పంటచేలకు పంటనీటి వనరులు కల్పించుటకై ఈ విధముగా నీరు లభించుచున్నది. దీనివల్ల నూతన వ్యవసాయ సాంకేతిక శాస్త్రము రూపొందుచున్నది. వ్యవసాయపు ఖర్చులు చాల తగ్గిపోవుటకు అవకాశముకలదు.

పరమాణు శక్తి నుండి విద్యుత్తు

పరమాణు భావమును గూర్చి చాల ఏండ్లకు పూర్వముననే భారత దార్శనికుడు కణాదుడు, గ్రీక్ విజ్ఞాని డెమొక్రటిస్ (క్రీ. పూ. 4 వ శతాబ్దము) పరమాణు వాదమునకు పునాదివేసినప్పటికిని, ఆ తరువాత 2000 ఏండ్లకు గాని అది ప్రయోజనమునకు రాలేదు. 19 వ శతాబ్దము ప్రథమ పాదమున జాన్ డాల్టన్ పరమాణు వాదమును పునరుద్ధరించిన నాటినుండియు [చూ. సం. 2 - పు. 88] పరమాణువును గూర్చి ప్రయోజనకరమైన పరిశోధనా కృషి నిరాఘాటముగా సాగినది. 20వ శతాబ్దము ప్రారంభములో ఐన్‌స్టయిన్ ప్రతిపాదించిన శక్తి-ద్రవ్యరాశుల సమతా సూత్రమును [చూ. పు. 1] ఆధారముగా పరమాణువును భేదించి, శక్తిని సిద్ధింపజేయు పద్ధతులను విజ్ఞానులు 1940 ప్రాంతమున కనుగొనిరి. మొదట పరమాణు శక్తిని మరణాస్త్ర్వాయుధమయిన ఆటంబాంబుగా రూపొందించి [చూ. సం. 2-పు. 67], జపానులోని నాగసాకీ, హిరోషిమా నగరములపై ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధము ముగింపు చేయుటకై ప్రయోగింపజేసి, దాని ఉద్ధృతములను మిత్రరాజ్య అధినేతలు నిరూపించిరి. 1945 లో తొలుతగ ప్రయోగింపబడిన ఆ పరమాణ్వాస్త్రము అపార మానవనాశమును కలిగించినది. ఇందువలన, ఈ పరమాణ్వాయుధ నిర్మాణము కందెరీగెల తుట్టెను కదిలించుటయే యగునని ప్రముఖ రాజ్యాధినేతలు గుర్తించగలిగిరి. అంతట ఈ తప్పిదమును సవరించుకొనుటకు నిర్ణయించుకొని, రెండు దశాబ్దముల లోపుగా గొప్ప ఫలితములను సాధించిరి. ఇందువలన 'న్యూక్లియర్ ఇంజనీరింగు' అను క్రొత్త ఇంజనీరింగు శాఖ నెలకొని పరమాణుశక్తిని ఉత్పత్తి చేసి, అందుండి విద్యుత్తును సంపాదించుటలో కృతకృత్యతను ఆర్జించినది. ఈ పద్ధతియందు పరమాణుశక్తిని వినియోగించి నీటిని వేడి చేసి, దానివల్ల కలుగు ఆవిరితో ఎలక్ట్రిక్ టర్బయిన్ జనరేటర్లను నడుపుచున్నారు. త్వరలో వివిధ భూమండలములను కలుపునట్టి అంతర్జాతీయ విద్యున్మండలము (ఇంటర్నేషనల్ పవర్ గ్రిడ్) ఏర్పడే దినము కూడ రావచ్చును. 1964 చివరకు ఇంగ్లండు, యునైటెడ్‌స్టేట్స్, ఫ్రాన్స్, కెనడా, సోవియట్ రష్యా మొదలగు దేశములలో 10,73,600 కిలోవాట్ల విద్యుచ్ఛక్తి పదమూడు పరమాణు శక్తి కేంద్రములలో ఉత్పత్తిచేయబడినది; 1966 నాటికి 24,05,000 కిలోవాట్ల విద్యుత్తును ఉత్పత్తిచేయగల అయిదు పరమాణు శక్తి కేంద్రములు నిర్మాణములో ఉన్నవి; వీనిలో మూడుభారతదేశమున నే మహారాష్ట్రములో తారాపూర్ వద్దను, రాజస్థాన్‌లో రాణా ప్రతాపసాగర్ అను పేరిట కోటవద్దను, మద్రాసులో కలప్పాకం వద్దను క్రమముగ రూపుగొనుచున్నవి. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో నెల్లూరుజిల్లా సోమశిలవద్ద పరమాణుశక్తి కేంద్రమును నెలకొల్పుటకు అవకాశము ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది. 1974 కు దాదాపు రెండుకోట్ల కిలోవాట్లు విద్యుచ్ఛక్తి పరమాణు శక్తినుండి ఉత్పత్తి కాగలదని అంచనా వేయబడినది. రానున్న శతాబ్దమున పరమాణు శక్తివలన ప్రపంచమున విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తిలో 50 శాతము ఉత్పత్తి అగునని విజ్ఞుల అభిప్రాయము. పరమాణు శక్తి కేంద్రములను నిర్మించుటలో ఎప్పటికప్పుడు సరికొత్త సాంకేతిక పద్ధతులు రూపొందుచునే ఉన్నవి. వీటి సహాయమున పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తి కేంద్రములను ఇప్పటికంటె చౌకగా నిర్మింపవచ్చును. పరమాణుశక్తివలన విద్యుత్తు ఉత్పత్తి అగుటవలన విద్యుత్తును ఉత్పత్తిచేయు పెట్రోల్‌ను, గ్యాస్‌ను పొదుపుచేసి, ఇతర ప్రయోజనములకు - అవి తప్ప మరొక ఇంధనము ఉపయోగపడని ప్రయోజనములకు - మోటారు కారులకు, డీసెల్ ఇంజనులకు - వినియోగించుకొనవచ్చును.

నేల బొగ్గుకు మారుగా పరమాణుశక్తిని వాడుట వలన నేల బొగ్గు నిధులు త్వరగా హరించిపోకుండా నిల్వలో ఉండును. అప్పుడు ఇతర రాసాయనిక ద్రవ్యముల తయారీలోను, ద్రవరూప ఇంధనముల తయారీలోను అట్లు పొదుపు చేయబడిన నేలబొగ్గు నిధులను మరి కొంతకాలము వినియోగించవచ్చును. తుదకు అన్ని విద్యుత్తు ఉత్పాదక ఆధారములన్నియును తరిగి పోయినప్పుడు, పరమాణు నిర్మితమగు విద్యుచ్ఛక్తియే దేశమునకు వినియోగపడును.

ఈ రీతిగా జనాభా త్వరితముగా అభివృద్ధి అగుచున్నది గనుక, ఏటా ప్రజలకు విశేషముగా విద్యుచ్ఛక్తి కావలసి ఉండును. అయితే, ఈ విద్యుచ్ఛక్తిని చౌకగాను, చతురతతోను ఎట్లు ఉత్పత్తి చేయవలెను అన్నదే ప్రధానమగు సమస్య. విజ్ఞానులు క్రొత్త ఇంధనమును తనకు తానే తయారు చేసికొని, దానినే వాడి, విద్యుచ్ఛక్తిని పుట్టించు పరమాణు కొలిమిని తయారుచేయుచున్నారు. దీనికి 'బ్రీడర్ రియాక్టర్' అని పేరు. పరమాణు ఇ.జనీరింగు సూత్రములను వినియోగించుకొని రేడియోసమస్థానీయము (రేడియో ఐసోటోప్)లు అను రేడియో ధార్మిక పదార్థమును తయారు చేసిరి. వీనిని పరిశోధనమున-ముఖ్యముగా వ్యవసాయ పరిశోధనా రంగమున - ఉపకరణములుగా వాడుచున్నారు. వ్యవసాయ రంగమున మేలిరకపు క్రొత్త వితనములను సృష్టించుటలో రేడియో సమస్థానీయములు వినియోగింపబడుచున్నవి. తత్ఫలితముగా మేలు రకపు విత్తులు-'వరి'లో (టి. ఇ. బి. 24, పి. టి. బి. 10) మేలు రకము వితనములు, వేరుసెనగ, బంగాళాదుంప మొదలగు మేలిరకపు విత్తనపు దుంపలు-బొంబాయి సమీపములోని ట్రాంబేలో ఉన్న భారతీయ పరమాణుశక్తి పరిశోధనా కేంద్రమున అభివృద్ధి చేయబడినవి. రేడియో ఐసోటోప్‌లు వ్యవసాయ భూములలో అన్వేషక (ట్రేసర్) పద్ధతులలో ఉపయోగించబడుచున్నవి. ఈ పరిశోధనా ఫలితములు ఇక మీద వైద్యములోను, వ్యవసాయ సాంకేతిక విద్యలోను మహత్తర పరిణామములు కలిగించగలవు.

కంప్యూటర్ టెక్నాలజీ (గణిత్ర శాస్త్రము)

ఇటీవల ఉదయించిన గణిత్ర సాంకేతిక విద్య దాదాపు మానవుని ప్రతి కార్యకలాపములలోను-అది వస్తూత్పత్తి స్థలము కానిండు లేదా కార్యాలయము కానిండు-స్థానము సంపాదించుకొనుచున్నది. ఇకమీద త్వరలోనే స్వతశ్చలన (ఆటోమేషన్) యంత్రములను సామాన్య పరికరములుగ లెక్కలోనికి రాగలవు.

ఈ శతాబ్దపు ఇరువదులలో ఉత్పత్తి పద్ధతులను అభివృద్ధి చేయుటకు 'రేషనలైజేషన్' ఏ పరిస్థితిని ఎదుర్కొన్నదో,ముప్పదులలో 'టెక్నాక్రసీ' ఏ పరిస్థితులను ఎదుర్కొన్నదో అట్టి పరిస్థితులనే ఈ స్వతశ్చలనము (ఆటోమేషన్) ప్రస్తుతము ఎదుర్కొంటున్నది. ఈ స్వతశ్చలన పద్ధతికి ఎంతయో ప్రతిఘటన ఉన్నప్పటికినీ, దానిని ఎదుర్కొని మానవుని శ్రమను, కష్టములను, దుఃఖములను పోగొట్టుటలో వరప్రసాదము వంటిదై, ముందుకన్నా మెరుగైన సౌకర్యములను కలిగించుచు, అది ముందుకు సాగిపోవుచున్నది. ఇక కొన్ని సంవత్సరములలో దేశము ఆర్థికాభివృద్ధి గాంచుచున్న కొలదీ సామాన్యముగ కోళ్లు పెంచు రైతులు గ్రుడ్ల క్రమాభివృద్ధి విషయముననో, ఆహార ఉత్పత్తి కార్యక్రమముననో గణిత్రము వాడుట సాధారణ విషయమైపోవును.

గణిత్ర శాస్త్రమును వాడి ఇంటర్నేషనల్ బిజినెస్ మెషిన్ కార్పొరేషన్ (ఐ. బి. ఎమ్.) వారు శిక్షకుడుగా పని చేయగల అంక గణిత్రము (డిజిటల్ కంప్యూటర్) వంటి నూతన యంత్రములను రూపొందించిరి. పూర్వ నిర్దేశమైన అధ్యయన పద్ధతి (ప్రోగ్రామ్డ్ లెర్నింగ్) రూపు గొనుచున్నది. ఈ శిక్షక యంత్రము విద్యాప్రచారమున-ముఖ్యముగా ఏదో ఒక జీవనోపాధికి ఆధారము--గరప బడు సాంకేతిక శిక్షణ కార్యక్రమములందు విప్లవకర పరివర్తనను కొని తేగలదు. ఈ శిక్షణాత్మక నూతన సాంకేతిక పద్ధతికి సంబంధించిన భావములును, రీతులును ప్రపంచమున పెక్కు ప్రాంతములలో పెక్కు మార్గములలో ఉపయోగింపబడుచున్నవి. గణిత్రాధారమగు శిక్షణవలన నూతన 'శిక్షణ శాస్త్రము' ఏర్పడును. మానవుని కౌశల్యమును అధిగమించిన కౌశల్యముతో ఉత్తమ స్థాయికి చెందిన వస్తువులను రూపొందించుటయందు సాంకేతిక శాస్త్రము ఎట్లు సఫలతను ఆర్జించినదో అట్లే ఈ శిక్షణాత్మక సాంకేతిక శాస్త్రమును సంఘపు ఉనికికి అత్యుత్తమ ప్రాతిపదికను నెలకొల్పగలదు. ఈ లోకముననే మహోత్తమ మానవ సంఘమును సృష్టించుటకు ప్రయత్నించుచున్న యునైటెడ్ స్టేట్స్ గణిత్రాధారమగు పూర్వనిర్దేశిత బోధనకు క్రమరీతిలో వినియోగించుటకు కృషి చేయుచున్నది. ఈ యత్నము మూలమున మానవ దృష్టిని విశాలతరము కావించి, తత్ఫలితముగ మానవ జాతికి ఒక నూతన జీవితము ఏర్పరువగలుగుట తథ్యమని ఆ దేశము భావించుచున్నది.

విద్యుత్తు ఉత్పత్తి - మరికొన్ని ఆధారములు

ప్రపంచమున విద్యుత్తు ఆధారములు కొరవడకుండా కొనసాగగలవా అను ప్రశ్న మనకే సంభ్రమము కలిగింపవచ్చును. మన పెట్రోలియమ్ నిధులు తరిగిపోవుచుండుట మనకు తెలియును. అయితే, పెట్రోలియమ్‌ను కృత్రిమముగా నీటి నుండి, సున్నపురాయి నుండి తయారుచేసి, దానిని విద్యుత్తు ఉత్పాదక యంత్రముల కొలుములలో కాల్చుటకై ఉపయోగించుట వ్యయసాధ్యమగు విషయము. నేలబొగ్గు నిధులు ఎంతో పుష్కలముగా ఉన్నవి. అయినను, నానాటికినీ హెచ్చుతున్న విద్యుత్తు అవసరముల

కోసము నేల బొగ్గునే వాడుచుండిన 100 లేదా 150 పండ్లలో బొగ్గు నిల్వయును తరిగిపోవును. బాయిలర్లుగాని, టర్బో-జనరేటర్లు గాని లేనట్టివియు, పరిభ్రమణ శీలము లగు భాగములు గలిగి, అతి క్లిష్ట నిర్మాణముతో అతి వ్యయ జనకములుగ పరిణమించు యంత్రములు ఏవియు లేనట్టియు, అవశిష్ట, వ్యర్థవస్తువుల పీడను ఎరుగనట్టియు, ఇంధనమున గర్భితమగు శక్తికిని, పరిణత విద్యుచ్ఛక్తికిని మధ్య అవాంతర సంధులు పెక్కు ఎరుగనట్టియు విద్యుత్తు ఉత్పాదక యంత్రములను కనుగొను విషయమై విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులును, నూతన వస్త్వన్వేషకులును ఆలోచించు చున్నారు. ఈ ఆలోచన కేవలము నల్లమందు భాయీ కల వలె గాక, మానవ పురోగతిలోని ప్రస్తుత ఘట్టమున జరూరైన చర్చనీయాంశముగ ఉన్నది. ఇక కొన్ని దశాబ్దముల లోనే ఇట్టి యంత్రములు మన విద్యుత్తు ఉత్పత్తి పరిశ్రమకు అందగలవు. ఈ క్లిష్టమగు విజ్ఞానశాస్త్ర సమస్యా పరిష్కార మునకు పెక్కు మార్గములు ఉన్నవి. వానిలో ఒకటి మాగ్నెటో హైడ్రో డైనమిక్స్ నిర్మాణ కేంద్రములు.

అధమము 1,00,000 కిలోవాట్ల శక్తి ఉత్పత్తి చేయు అత్యంత శక్తిమంతమైన హై పవర్ మాగ్నెటో హైడ్రో డైనమిక్స్ కేంద్రములను స్థాపించుట ఆర్థికముగా గిట్టుబాటు కాగలదు. పరిమాణు విద్యుచ్ఛక్తి సర్వసాధారణ ముగా లభించు వరకు 60 శాతము విద్యుచ్ఛక్తి లభించు కార్బన్ సంబంధ ఇంధనములనుండి సరాసరి విద్యుచ్ఛక్తిని పొంద గల యంత్రముల పరిసరములలోనే పెద్ద ఎత్తు విద్యుత్తు పరిశ్రమను నిర్మింతురని విషయజ్ఞులు ఆశించు చున్నారు. ఎన్నియో జటిల సాంకేతిక సమస్యలు ఈ మార్గమున ఏర్పడ గలవు. వానిని తొలగించుటకు నూతన సాంకేతిక విధానములను అభివృద్ధి పరచవలసి ఉన్నది. అప్పటికి గాని సాఫల్యము కలుగదు. ఈ చిక్కులు అన్నిటిలోను చాలా జరూరుగా పరిష్కరించవలసినవి ఉష్ణ ప్రతిరోధకములగు ఉత్తమ వస్తువులను అభివృద్ధి చేయుట.

సముద్రపు ఆటు-పోటులనుండి విద్యుచ్ఛక్తి

సముద్రపు ఆటు-పోటులనుండి అవిచ్ఛన్నముగ విద్యుచ్ఛక్తిని సంపాదింప గలిగితిమేని అది 80 లక్షల కిలోవాట్ల విద్యుచ్ఛక్తి కాగలదు. ఇది ప్రపంచంలోని జల విద్యుత్తు ఉత్పత్తి యంత్రముల అన్నింటి సరాసరి శక్తికన్నను 1,00,000 రెట్లు ఎక్కువ. అన్ని సముద్రములును ఆటు-పోట్ల - విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి యంత్రముల స్థాపనకు అనుకూలముగా లేకున్నను విద్యుచ్ఛక్తి ఇంజనీర్లకును, నిర్మాతలకును ఈ విషయమున ప్రయత్నించుటకు ఎన్నియో అవకాశములు ఉన్నవి.

ముక్తాయింపు

నాగరత పరిణతి చెందుకొలది మానవుడు తన మేధను ఉపయోగించి పరిసరములను కుణ్ణముగా అవగాహన చేసి కొని ప్రకృతిశక్తులను కైవసముచేసికొని స్వార్థ సౌకర్య ములకు వినియోగించిన క్రమవిధానమును పై సమీక్ష ద్వారా పరిచయము చేయడమైనది. ఇట్లు చేయుటలో అనేక సరిక్రొత్త విషయములు బైటపడి, వాటిని ప్రాతి పదికగా తీసికొని అనేకములైన నూతన నిర్మాణములు [చూ. పట్టిక] సిద్ధపరుపబడినవి. పారిశ్రామిక విప్లవమునకు పుట్టినిల్లు అయిన ఇంగ్లండు ఈ నూతన నిర్మాణములకు ఆలవాలమైనది యూరప్‌నకు దూరమున ఉన్న యునైటెడ్ స్టేట్స్‌నందుకూడా అనేకములైన నూతన నిర్మాణ ములు వెలసి వాణిజ్యసరళిని అందుకొనినవి. ఇట్లు గత రెండు వందల ఏండ్లుగా సాగిన సాంకేతిక యజ్ఞము ఈ శతాబ్ది ఉత్తరార్థమున అపోలో-11 రోదసీయాత్రగావించి చంద్రమండలమున మానవుడు కాలూనుటతో (జూలై 21, 1969) పరాకాష్ఠనందుకొనినది. అయితే, నేటికి ఫలించిన విజ్ఞానమును ఆధారముగా గొని కొన్ని జటిల సమస్యలు పొడజూప జొచ్చినవి. అందులో 1. జనాభాసమస్య; 2, గాలి కలుషితసమస్య ప్రధానమయినవి. వీటికి పరి ష్కారమార్గములు అన్వేషించుచున్నారు. ఇవి ఇట్లుండ ప్రపంచ యుద్ధములకు ముందు అభివృద్ధిచెందిన దేశముల వ్యాపార వైఖరి స్వార్థలాభముపైపే మొగ్గియుండ, ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధము తరువాత ఈ వైఖరి తారుమారై బడుగుదేశముల దైన్యస్థితిని మెరుగుపరచుటకు సంసిద్ధతను ఏకగ్రీవముగా ఆమోదించి, అనేకములైన అభివృద్ధి పథక ములను ఆసియా, ఆఫ్రికా దేశములకు అందించి, ఇంగ్లండు, సోవియట్ రష్యా, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌వంటి అభివృద్ధిగన్న దేశములు నేరుగాగాని, యునైటెడ్ నేషన్స్‌వంటి ప్రపంచ సంస్థద్వారాగాని ఇతోధికముగా పాల్గొనజొచ్చి మానవ జీవి తమునకు కావలసిన ప్రాథమిక అవసరములను భారీ రాశు లలో సాంకేతిక పరిజ్ఞానమును ఉపయోగించి సిద్ధపరచి, అందించి, దైన్యమును సమూలముగా నిర్మూలించి 'సర్వే జనాః సుఖినో భవన్తు' అను మాటను సార్థకము చేయుటకు ప్రయత్నించుచున్నవి.

—

నూతన నిర్మాణములు

నిర్మాణముల పేరు	తయారుచేసిన తేదీ	నిర్మాత	దేశము
ముద్రణ (కదలు టైపు)	1438	జోహాన్నెస్ గూటెన్‌బర్గ్	జర్మనీ
అల్లిక సాధనము	1589	విలియమ్ లీ	ఇంగ్లండు
కాంపౌండ్ మైక్రోస్కోప్	1590	జియాస్ జాన్సెన్	నెదర్‌లండ్స్
తెర్మామీటరు	1593	గెలీలియో	ఇటలీ
దూరదర్శిని (వక్రీభవన)	1608	హేన్స్ లిప్పర్షే	నెదర్‌లండ్స్
సంకలన సాధనము (ఏడింగ్ మెషిన్)	1642	బ్లెయిజే పాస్కల్	ఫ్రాన్స్
భారమితి	1643	టారిసెల్లి	ఇటలీ
గాలిపంపు (నిర్వాత)	1650	ఆటోఫాన్ గ్వెరికే	జర్మనీ
లోలకపు గడియారము	1657	హైగెన్జ్	నెదర్‌లండ్స్
దూరదర్శిని (పరావర్తన)	1668	జేమ్స్ గ్రెగరీ	ఇంగ్లండు
ఆవిరి ఇంజను (వాతావరణ)	1705	థామస్ న్యూకోమెన్	ఇంగ్లండు
సెక్స్‌టంట్ (నౌకాయానము)	1731	జాన్ హేడ్లీ	ఇంగ్లండు
మగ్గము, నాడె (షటుల్)	1733	జాన్ కే.	ఇంగ్లండు
మెరుపు వాహకము	1752	బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
వడుకుజెన్నీ	1764	జేమ్స్ హార్‌గ్రీవ్స్	ఇంగ్లండు
ఆవిరి ఇంజను (కండెన్సింగ్)	1765	జేమ్స్‌వాట్	ఇంగ్లండు
వడుకుచట్రము	1768	రిచర్డ్ ఆర్క్‌రైట్	ఇంగ్లండు
వడుక మ్యూల్	1774-79	సామ్యూల్ క్రాంప్టన్	ఇంగ్లండు
గుమ్మటము	1783	మాంట్ గోల్ఫర్	ఫ్రాన్స్
మరమగ్గము	1785	కార్ట్‌రైట్	ఇంగ్లండు
ఆవిరి నౌక	1788	విలియమ్ సిమింగ్‌టన్	ఇంగ్లండు
పత్తి జిన్ (ఏకు) సాధనము	1793	ఎలీ విట్నీ	యునైటెడ్ స్టేట్స్
హైడ్రాలిక్ ప్రెస్సు	1795	జోసెఫ్ బ్రామా	ఇంగ్లండు
ముద్రణ (లితో)	1798	ఆలోయిస్ సెనెఫెల్డర్	జర్మనీ
బ్యాటరీ (నిర్జల)	1800	ఆలీ సాండ్రో వోల్టా	ఇటలీ
ఆవిరి ఇంజను (అధిక ప్రేష)	1800	రిచర్డ్ ట్రెవితిక్	ఇంగ్లండు
డబ్బాలలో నిల్వజేయుట (కానింగ్)	1804	ఫ్రాంకోయిస్ అపర్ట్	ఫ్రాన్స్
విద్యుత్తు మలామా	1805	లూయిగీ బ్రూగ్నటెల్లి	ఇటలీ
గనిదీపము	1815	హంప్రీడేవీ	ఇంగ్లండు
కెలిడియో స్కోప్	1816	డేవిడ్ బ్రూస్టర్	ఇంగ్లండు
మెకాడెమ్ రోడ్లు	1819	జాన్ మెకాడెమ్	ఇంగ్లండు
పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటు	1824	ఆస్పిడిన్	—
విద్యుత్తు అయస్కాంతము	1825	విలియమ్ స్టర్జన్	ఇంగ్లండు

నూతన నిర్మాణములు

నిర్మాణముల పేరు	తయారుచేసిన తేది	నిర్మాత	దేశము
అగ్గిపుల్ల (ఘర్షణ)	1827	జాన్ వాకర్	ఇంగ్లండు
ఆవిరి రైలు ఇంజను	1829	జార్జి స్టీఫెన్‌సన్	ఇంగ్లండు
విద్యుత్తు ట్రాన్స్‌ఫార్మరు	1831	మైకేల్ ఫారడే	ఇంగ్లండు
డైనమో	1831	మైకేల్ ఫారడే	ఇంగ్లండు
మోర్స్‌కోడ్	1832	మోర్స్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
స్క్రూ ప్రొపెల్లర్	1836	జాన్ ఎరిక్‌సన్	స్వీడన్
టెలిగ్రాఫు	1837	మోర్స్ సామ్యూల్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
ఫొటోగ్రఫీ (మెటల్ ప్లేటు)	1839	లూయీ జాక్వెస్ డాగరే	ఫ్రాన్స్
సైకిలు	1839	కిర్క్‌పాట్రిక్ మాక్మిలన్	ఇంగ్లండు
ఆవిరి సుత్తి	1839	జేమ్స్ నాస్మిత్తు	ఇంగ్లండు
గాలి టైరు	1845	రాబర్ట్ థాంప్సన్	ఇంగ్లండు
హైడ్రాలిక్ క్రేన్	1846	ఆర్మ్‌స్ట్రాంగ్	ఇంగ్లండు
బట్టకుట్టు మిషను	1846	ఎలియనస్ హో	యునైటెడ్ స్టేట్స్
సేఫ్టీ పిన్ను	1849	వాల్టర్ హాంట్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
ఫొటోగ్రఫీ (డెవలప్‌మెంటు ప్రింటింగు)	1850	విలియమ్‌ఫాక్స్‌టాల్‌బాట్	ఇంగ్లండు
అగ్గిపుల్ల (అపాయము లేని)	1852	లూండ్ స్ట్రామ్	స్వీడన్
వాతానుకూలన సూత్రము (ఎయిర్ కండిషనింగ్)	1852	కెల్విన్	ఇంగ్లండు
గాలి ఓడ	1852	హెన్రీ గిఫర్డ్	ఫ్రాన్స్
బున్‌సెన్ బర్నరు	1855	రాబర్ట్ ఫాన్ బున్సెన్	జర్మనీ
రయాన్ (కృత్రిమ పట్టు)	1855	ఆడెమార్స్	—
అనిలీన్ వర్ణద్రవ్యము	1856	విలియమ్ పెర్కిన్	ఇంగ్లండు
విద్యుత్తు మోటారు	1856	విలియమ్ సీమెన్స్	ఇంగ్లండు
ఉక్కు (బెస్సెమర్)	1856	హెన్రీ బెస్సమర్	ఇంగ్లండు
స్పెక్ట్రోస్కోప్	1859	గుస్టావ్ కిర్చాఫ్, రాబర్ట్ ఫాన్ బున్‌సెన్	జర్మనీ
బ్యాటరీ (సంచాయక)	1859	గాస్టన్ ప్లాంటే	ఫ్రాన్స్
విద్యుత్తు దీపము (కార్బన్)	1860	జోసెఫ్ స్వాన్	ఇంగ్లండు
లిఫ్ట్	1861	ఎలిషా ఓటిస్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
టార్పిడో (స్వయంచాలక)	1866	రాబర్ట్ వైట్‌హెడ్	ఇంగ్లండు
డైనమైట్	1866	ఆల్ఫ్రెడ్ నోబెల్	స్వీడన్
రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు	1867	మోనియర్	—
సెల్యులాయిడ్	1869	ఐజేక్ హ్యాట్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
టైపురైటరు	1873	క్రిస్టాఫర్ లాతమ్ షోల్జ్	యునైటెడ్ స్టేట్స్

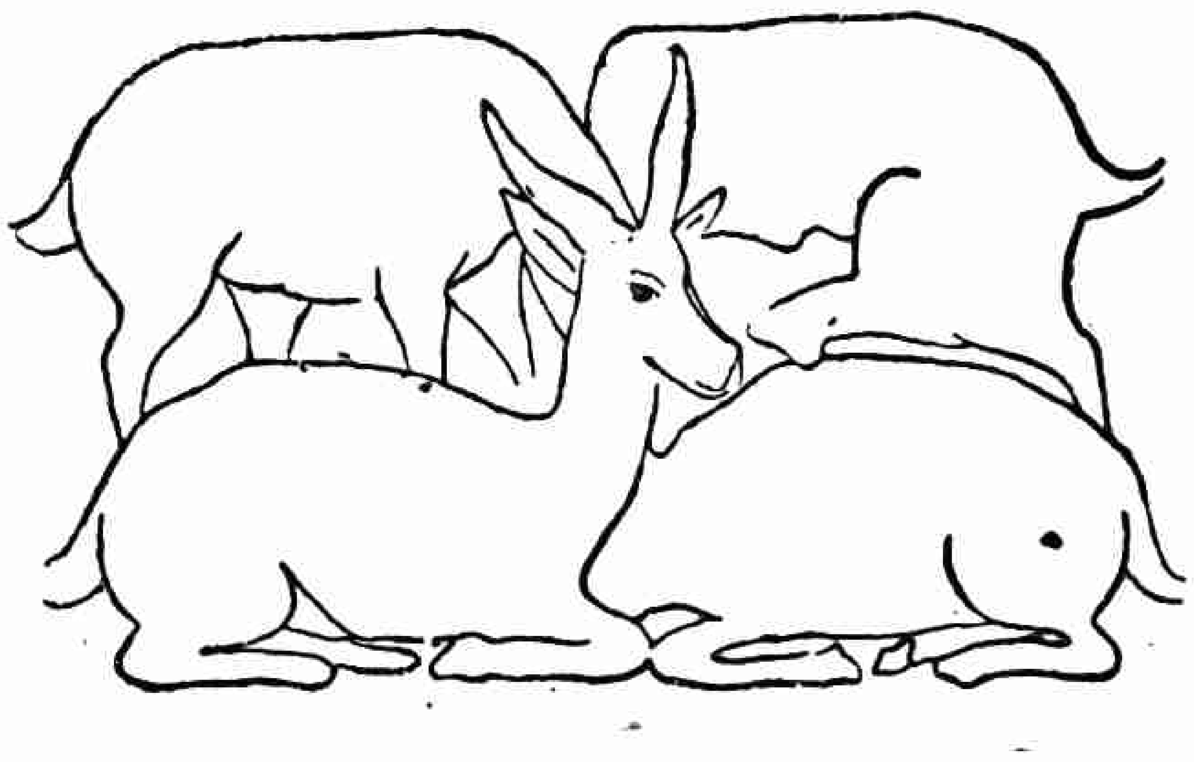
నూతన నిర్మాణములు

నిర్మాణముల పేరు	తయారుచేసిన తేది	నిర్మాత	దేశము
టెలిఫోన్	1876	అలెగ్జాండర్ గ్రాహంబెల్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
గ్రామఫోను	1877	థామస్ ఆల్వా ఎడిసన్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
విద్యుత్తు దీపము (కార్బన్)	1879	థామస్ ఆల్వా ఎడిసన్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
ఎలక్ట్రిక్ రైల్వే	1879	సీమెన్స్	—
ఆవిరి టర్బయిను	1884	చార్లెస్ పార్సన్స్	ఇంగ్లండు
ఫౌంటెన్ పెన్	1884	వాటర్మన్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
ఆటోమాటిక్ తుపాకి	1884	హిరామ్ మాక్సిన్	ఇంగ్లండు
గాస్ దీపము (మంటలు)	1885	వెల్స్‌బాక్	ఆస్ట్రియా
ముద్రణ (లినోటైపు)	1885	ఆట్మార్ మెర్జెంథాలర్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
అంతర్దహన ఇంజను (I.C.)	1885	గోట్లెబ్ డామ్లెర్	జర్మనీ
విద్యుత్తు పంకా	1886	వీలర్	—
విద్యుత్తు లిఫ్టు	1887	ఓటిస్ సంస్థ	యునైటెడ్ స్టేట్స్
గ్రామఫోను రికార్డు	1887	బెర్లినర్	—
వంట నూర్పిడి సాధనము	1888	మాక్కార్మిక్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
గాలిటైరు (అభివృద్ధి చేసిన)	1888	జాన్ డన్‌లప్	ఉత్తర ఐర్లాండ్
ఫోటోగ్రఫీ కెమెరా (కొడాక్ రోల్ ఫిల్మ్)	1888	జార్జి ఈస్ట్‌మన్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
సినిమా	1889	గ్రీనే	ఇంగ్లండు
ఫోటోగ్రఫీ (రంగులు)	1891	గేబ్రియల్ లిప్‌మన్	ఫ్రాన్స్
జలాంతర్గామి	1891	జాన్ హాలెండ్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
డీసెలు ఇంజను	1892	రుడాల్ఫ్ డీసెలు	జర్మనీ
X-కిరణములు	1895	రాంజెన్	జర్మనీ
సినిమా (అభివృద్ధి చేసిన)	1893	థామస్ ఆర్మెజన్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
జిప్	1893	విట్‌కూంబ్ జడ్సన్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
రేడియో టెలిగ్రఫీ	1894	గూగ్లియెల్మో మార్కోని	ఇటలీ
రేడియో	1896	మార్కోని	ఇటలీ
ట్రాక్టరు	1900	బెంజమిన్ హోల్ట్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
గాలి ఓడ (డిరిజిబుల్)	1900-03	జెప్లిన్	జర్మనీ
రేడియో టెలిఫోను	1902	ఫ్రెన్సెండెన్	—
విమానము	1903	ఆర్విల్లీ & విల్బర్ రైట్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
ట్రాక్టరు	1903	హోల్ట్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
గైరో కంపాస్	1904	ఆన్‌స్కుట్జ్ కేంఫ్	జర్మనీ
తెర్మో అయానిక్ వాల్వు	1907	లీడి ఫారెస్ట్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
బేక్‌లైట్	1909	బేక్‌లాండ్	యునైటెడ్ స్టేట్స్

నూతన నిర్మాణములు

నిర్మాణముల పేరు	తయారుచేసిన తేది	నిర్మాత	దేశము
గైరో కంపాస్ (అభివృద్ధి చేసినది)	1911	స్పెర్రీ	యునైటెడ్ స్టేట్స్
వాతానుకూలనము (ఎయిర్ కండిషనింగ్)	1911	కారియర్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
టెలివిజన్ (ఇకనోస్కోప్)	1923	జ్వార్కిన్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
టెలివిజన్ (బెయిర్డ్)	1928	జాన్ బెయిర్డ్	ఇంగ్లండు
రాకెట్టు	1926	రాబర్ట్ గోడర్డ్	యునైటెడ స్టేట్స్
శబ్ద చలన చిత్రము (సినిమా)	1926	కేస్	—
నైలాన్	1930	కరోథర్ మున్నగువారు	యునైటెడ్ స్టేట్స్
సైక్లోట్రాన్	1930	లారెన్స్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
జెట్ ఇంజను	1937	ఫ్రాంక్ విట్టిల్	ఇంగ్లండు
రాడర్	1942	వాట్సన్ వాట్	—
జీరోగ్రఫీ (జెరాక్స్)	1946	కేసిల్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
ట్రాన్సిస్టర్	1948	షాకిల్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
కంప్యూటర్	1948	*	
లేసర్	1954	చార్లెస్ ఎచ్. టౌనీజ్	యునైటెడ్ స్టేట్స్

* ఇంటర్నేషనల్ బిజినెస్ మెషిన్స్ కార్పొరేషన్ (ఐ. బి. ఎమ్) అను వ్యాపార సంస్థలోని విజ్ఞాని బృందము సమష్టిగా నిర్మించిరి.



భూ శాస్త్ర సమీక్ష

ప్రస్తావన

జిజ్ఞాసువైన మానవుని భూ పరిశీలనము అనాదిగా ఆకర్షించుచున్నది. మానవుడు స్వవిషయమును గురించి విచారించుటకు పూర్వమే భూమిని గురించి తర్కింప మొదలిడి ఉండునని చెప్పవచ్చును. అయితే, ప్రాచీన తాత్త్వికులు, మతాధికారులు భూమి పుట్టుపూర్వోత్తరములపై వెలిపుచ్చిన అభిప్రాయములు కేవలము ఊహాగానముల కోవకు చెందినవే అని చెప్పక తప్పదు. ఉదా: 17 వ శతాబ్ది మధ్యభాగమున ఉషర్ (1581 - 1656) అను ఐర్లాండ్ దేశపు ఆర్చి బిషప్ న్యూ టెస్ట్ మెంట్ ఆధారమున మన భూగోళము సరిగా క్రీ. పూ. 4004, అక్టోబరు 26, ఉదయము 9 గంటలకు సృజింపబడినదని లెక్కకట్టి చెప్పెను. ఇది భూమి అవతరణకు సంబంధించిన ప్రాచీన పాశ్చాత్య భావనా ధోరణికి మకుటాయమానమైన నిదర్శనము. ఈ భావనలలో భూ ప్రాదుర్భావమును లిఖితాధారపూర్వకమగు మానవ చరిత్ర ప్రారంభ కాలముతో ముడిపెట్టు సంకల్పము ద్యోతకమగును. ఈ భావనల యాథార్థ్యమును శంకింప సాహసించిన ఆనాటి అగ్రగామి భూ విజ్ఞానవేత్తలు అనేకులు ప్రాచీన ధార్మిక భావనలను వ్యతిరేకించిన ఇతర వైజ్ఞానికులవలె మత సాంఘిక సంస్థలచే పరమ నాస్తికులని గర్హింపబడిరి.

భారతీయ ధర్మశాస్త్రము మనుస్మృతియందు కూడ భూమి వయస్సు విషయము కొంత ప్రస్తావింపబడినది. అది పైన చెప్పిన పాశ్చాత్యుల ధోరణికి అపురూపమైన అపవాదము అగుట గమనార్హము. ఆధునిక కాలమున నవీన శాస్త్రీయ సంప్రదాయ రీతిలో భూమి వయస్సును నిర్ణయించుటకు తన అమూల్య వైజ్ఞానిక జీవితములో విశేష భాగమును వినియోగించిన ప్రపంచ ప్రసిద్ధ భూ శాస్త్రవేత్త ఆర్థర్ హోమ్స్ పైన పేర్కొనిన ఉదంతమును సంగ్రహముగ ఇట్లు తెలిపెను.

'న్యాయ విజ్ఞాన సూత్రములు క్రోడీకరింపబడిన, పూజనీయమైన ఈ ధర్మసంహిత (మనుస్మృతి) ప్రకారము ప్రపంచపు భూత, భవిష్యత్ కాలములు రెండును కలసి బ్రహ్మ జీవిత కాలములో ఒకదినము మాత్రమే అగును. బ్రహ్మ ఆయుర్దాయము 432,00,00,000 సంవత్సరములు. ఈ కాలవ్యవధిలో అనంతమునుండి ఆద్యంతవస్తువుల సృష్టి నిరంతరాయముగ జరుగుచుండును. బ్రహ్మదేవుని దినము 14 మహాయుగములుగ విభజింపబడినది. ప్రతి యుగ పరిమితి 30,84,48,000 సంవత్సరములు. ఈ మహాయుగములు కడచిన తరువాత 17,28,000 సంవత్సరముల పర్యంతము కాళరాత్రి కొనసాగును. దాని కడపట ఆద్యంత సృష్టి అమూలముగ అనంత పదార్థములో లీనమగును. విష్ణు పురాణమున వివరింపబడిన భారతీయ పంచాంగము ప్రకారము నేడు (1947) ప్రపంచపు వయస్సు 197,29,49,048 సంవత్సరములు అని తెలుచున్నది. ఇది విశ్వము యొక్క వయస్సు రమారమి 200 కోట్ల సంవత్సరములు అని భూ విజ్ఞానులలో అనేకులచే ఆమోదితమైన అంచనాకు ఆసన్నముగ ఉండుట విస్మయమును, అనంతర జిజ్ఞాసను రేకెత్తింపక మానదు'.

భూ శాస్త్రము అనగా భూమికి సంబంధించిన విజ్ఞానము అని స్థూలముగ నిర్వచింపవచ్చును. ప్రకృతి విజ్ఞానమున అది ఒక విశిష్ట శాఖ. అందు భూమి అవతరణము, దాని స్వభావము, భౌతికలక్షణములు, సంఘట్టనము, నిర్మాణము, దానిలో సంభవించిన పరివర్తనములు, ఆ పరివర్తనములకు హేతుభూతములైన శక్తులు మొదలైనవి అనుశీలన విషయములు. భూమి శిలలతోను, శిలా ఖనిజములతోను నిర్మింపబడి ఉండుటచే అందు ఆ శిలాద్రవ్యములు వర్ణింపబడును; వాటి ఉత్పత్తిరీతులు, ఇతర లక్షణములు కూడ చర్చింపబడును.

ఈ శాస్త్రము 17 వ శతాబ్దమునందే వెలుగులోనికి వచ్చినది. కాని, దీనికి భూ శాస్త్రము అను ప్రత్యేక ప్రతిపత్తి 18 వ శతాబ్ది అంతమువరకు ప్రచారములోనికి వచ్చినటులు కనిపించదు.

భూ శాస్త్రము - చారిత్రక వికాసము

భూమి, దాని స్వభావమును గూర్చిన ప్రాచీన అభిప్రాయములు చాలవరకు దర్శన, మత అనుసరణమైన క్రమపద్ధతిలో లేకపోవుటయే కాక, తరుచు పరస్పర విరుద్ధములై కూడ ఉండెను. భూ పరిశీలన శాస్త్ర రూపమును పొందు తొలి రోజులలో అనేక పరిశీలనాంశములు తీవ్రవాదములకు లోనయ్యెను. ఈ శాస్త్ర అభివృద్ధి, వికాసములు వాటికి కారణభూతులైన మేటి శాస్త్రజ్ఞుల జీవితములతో సన్నిహితముగ ముడివడి ఉండిన కారణమున వారి సంస్మరణ ప్రమేయములేకుండ అట్టి అంశముల వివరణ అనుచితము, అసాధ్యము కూడను.

భూ విజ్ఞాన వికాసమునకు అమూల్య నిర్వాహము చేసిన వారిలో చిరస్మరణీయులు జేమ్స్ హట్టన్, పియరీ సైమన్, లాప్‌లాస్, ఎ. జి. వెర్నర్, విలియమ్ స్మిత్, ఛార్లెస్ లయల్, ఛార్లెస్ డార్విన్, ఎడ్మండ్ స్యూస్, అల్‌ఫ్రెడ్ వెగెనర్, విలియమ్ నికల్.

వర్తమానమే భూతకాలరహస్య భేదనోపాయము: ఇది భూ శాస్త్రమున ప్రప్రథమ మూల సిద్ధాంతము. ప్రాచీన కాలమున మానవులు తరుచుగ నదీతీర ప్రాంతములందే వలస ఉండెడివారని, అట్టి ప్రాంతములందే వారి నాగరకత కూడ పెరిగెనని చరిత్ర వల్ల తెలియుచున్నది [చూ. సం. 1 - పు. 11]. వారికి నదుల పోకడలు, వరదలు, తత్ఫలితముగ సంభవించు పంకముల మేటలు పరిచితములే. తదాధారమున వారికి పంకీభవనము, పంకము పొరలు పొరలుగా ఉండుట, బహుశః ఇట్టి పొరలు కాలక్రమమున గట్టిపడుటవల్లనే 'పంకశిల' (సెడిమెంటరీ రాక్) లు ఉద్భవించి ఉండుట మొదలగు అభిప్రాయములు కలిగి ఉండవచ్చును.

పై అభిప్రాయములకు శాస్త్ర ప్రతిపత్తిని కల్పించిన వారిలో జేమ్స్ హట్టన్ (1726 - 97) ప్రథములు, అగ్రగణ్యులు అని చెప్పవచ్చును. భూ తత్త్వకాలమానము యొక్క అపారదీర్ఘతను; వర్తమాన కాలమున భూతలముపై జరుగుచున్న క్షరణము (ఇరోషన్), పంకనిక్షేపణ (సెడిమెంటేషన్), పర్వతోత్పాదన వంటి శక్తిమంతములైన ప్రక్రియలను; వాటి ప్రభావము అనాదిగా అవిచ్ఛిన్నముగ కొనసాగుచు వచ్చుచున్నదనిన సత్యమును ఇతడు గుర్తించి, వాటిని సిద్ధాంతీకరించెను. సృష్టిలో సర్వము క్షణభంగురమనియు; నేడున్న పర్వతములు, గుట్టలు సైతము కలకాలము అట్లే ఉండజాలవనియు; అవి అనివార్య నిరంతర ప్రక్రియాపరంపరలకు లోనై, క్రమపరిణామము చెందుచుండుననియు ఆయన నిరూపించెను. ఇంతేకాక, శిలల చూర్ణీకరణము, క్షరణము, క్షరిత ద్రవ్యముల చలనము, పంకముల నిక్షేపణ మున్నగు సంఘటనలను హట్టన్ సోపపత్తికముగ వివరించెను. అతని మిత్రుడు జాన్ ప్లేఫెయిర్ (1748 - 1819) ఈ సిద్ధాంతముల వివరణలోను, ప్రచారణలోను చేసిన విశేష సహాయము కూడ ఇది విజ్ఞానుల ఆమోదమును పొందుటకు తోడుపడెను. భూతత్త్వ పరిశీలనలో శాస్త్రీయ సంప్రదాయ బద్ధములైన అభిప్రాయములు నెలకొనుటకును; భగవంతునిచే శూన్యమునుండి జగత్తు సృజింపబడినదనియు, అది యథేచ్ఛగా కొంతకాలము సాగి, యుగాంతమున తిరిగి ప్రళయకారణమున నశించి, శూన్యములో లీనమగుననియు ప్రచారమునందున్న నిరాధార మతసంప్రదాయ సిద్ధాంతములు సందేహింపబడుటకును ఇదియే ప్రారంభమని చెప్పవచ్చును.

స్తరాత్మక అనుకరణము (ఆర్డర్ ఆవ్ సూపర్ పొజిషన్): పంకములు పొరలు పొరలుగ నిక్షేపింపబడునన్న అవేక్షణనుండి అట్టి పొరలలో అడుగు పొరలు పై వాటికంటె ముందు నిక్షేపింపబడి ఉండునన్న అభిప్రాయము కలుగుట సహజము. దీనినే విలియమ్ స్మిత్ (1749 - 1817) అను బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త తొలుత గ్రహించి సూత్రప్రాయముగ వివరించెను. ఈయనకు 'బ్రిటిష్ భూ శాస్త్ర పితామహుడు' అని ప్రసిద్ధి కూడ కలదు. వృత్తిచే ఇంజనీరు అయినను ఇతడు భూ శాస్త్రమును అభిమాన విషయముగ చేపట్టి; పంకముల స్తరాకృతి, స్తరాత్మక అనుక్రమణము, స్తరాత్మక అనుబంధము, శిలాస్థుల వినియోగము, స్తరాత్మక భూతత్త్వ పటముల నిర్మాణము మొదలగు పెక్కు ప్రధాన విషయములలో అపారకృషి చేసి, విజ్ఞాన ప్రగతికి తోడ్పడెను.

శిలల ఆగ్నేయోత్పత్తి: సుమారు ఇదే కాలమున ఏ. జి. వెర్నర్ (1749 - 1817) అను జర్మనీ భూ విజ్ఞాని కూడ శిలాస్థుల ఆధారమున స్తరాత్మక అనుబంధమును వివరింప వీలగునని విశ్వసించెను. అయితే, ఇతడు శిలాస్థుల గుర్తింపులో నిష్ణాతుడు కానందున చాల అసందిగ్ధ అభిప్రాయములను వెల్లడించెను; విశేషించి, శిలలన్నియు జలాంతర్గత పంకనిక్షేపణ వలననే ఏర్పడుననియు, అన్యథా శిలా నిర్మాణము అసంభవమనియు ఈతని విశ్వాసము. అందువలన ఇతడు, ఇతని అనుయాయులు నెప్ట్యూనిస్ట్‌లు (నెప్ట్యూన్ గ్రీకుల జలదేవత) అని పిలువబడుచుండిరి. కాని,

అదే కాలమున బ్రిటను, ఫ్రాన్సు మున్నగు దేశములలో విజ్ఞానులు కొందరు శిలలు పంకములనుండియే కాక, ఆగ్నేయాది కారణములవలన కూడ రూపొందవచ్చునని, నల్లశానాపురాయి (బసాల్ట్) వంటి శిలలు ఈ తరగతికి చెందినవై ఉండవలెననియు విశ్వసించిరి. తదుపరి సర్. జేమ్స్ హాల్ కొనసాగించిన పరిశోధనలు పై విశ్వాసమును ధ్రువీకరించగా, పలువురకు అగ్నిశిలల సంభావ్యత మీద నమ్మకము కుదిరెను. భూ విజ్ఞాన పురోగతిలో ఇది మరియొక మహత్తర ముఖ్యఘట్టమని చెప్పవచ్చును.

ఏకరూపతావాదము : భూతలముపై కనబడు నైసర్గిక స్వరూపములు రూపొందుటకు భూ గర్భమున సంభవించు ఆకస్మిక ప్రళయకాల ప్రక్రియ (కెటా క్లిజమ్) లే ప్రధాన సాధనములు అను భావనలు విశ్వసనీయములు కావని ఛార్లెస్ లయల్ (1797 - 1875) నిరూపించెను. జార్జెస్ క్యూవియర్ (1769 - 1832), విలియమ్ బక్లెండ్ (1784 - 1856) లకు మహావిపత్ వాదమునందు - అనగా భూగోళము సార్వత్రిక వరదలు వంటి ఆకస్మిక ఆవర్తక ప్రళయములకు లోనగుననియు, అట్టి సమయములందు సమస్తము నశించి శూన్యమగుననియు, తదుపరి పునస్సృష్టి జరుగుననియు ప్రతిపాదించు వాదమునందు - గాఢ నమ్మకము ఉన్నను లయల్‌కు మాత్రము అట్టి అద్భుత ప్రవచనముల పట్ల ఆదరము లేకుండెను. ప్రకృతి ఎల్లపుడు ఏకరూపతా నియమమును అనుసరించుననియు, ప్రక్రియా విధానములు శాశ్వతములు అనియు ఆతని భావన. ప్రాచీన కాలమున సంభవించిన భూతత్త్వ ప్రక్రియలు అధునాతన కాలమున జరుగుచున్న ప్రక్రియలకు వ్యత్యస్తములు కానేరవను ఏకరూపతావాదమును సమర్థించుచు లయల్ 'భూ విజ్ఞాన సూత్రములు' అను ఉద్గ్రంథమును రచించెను. భూత కాలపు రహస్యములను వర్తమాన కాల (ప్రక్రియాపరిజ్ఞాన) మే భేదించగలదన్న హట్టన్ అభిప్రాయమునందు ఇతనికి అమిత విశ్వాసము ఉండెను. అయితే, సృష్టిలో పరిణామమునకు గల సంభావ్యతను; ప్రక్రియలలోను, తత్ఫలితములలోను ప్రగతిశీల పరివర్తనములు సంభవించుటకు గల అవకాశములను ఈయన గుర్తింపజాలక పోవుటచే, మానవావతరణమును గూర్చి గాని, తదితర జంతుజాతుల సృష్టిని గూర్చి గాని విశ్వసనీయమగు వాదమును ప్రతిపాదించలేకపోయెను. కాని, ఈతని ఏకరూపతావాదములోని మూలాంశములు మాత్రము ఎన్నడు ఖండింప బడలేదనియే చెప్పవచ్చును.

(జీవి) పరిణామవాదము : లయల్ మొదలగు విజ్ఞానులు ఊహింపలేని పరిణామగతిని గుర్తించి, ఆ వాదమునకు ఉపపత్తి బలమును, శాస్త్రీయ ప్రతిపత్తిని సమకూర్చిన ప్రజ్ఞానిధి ఛార్లెస్ డార్విన్ (1809 - 1882). జీవశాస్త్ర వేత్తయే అయినను, ఆయన అభిప్రాయములు, 'ఉపజాతుల పుట్టుక' వంటి రచనలు 'పరిణామము' సృష్టిలో ఎంత ముఖ్య ప్రక్రియయో, సేంద్రియ జగత్తులో ప్రాకృతిక వరణము అభివృద్ధికరమయిన మార్పులకు ఎట్లు మార్గమయ్యెనో చక్కగా విశదీకరించి, భూ శాస్త్రజ్ఞుల విజ్ఞానపరిధి పెరుగుటకు అమిత సహాయము చేసినవి. ఇతని సిద్ధాంతములు మహావిపత్ వాదుల, ఏకరూపతావాదుల విభిన్న దృక్పథములలో కొంత పునర్విన్యాసమును కల్గించినవని కూడ చెప్పవచ్చును.

భూమి వయస్సు : చైతన్య జగతిలో ప్రగతిశీల పరివర్తనములు ఎంత మందగమనముతో సాగునో 'పరిణామము' మీద డార్విన్ వ్యక్తపరచిన అభిప్రాయముల వలన విశదమయ్యెను. విజ్ఞానేతర సంప్రదాయములతో కూడిన అభిప్రాయములను అనుసరించి, భూమి వయస్సు కొన్ని వేల సంవత్సరములు మాత్రమే అని అప్పటివరకు ప్రచారమునందున్న సిద్ధాంతములను తృణీకరించి, సుదీర్ఘమగు కోట్లాది సంవత్సరముల వయస్సును అంగీకరించుటలో భూ విజ్ఞానులకు డార్విన్ అభిప్రాయములు పరోక్షముగ ఉపకరించెను. శిలాస్తరములలో గోచరించు జీవావశేషముల ద్వారా భూతత్త్వ భూతకాలములో కలిగిన పరిణామములు, అందుకు వలసిన అతిదీర్ఘ కాలవ్యవధులు సుస్పష్టములయ్యెను. ఇవి భూమివయస్సును ఇదమిత్థముగ నిర్ణయించుటకు ప్రత్యక్ష ఆధారములు కాజాలక పోయినను, భూతత్త్వ కాలమానమును వేలనుండి కోట్ల స్థానమునకు త్రిప్పుటకు నిశ్చయముగ సహాయపడినవి. ఈ విషయమున ఇటీవల జరిగిన పరిశోధనల గూర్చి వేరొకచో ప్రస్తావించితిమి [చూ. పు. 127].

హిమయుగములు : 19 వ శతాబ్దములో వెలుగు చూచిన మరియొక ఉత్కృష్టవాదన లూయీ అగాసీన్ (1807 - 1873) అను శాస్త్రజ్ఞుడు హిమయుగములను గూర్చి చేసిన ప్రతిపాదన. ప్రస్తుత కాలమున సమశీతోష్ణములను కలిగి, జీవోత్పత్తికి, తదభివృద్ధికి అనుకూలించు వాతావరణము కలిగి ఉన్న అమెరికా వంటి కొన్ని భూభాగములు భూతత్త్వ భూతకాలములో ఒకప్పుడు హిమవంతములై, మంచునదులతో కప్పబడి ఉండెననియు, కాలక్రమమున వాతావరణము మారి, మంచు కరగి, అచటి భూభాగములు నివాస యోగ్యములుగ మారెననియు అతని వాదన. దానికి తగిన నిదర్శనములు కనపడుటతో అటు ఏకరూపతావాదము, ఇటు మహావిపత్ వాదము

కించపరుపబడినవి. అయితే, తదుపరి పరిశోధనల వలన భూత కాలములో భూతలమున హిమప్రళయములు అచ్చటచ్చట 4, 5 పర్యాయములు సంభవించినవనియు, వాతావరణములో మార్పువచ్చుటతో అవి మరల నివాసయోగ్యములుగ మారెననియు, అంతమాత్రమున సేంద్రియ జగత్తు మూలముట్టుగ నశించ లేదనియు తేలినది.

భూ సంతులన (ఐసోస్టాసీ): భూ శాస్త్ర రీత్యా విశిష్టత కల సంఘటన. భూతలముపై మహోన్నత పర్వతములు, వాటి చేరువనే అగాధ మహాసముద్రములు స్థిరమైన సమతులితస్థితి కలిగి ఉన్న భూతార్థము ప్రాచీన కాలమునుండి అనేక విజ్ఞానులను ముగ్ధులను చేసినను, 18 వ శతాబ్దమునగాని దానికి ఆమోదయోగ్యమగు ఉపపత్తి లభ్యము కాలేదు. 1735 లో తొలిసారిగ పర్వత ప్రాంతములలో సర్వే జరుగుచున్నపుడు వ్యత్యస్త గురుత్వాకర్షణలు గోచరించుటవలన పై విషయమును సమర్థింపగల కొన్ని సూచనలు బయలు పడినవి. తదుపరి డట్టన్ (1841 - 1912) విశేష పరిశోధనలు సలిపి, పంకనిక్షేపణ జరుగునపుడు సముద్రపు నేల ఎట్లు నెమ్మదిగ దిగజారునో; పర్వతములు క్షరణమునకు గురియగునపుడు ఎట్లు క్రమముగ ఉద్ధరింపబడునో వివరించెను. భూమిలో కొంత లోతునకు పోయినచో ఉపరితలమున కనబడు ఉన్నతులు, అగాధములవల్ల కలుగు వ్యత్యాసములు సవరింపబడి సమతులితస్థితి నొందునని అతడు గ్రహించెను. ఈ సంఘటనకు 'భూ సంతులన' అని పేరు.

జాన్ ప్రాట్, జార్జి ఎయిరీ అను పరిశోధకులు హిమాలయ పర్వత ప్రాంతమున పనిచేయుచు 1855 లో అదే మాదిరి విశేషమును గుర్తించిరి. పర్వతములు అల్ప సాంద్రతలు కల ద్రవ్యరాశులచే నిర్మితములగుటచే ఎత్తుగా ఉండగలవనియు, మిగిలిన ప్రాంతములు ఘనసాంద్రతలు కల ద్రవ్యరాశులతో నిండియున్నవనియు, భూమిలో కొంత లోతులో పై వ్యత్యస్త సాంద్రతల పరిహారము వలన సమతులిత స్థితి ఏర్పడుచున్నదనియు వారు వివరించిరి.

ఖండగమనము (కాంటినెంటల్ డ్రిఫ్ట్): భూ యాంత్రికశాస్త్ర పరిజ్ఞానమునకు విశేష నిర్వాహము కావించిన వారిలో ఆల్ఫ్రెడ్ వెగెనర్, ఎడ్మండ్ స్యూస్ ప్రముఖులు. ఖండములు ఒకప్పుడు వాటి అడుగున కల ద్రవరూపపు పొరపై తేలియాడుచు ఏకఖండమై ఉండి, కాలగతిని భూభ్రమణము యొక్క కేంద్రాపసారిబలము (సెంట్రిఫ్యూగల్ ఫోర్స్) వలన విరిగి, వివిధ గతుల ప్రస్తుత ప్రదేశములకు కొట్టుకొని పోయెననియు వెగెనర్ ప్రతిపాదించెను. ఈ సిద్ధాంతము నేటివరకు పూర్వపక్షము చేయబడలేదు. మీదు మిక్కిలి ఇటీవల ఖండగమనమును ఆమోదించి, ఆ సిద్ధాంతమును సమర్థించగల నిదర్శనములు కనుగొనుటకు వైజ్ఞానిక లోకమున ఇతోధిక సుముఖత్వము కూడ ద్యోతకమగుచున్నది [చూ. పు. 143].

శిలా శాస్త్రీయ సూక్ష్మదర్శని : వర్తమాన శతాబ్ది ప్రారంభదశలో ఖనిజశాస్త్రమునందు, శిలాశాస్త్రమునందు విప్లవాత్మక పరివర్తనములు కొనివచ్చినది నికల్ పట్టక నిర్మాణము [చూ. నికల్ పట్టకము; సం. 2 - పు. 434]. ఎడింబరో యూనివర్సిటీ అధ్యాపకుడైన విలియమ్ నికల్ చే సృజింపబడిన ఈ పట్టకము శిలా శాస్త్రీయ సూక్ష్మదర్శనిలో ఒక మౌలిక పరికరము. భూ శాస్త్ర పరిశోధనలలో సూక్ష్మదర్శని వినియోగమునకు అవకాశము కల్పించుట ఈతని నిర్వాహము. చరిత్రాత్మకమైన ఈ పట్టక సృష్టిని, తద్ద్వారా సాధింపబడిన శాస్త్ర పురోభివృద్ధిని బట్టి ఇతనికి భూ శాస్త్రము ఎంత ఋణపడి ఉన్నదో గ్రహింపవచ్చును.

భూ శాస్త్రము - ఉప విభాగములు

భూ శాస్త్రమున భూమికి సంబంధించిన ఏ యే విషయములు అనుశీలింపబడునో, తత్ఫలితముగ అందు ఏర్పడిన ఉప విభాగముల (శాఖల) స్వరూపములు ఎట్టివో, అంతర్విజ్ఞాన అభ్యుపగమ ప్రభావమున అందు బయలుదేరిన పాయలేవియో సంగ్రహముగ తెలిసికొందము.

భౌతిక, గత్యాత్మక భూ శాస్త్రము : ఇందు భూమి ఉపరితల ఆకారము అనగా భూ స్వరూపవర్ణన ప్రధాన విచారవిషయము. ఉదా: పర్వతములు, పీఠభూములు, గుట్టలు, లోయలు, నదులు, నదీమైదానములు, హిమము, హిమ నదులు, మహా సముద్రములు, సముద్రతీరములు, వాతావరణము - ఒక్క మాటలో చెప్పవలెనన్న మనకు దృగ్గోచరమగు యావత్ ప్రకృతి దృశ్యము, తదభివృద్ధి విధానము - ఈ శాఖ పరిధి క్రిందికి వచ్చును.

శిలా శాస్త్రము : భూ శాస్త్రములోని ప్రధాన శాఖలలో ఇది ఒకటి. భూ పృష్ఠమున ప్రధాన ఘటకములైన శిలలు, వాటి స్వభావము, అంతర్నిర్మాణము, సంఘట్టనము, వర్ణన, వాటిని గుర్తించు పద్ధతులు, వాటి నిర్మాణ, వ్యాపన విధానములు ఇందు విచారణీయములు.

ఖనిజ శాస్త్రము : భూ పృష్ఠము పొడుగున గల శిలలలో అంశీభూతములైన ఖనిజములు, ఇతర ఖనిజములు -

వాటి సంఘట్టనము, ధర్మములు, రచన, వర్గీకరణము, వాటిని గుర్తించు రీతులు, అవి రూపొందు పద్ధతులు - ఇందు సమగ్రముగ పరిశీలింపబడును. ఇది భూ శాస్త్రముతో విడదీయరాని సన్నిహిత సంబంధము కలిగి ఉన్నప్పటికి, ఇటీవల స్వతంత్ర శాస్త్రముగా పరిగణింప బడునంతటి ప్రత్యేక విశిష్టతను సంతరించుకొనినది.

స్తర భూ శాస్త్రము : శిలల విన్యాసము, వాటి సాపేక్ష నిర్మాణక్రమము, దేశకాలములలో భూగర్భ నిర్మాణము లతో వాటికి గల సంబంధములు - వీటి అనుశీలనము ఇందు ముఖ్య విషయము.

నిర్మాణాత్మక భూ శాస్త్రము : ఇందు శిలల, వాటి ఘటకముల విన్యాసము, వాటి అంతరాకృతి, చలనములు పరిశీలింపబడును.

చారిత్రక భూ శాస్త్రము : ఇందు ప్రాచీన భూతత్త్వ కాలమానములో భూ పృష్ఠమున చేతన, అచేతన రంగములలో సంభవించిన ప్రగతిశీల పరివర్తనములు, వాటికి గల కారణములు, తత్ఫలితములు శిలాస్థి అవశేషముల సాహాయ్యమున తెలిసికొనుట మూల విషయము.

పురా జీవ శాస్త్రము : ఇందు భూతత్త్వ యుగములలో మొదటినుండి నేటివరకు నీటిలోను, నేలమీదను ఆవిర్భ వించిన ఉద్భిజ్జరూప, జంతురూప జీవితములను, వాటిలో ఆదిమ రూపములనుండి అత్యంత క్లిష్టరూపముల వరకును అనుశీలించుట జరుగును. పరిణామములు, తత్కారణములు, తత్పర్యవసానములు కూడ ఇందులోని అంతర్భా గములు.

ఆర్థిక, వినియుక్త భూ శాస్త్రములు : ఇందు మానవజాతి యొక్క విభిన్న ప్రాయోగిక సమస్యల పరిష్కారమునకు భూ విజ్ఞానమును ఉపయోగించుట వంటి ఉపయుక్త విషయములు చర్చనీయాంశములు అని పేరును బట్టియే గ్రహింపవచ్చును. ఖనిజ అన్వేషణ, సాధన ఇందొక భాగము. బంగారము, వెండి, రత్నములు, నేల బొగ్గు, నూనె, రాతినార, అభ్రకము, ఇనుము, రాగి వంటి ఉపయుక్త ఖనిజములు నిక్షేపింపబడు రీతుల అవగాహన, ఆ నిక్షేపముల ఉనికిని భూ, భూ భౌతిక, భూ రాసాయనిక పద్ధతుల ప్రయోగము ద్వారా కను గొనుట ఖనిజ అన్వేషణ అనబడును.

ఖని పరిశ్రమ : ఇందు ఖనిజములను గనులనుండి త్రవ్వి తీయు పద్ధతులు వివరింపబడును.

ఖని భూ శాస్త్రము : ఖనిజ అన్వేషణ, ఖని పరిశ్రమ రంగములలో భూ విజ్ఞానమును అధికాధికముగా వినియో గించుట ప్రయోజనకరము, అమూల్యము అగుటవలన కడచిన మూడు దశాబ్దములలోను ఈ నూతన శాఖ పెంపొంది, కొంత ప్రత్యేకతను ఆర్జించినది.

ఆనకట్టలు, జలాశయములు, సొరంగములు, వంతెనలు, రహదారులు మున్నగు నిర్మాణములలో తారసిల్లు సాంకేతిక సమస్యల పరిష్కారమునకు కూడ నేడు భూ విజ్ఞానము విరివిగా ఉపకరించుచున్నది. పాతాళగంగ, నీటి సరఫరా, భూసార రక్షణ, తదనుబంధ విషయములు కూడ భూ విజ్ఞాన వినియోగమువలన సమర్థముగ నిర్వహింపబడుచున్నవి [చూ. భూశాస్త్రము - వినియోగ ములు].

భూ శాస్త్రము - సంబంధి శాస్త్రములు

భూమి ఉపరితలము మీది ప్రక్రియల, ఫలితముల విషయమున ఊహాగానములకు, సిద్ధాంతములకు విలువ తగ్గి, విమర్శనాత్మక అవేక్షణలకే క్రమముగా ప్రాధాన్యము హెచ్చుటతో ఆ ప్రక్రియలను సంతృప్తికరముగ వివరింప గలుగుటకు ఇతర మౌలికశాస్త్రముల పరిచయము ఆవశ్యకమయ్యెను. ఉదా : శిలల సవివర పరిశీలనకు; వాటి భౌతిక, చాక్షుష ధర్మములు, రాసాయనిక సంఘట్ట నము, అంతరాకృతి మున్నగు గుణములను నిర్ణయించుటకు భౌతిక, రాసాయనిక, గణితశాస్త్రముల విజ్ఞానము అపరి హార్యము. ఇటులనే చారిత్రక భూ శాస్త్రమును, పురాజీవ శాస్త్రమును అధ్యయనము చేయుటకు జీవశాస్త్ర సూత్రముల సుపరిచయము ఆవశ్యకము.

ఇటుల భూ విజ్ఞానమునకు, ఇతర విజ్ఞానములకు మధ్య ఏర్పడిన వర్ధమాన మైత్రీ సహవాసములు నవీన భూ విజ్ఞాన ములో ఒక ప్రధాన లక్షణము. అందువలన ఆ విజ్ఞానము నూతన మార్గములలో చాల వికాసమును సంతరించు కొన్నది. ప్రస్తుతము ప్రాధాన్యమును ఆర్జించిన భూ రాసాయనిక, భూ భౌతికశాస్త్రములు ఆ వికాసము నుండి ఆవిర్భవించిన ప్రధాన శాఖలు అని చెప్పవచ్చును.

భూ రాసాయనిక శాస్త్రమున 1. భూమిలోని వేరు వేరు పొరల స్వభావము, రాసాయనిక సంఘట్టనము; 2. వివిధ భూమ్యావరణలలో మూలద్రవ్యముల సాపేక్ష సమృద్ధి; వాటి స్థానాంతర చలనములను, స్థిరీకరణమును, ఉత్పాదనమును నియంత్రించు నియమములు విచార విషయ

ములు. ఈ శాస్త్ర పురోగతి, దాని మూలభావములు కలసి స్ఫటిక రాసాయనిక, ఖనిజ, శిలా శాస్త్రముల అవగాహనపై తమ ప్రభావమును నెరపెననుట నిర్వివాదము.

ఇటులనే, భూ భౌతిక శాస్త్రమున భూమికి అన్వయించు భౌతిక శాస్త్ర విషయములు అనుశీలింపబడును. ఇది కూడ పరమాణు, రాకెట్ శాస్త్రముల వలె అఖండ ప్రగతి సాధించినది. భూ శాస్త్రమును మినహాయించి, భూ భౌతిక శాస్త్రమును గూర్చి యోచింప నలవికాదు ; అటులనే భూ భౌతిక శాస్త్ర సూత్రముల, పద్ధతుల పరిజ్ఞానము లేనిదే ఆధునిక భూ శాస్త్రమును అవగాహన చేసికొనుట దుర్లభము. ఆ రెండు శాస్త్రముల అవినాభావ సంబంధము అట్టిది.

భూమి

భూ ప్రాదుర్భావము : భూమి ఎటుల పుట్టినది ? ఈ సమస్య భూ శాస్త్రవేత్తల దృష్టినే కాదు, భూ శాస్త్రము ఒక విజ్ఞానశాఖగా పరిణతిచెందకముందే శతాబ్దముల తరబడి తత్త్వ, గణిత, భౌతికశాస్త్ర విదుల దృష్టిని కూడ ఆకర్షించినది. భూమికి సౌరకుటుంబములో సభ్యత్వము కలదనియు, సౌరకుటుంబము నైతము తదితర నభోమూర్తులతో కూడిన విశ్వములో ఒక భాగమనియు చాల కాలము క్రితమే గుర్తింపబడెను. కావున భూ ప్రాదుర్భావము యావత్ సౌరకుటుంబ ప్రాదుర్భావముతో ముడివడి ఉండక తప్పదనియు, సౌరకుటుంబము అంతయు బహుశా ఒకేమాదిరి ద్రవ్యముతో నిర్మింపబడి ఉండవచ్చుననియు విజ్ఞానులు అభిప్రాయపడిరి.

భూ ప్రాదుర్భావమును గూర్చి తొలిసారిగా ఒక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించినవాడు జర్మనీ దార్శనికుడు ఇమాన్యుయల్ కాంట్ (1755). సౌరకుటుంబముతో సహా విశ్వమంతయు ఆదిలో ఒక గొప్ప ధూళిమేఘము అని అతని అభిప్రాయము. ఘన ద్రవ్యముగ గోచరించిన ఆ మేఘమునుండి దానిలోని వ్యత్యస్త సాంద్రతల ఫలితమైన పరస్పరాకర్షణచే కాలక్రమమున కణములు విడివడి వేరు వేరు ధూళిమేఘములుగ ఏర్పడి, తదుపరి ప్రత్యేక మూర్తులుగ ఘనీభవించి, పరిభ్రమింప సాగెను. చిన్న మూర్తుల ఈ పరిభ్రమణములు కాలక్రమమున కేంద్రస్థితుడైన పెద్ద మూర్తి (అనగా సూర్యుని) చుట్టు నియత కక్ష్యలలో తిరుగుటగా పరిణమించెను.

తదుపరి లాప్లాస్ అను ఫ్రెంచి గణితవేత్త కాంట్ సిద్ధాంతమును మెరుగుపరచి నీహారికావాదమును ప్రకటించెను (1796). అతని ప్రతిపాదన ప్రకారము సౌరకుటుంబ సృష్టికి పూర్వము ఒక విరళీకృత (రేరిఫైడ్) వాయురూప మేఘము భ్రమణముచేయుచుండెను. కాలక్రమమున అది ఘనీభవించి, సంకుచించుచు చల్లబడసాగెను. పరిమాణము తగ్గుటతో దాని భ్రమణవేగము అధికమై, అందువలన ఒక దశ తరువాత గురుత్వకారణమున అంతరాకర్షణను మించిన కేంద్రాపసారి (సెంట్రిఫ్యూగల్) బలము సృజింపబడెను. ఈ సంఘటన వలన ఆ మేఘములో సూర్యుడుగ రూపొందిన కేంద్ర ద్రవ్యరాశియొక్క నిరక్షమండలముల నుండి విడిపోయిన ద్రవ్యవలయములు కొన్ని దూరముగా త్రోసివేయబడెను. ఇటుల వేరుపడిన ద్రవ్యవలయములు సూర్యుని చుట్టును తిరుగుట కొనసాగించి, క్రమముగ గ్రహమండలముల క్రింద రూపొందెను.

కాని, పై రెండు వాదములు గ్రహముల ఎడ, వాటి ఉపగ్రహముల ఎడ గోచరించిన సంఘటనలకు - ముఖ్యముగ కొన్ని ఉపగ్రహములు విరుద్ధ దిశలో పరిభ్రమించు సంఘటనకు - కారణములు చూపలేకపోయినవి. ఉదా : గురుగ్రహమునకు 12 ఉపగ్రహములు కలవు ; వాటిలో 8 గురుగ్రహముతో కలసి ఒకే దిశలో పరిభ్రమించుచుండగా, మిగిలిన 4 వ్యతిరేక దిశలో తిరుగుచున్నవి.

యునైటెడ్ స్టేట్స్ వైజ్ఞానికులు ఛాంబర్లేన్, మౌల్టన్ సంయుక్తముగ ఒక నూతన వాదమును ప్రకటించిరి (1900). రెండు పెద్ద నక్షత్రములు పరస్పరము ఢీకొనగా, వాటినుండి సూక్ష్మగ్రహముల పుట్ట ఒకటి ఉత్పన్నమైనదనియు, క్రమముగ ఆ సూక్ష్మగ్రహములు కొన్ని మిగిలిన వాటిలో లీనమై గ్రహములుగ రూపొందినవనియు వారి సిద్ధాంత సారాంశము. జీన్స్, జెఫ్రే ప్రతిపాదించిన స్రోతోవాదము ప్రకారము సూర్యగోళము చేరువకు ఒక పెద్ద తార రాగా సరిహద్దు ప్రాంతములలో స్రోతస్సులు ఏర్పడి ఉండును. నక్షత్రముయొక్క గతి వేగమువలన ఇవి సూర్యుని నుండి విడివడి, కాలక్రమేణ సంకోచమును పొంది గ్రహములుగ రూపొందెను.

పై వాదములు కూడ మొదట ఆమోదింపబడినను, కడకు పూర్వపక్షము చేయబడినవి ; కారణమేమనగా, అవి కూడ నభోమూర్తుల చలనములను, సంఘటనలను సంతృప్తికరముగ వివరించుటలో విఫలములైనవి. నేడు కూడ కొన్ని వాదములు ప్రతిపాదింపబడుచున్నవి. అయినను భూమి పుట్టుకను గూర్చి ఇంతవరకు గణిత, ఖగోళ, భౌతిక, భూ శాస్త్రవేత్తలు యావన్మందికి అంగీకార యోగ్యమైన వాదము మృగ్యమనియే చెప్పనగును.

భూమి వయస్సు

భూమి వయస్సు విషయమున ప్రాచ్య, పాశ్చాత్య దేశములలో పురాణముల ఆధారమున వేయబడిన అంచనాలను గూర్చి కొంత ప్రస్తావనలో ముచ్చటించితిమి [చూ. పు. 121]. భారతదేశము, చీనా, జపాన్ మొదలగు ప్రాచ్యదేశముల విద్వాంసుల అంచనాలు లక్షల, కోట్ల సంవత్సరముల లెక్కలలో ఉండగా, పాశ్చాత్యుల అంచనాలు క్రీ. పూ. 5,000 ఏండ్ల దరిదాపున మాత్రమే ఉన్నవి.

బైబిలు కథనములను 18 వ శతాబ్దమునుండి మాత్రమే తొలిసారిగ పాశ్చాత్య శాస్త్రవేత్తలు సంశయింప సాహసించి, భూమి వయస్సును శాస్త్రీయ పద్ధతులపై అంచనా కట్ట పూనుకొనిరి. హట్టన్ [చూ.] నేల కోత, సముద్రములలోనికి పంకముల చేరవేత, సముద్రములలో పంకముల నిక్షేపణము, సముద్ర గర్భమునుండి ఉన్నత పర్వతశ్రేణిగ పంకముల ఉద్ధరణము, సుదీర్ఘమైన భూమి చరిత్రలో ఈ భూతత్త్వ ఆవృత్తియొక్క పౌనఃపున్య సంభవము మొదలగు భూతత్త్వ ప్రక్రియలపై, వాటి ఫలితములపై విమర్శన దృష్టితో కావించిన అవేక్షణలను పురస్కరించుకొని భూతత్త్వ కాలమానము యొక్క అపారతను గుర్తించెను. అయితే, ఆ భూతత్త్వ ప్రక్రియల గతులను అంచనా కట్టి, వాటి ద్వారా భూమి వయస్సును నిర్ధరించుటకు ఆయన ప్రయత్నింపలేదు.

హట్టన్ తరువాత డార్విన్, కెల్విన్ మొదలగు వైజ్ఞానికులు క్షరణ, నిక్షేపణములతో పాటు భూమిలోని ఉష్ణతా ప్రసరణము, సముద్రముల ఉప్పదనము మున్నగు సంఘటనల యొక్క గతులను గణించి, ఆ ప్రాతిపదికలపై వేరువేరు అంచనాలను ప్రతిపాదించిరి. ప్రామాణికులైన విజ్ఞానులు కొందరు సముద్రపునీటి ఉప్పదనము హెచ్చు గతిని గణించి, తదాధారమున మహాసముద్రముల వయస్సు 10 - 25 కోట్ల సంవత్సరముల వరకు ఉండవచ్చునని అంచనావేసి, భూ - సముద్రముల వయస్సు ఇంచుమించు సమానముగ ఉండవచ్చునని అభిప్రాయపడిరి. ఉష్ణప్రసరణముపై ఆధారపడిన తన గణనమును బట్టి కెల్విన్ భూమి వయస్సు 50 కోట్ల సంవత్సరములని చెప్పెను.

నేటికి కొన్ని కోట్ల సంవత్సరముల క్రితమే భూమిపై జీవోత్పత్తి ప్రారంభమైన దనియు, జీవోత్పత్తి ప్రారంభమునకు అనేక కోట్ల సంవత్సరముల క్రితమే భూమి అవతరించి ఉండుట తథ్యమనియు పురా జీవ శాస్త్రీయ నిదర్శనములు అసందిగ్ధముగ సూచించుచున్నవని పురా జీవ శాస్త్రవేత్తల వాదన.

ఇంతలో సహజ రేడియో ధార్మికశక్తి ఆవిష్కరింపబడి, భూ పృష్ఠములో రేడియో ధార్మిక మూలద్రవ్యములు కలవని గుర్తింపబడుటతో భూమి వయస్సు అంచనా కట్టుటకు భూ శాస్త్రవేత్తలకు మరికొంత విశ్వసనీయమైన సరికొత్త పద్ధతి అందుబాటులోనికి వచ్చినది. పురా జీవ శాస్త్రము, పంకీభవనము, సముద్రముల ఉప్పదనము ఇత్యాదులపై ఆధారపడిన పద్ధతులకు లేని విశిష్టతలు రేడియో ధార్మికశక్తి సంఘటన పద్ధతికి కలవు. అందులో 1. రేడియో ధార్మికశక్తి భూ పృష్ఠము రూపొందిననాటి నుండి నేటివరకు నిర్విరామముగ ఉండుట; 2. భూతలముపై తమ ప్రభావమును నెరపు భూతత్త్వ నిర్మాణాత్మక శక్తులతోగాని, సంచలనములతోగాని ప్రమేయము లేకుండ అది ఏకగతిని సాగుట ముఖ్యమైనవి. భూతత్త్వకాలమానమును కొలుచుటకు ఉపయోగపడు యంత్రాంగము కాని, పద్ధతి కాని పై రెండు నిబంధనలను సంతృప్తిపరచుట అత్యావశ్యకము.

యురేనియమ్, తోరియమ్ అను రెండు మూలద్రవ్యములు కాలక్రమమున విచ్ఛిన్నము చెంది, హీలియమ్, సీసము అను నూతన మూలద్రవ్యములుగ మారిపోవును [చూ. సం. 2 - పు. 599]. హీలియమ్ వాయువుకాన ఎగిరిపోయినను, ఘనద్రవ్యమగు సీసము ప్రభవస్థానమున స్థిరముగా నిలుచును. ఈ సూత్రమును అనుసరించి, రేడియో ధార్మిక పద్ధతులు పెంపొందింపబడినవి. మొదట ఉండిన యురేనియమ్, తోరియమ్ ధాతువుల విచ్ఛిన్నము వలన ప్రోగుపడిన రేడియో ధార్మికశక్తి జనిత సీసమునుబట్టి జనకశిలల, ఖనిజముల వయస్సులు నిర్ణయింపబడును. అవి భూ వయస్సును అంచనా వేయుటకు తోడ్పడును.

ఇటీవల ఇతర అస్థిర మూలద్రవ్యయుగళములను (వాటి విచ్ఛిన్న ఫలితముగ ఏర్పడిన ఉత్పన్నములను) కూడ ఉపయోగించి, ఆ మూలద్రవ్యములు కనిపించిన శిలల, ఖనిజముల నిరపేక్ష వయస్సులను నిర్ణయించుట కూడ జరుగుచున్నది. పొటాసియమ్ - ఆర్గాన్ ($K^{40} - A^{40}$), రుబిడియమ్ - స్ట్రాన్షియమ్ ($Rb^{87} - Sr^{87}$) అనునవి అట్లు వాడుకలో ఉన్న రెండు మూలద్రవ్య యుగళములు.

పై పద్ధతులను అవలంబించి, ఇంతవరకు కావించిన నిర్ణయముల ప్రకారము భూ పృష్ఠములోని ప్రాచీనతమ శిలలు రమారమి 350 కోట్ల ఏండ్ల నాటివి అని తేలుచున్నది. భూమి ఈ ప్రాచీనతమ శిలలకంటె తప్పక ప్రాచీనతరమై ఉండవలయును కదా. అందువలన భూమి వయస్సు 450 - 540 కోట్ల ఏండ్లు అని అంచనా వేయబడినది. రెండవ

సంఖ్య, అనగా 540 కోట్ల సంవత్సరాలు విశ్వముయొక్క వయస్సు కావచ్చునని విజ్ఞానుల ప్రస్తుత అభిప్రాయము.

పైన చెప్పిన పద్ధతులు అన్నిటిలోను ప్రధానము లైన కొన్ని ఊహలు, అభ్యుపగమములు కలవు. కాబట్టి, అవి సమగ్రములు అనియు, వాటి ఫలితములు నిర్దుష్టములు అనియు చెప్ప వీలుపడదు. అయితే, రేడియో మాపక పద్ధతులనుండి లభించిన సంఖ్యలు నిరపేక్ష వయస్సులను కాకపోయినను, కనీసము సాపేక్షవయస్సులనైన కొంతవరకు కచ్చితముగ సూచించుననవచ్చును.

ఈ సందర్భమున ఇటీవల గాలక్సీల తిరోగమన (రెసిషన్) గతి ద్వారా, రేడియోధార్మిక సంయోగ గతుల గణనము ద్వారా చేయబడిన వయోనిర్ణయము మీద ఆధారపడిన ఖగోళ శాస్త్ర పద్ధతుల ప్రకారము కట్టిన అంచనాలు కూడ విశ్వముయొక్క వయస్సు 500 కోట్ల సంవత్సరాలు కావచ్చునని సూచించినవి. ఈ అంచనాలు పై అంచనాలతో ఇంచుమించుగ సరిపోవుట సంతృప్తి కరము కదా!

భూమి - ఆకార, పరిమాణములు

ఆదిమ మానవులు భూమి గుండ్రని బల్లపరుపు పళ్ళెము వలె ఉండునని విశ్వసించినను, రానురాను అది ఒక గుండ్రని గోళము అని గుర్తింపబడెను. భూమిపై వివిధ ప్రాంతములవద్ద సెకను లోలకముయొక్క కంపనములను అవేక్షించుటవలన, భూమి ఒక నియత గోళము కాదనియు, అది ధ్రువములవద్దకన్న భూమధ్యరేఖవద్ద ఎక్కువగా ఉబ్బి ఉన్నదనియు, అందువలన అది ఒక 'గోళాభము' అనియు తెలియవచ్చినది. అధికతర శ్రద్ధతో తీసికొనబడిన ఇటీవలి కొలతలు భూమి నిజముగ చదును ధ్రువములు కల 'గోళాభము' అని సూచించినవి.

ఇటీవలి లెక్కల ప్రకారము భూమియొక్క వ్యాసము భూ మధ్య రేఖవద్ద 12,753 కి. మీ.; ధ్రువ వ్యాసము పై వ్యాసముకన్న ఇంచుమించు 42 కి.మీ. తక్కువ. భూ మధ్య రేఖవద్ద భూపరిధి 40,077 కి. మీ.; ధ్రువములవద్ద అది రమారమి 77 కి. మీ. తక్కువ. భూమి మొత్తపు తల వైశాల్యము దాదాపు 51,00,00,000 చ. కి. మీ. ఇందులో 70·78% సముద్ర పరివృతమై ఉన్నది. భూమి ఘన పరిమాణము 1,08,20,00,000 ఘ. కి. మీ. భూమి ఉపరి తలము సర్వత్ర ఏకరూపముగ లేదు; 20 కి. మీ. మేరకు విస్తరించిన మెరకపల్లములతో ఎగుడు దిగుడుగా ఉన్నది.

భూ పరిభ్రమణములు: భూమికి రెండువిధములైన చలనములు కలవు. అది తనచుట్టు 24 గంటలకు ఒక పర్యాయము, సూర్యుని చుట్టు 365¼ దినములకు ఒక పర్యాయము తిరుగును [చూ. గణిత, ఖగోళ శాస్త్రములు - పు. 444, 447].

భూమి - గురుత్వాకర్షణ: ఇతర గ్రహములకు వలెనే భూమికి కూడ గురుత్వాకర్షణశక్తి కలదు. అది భూ కేంద్రము చుట్టును పనిచేయును. అయితే, అది భూమి ఉపరితలము పొడుగున ఏకరూపముగ ఉండదు. ఉదా: భూమధ్యరేఖా ప్రాంతములో కన్న ధ్రువ ప్రాంతములో గురుత్వాకర్షణ మిన్న. ఇంతేకాక, అది భూతలముపై కొన్నిచోట్ల ప్రమాణస్థాయికి పైబడియు, మరికొన్నిచోట్ల దిగబడియు ఉండుట కలదు. ఈ రెండును క్రమముగ గురుత్వాకర్షణయొక్క ధన, ఋణ వైపరీత్యములు అని పేర్కొనబడును. ఇది భూతలములోని శిలల సంఘట్టన మును ఆశ్రయించి సంభవించును; తేలిక శిలలు గురుత్వా కర్షణను తగ్గించుటకు, బరువైనవి దానిని హెచ్చించుటకు ప్రయత్నించును. కాని, శిలామయమైన పొర (శిలా వరణము) కు అడుగున పైన చెప్పిన అసంగతములు అంతరించుననియు, గురుత్వాకర్షణ అచట సర్వత్ర ఏక రూపముగ ఉండుననియు శాస్త్రవేత్తల అభిప్రాయము.

భూ సాంద్రత

భూ సాంద్రతను తొలుత శాస్త్రీయముగ నిర్ధరించిన విజ్ఞాని ఫిలిప్ వాన్ జోలీ. శిలామయమైన భూ పృష్ఠపు సగటు సాంద్రత 2·7 అనియు, అది 1·5 నుండి 3·4 వరకు మారుచుండుననియు, యావత్ భూమియొక్క సగటు సాంద్రత 5·52 అనియు గణింపబడెను. పై రెండు సగటు సాంద్రతలలోని తారతమ్యమును బట్టి భూమియొక్క అంతర్భాగము 10 - 12 సాంద్రతలు కల అతి సాంద్ర ద్రవ్యములతో కూడి ఉండవలెనని శాస్త్రజ్ఞులు అభిప్రాయ పడుచున్నారు. ఈ ఊహను పురస్కరించుకొని, భూకంపన ముల విస్తరణ వేగము సాహాయ్యమున సాంద్రతా వ్యత్యాసములను కచ్చితముగా కొలుచుటకు ప్రయోగ ములు పరంపరగ కావింపబడినవి. తత్ఫలితముగ క్రింది విషయములు స్థిరీకరింపబడినవి: 1. లోతు హెచ్చినకొలది విస్తరణ వేగము కూడ హెచ్చుచుండును. అయితే, కొన్ని లోతులవద్ద ఆ వేగము నిశిత పరివర్తనములకు కూడ లోనగుచుండవచ్చును; 2. పై లోతులవద్ద కొన్నిచోట్ల భూకంపన తరంగముల ప్రసారదిశ కూడ ఉన్నట్లుండి మారిపోవచ్చును; 3. ఈ లోతులు ఖండముల క్రిందకన్న మహా సముద్రముల క్రింద సాపేక్షముగ తక్కువగ ఉండును; 4. పై ఆకస్మిక పరివర్తనములు భూగర్భమున

గల ద్రవ్యముల స్వభావ సాంద్రతలలో కల నిశిత పరివర్తనములను సూచించును.

మొదటి నిశిత పరివర్తనము 5 - 70 కి. మీ. లోతులలో కనిపించినది. రెండవది 2,900 కి. మీ అడుగున, మూడవది 5,000 కి. మీ. లోతునను అవేక్షింపబడినవి.

భూతలముపై వేరువేరు తావులవద్ద సాంద్రతలను కొలిచి, వాటిని పరిశీలింపగా, భూమి తన ఉపరితలముపై మహోన్నత పర్వతములకు, అగాధ మహా సముద్రములకు మధ్య సమతులితస్థితి ఎటుల సాధించగలిగెనో విశదమైనది. అగాధములైన మహా సముద్రముల సమీపమున భూమి హిమాలయములు, ఆల్ప్సువంటి ఉన్నత పర్వతశ్రేణిని సమగ్ర సమతులితస్థితిలో ఎటుల మోయుచున్నది అని మానవుడు సర్వదా ఆశ్చర్యపడుచునే ఉన్నాడు. పర్వతములు కేవలము భూ పృష్ఠమునకు తగుల్కొని నిలిచిన ద్రవ్యరాశులు కావని పెరూ విజ్ఞానయాత్ర (1735) వలన సూచన ప్రాయముగ తెలియవచ్చినది. ఆండీస్ పర్వతముల గురుత్వాకర్షణబలము వాటి ద్రవ్యరాశినిబట్టి ఊహింపబడిన దానికన్న చాల తక్కువ అని బౌగర్ కనుగొనెను. దక్షిణ హిమాలయప్రాంతపు గురుత్వాకర్షణము బౌగర్ పరిశీలనమును ధ్రువీకరించెను.

మహోన్నత పర్వతములు, వాటి అడుగు భాగములు తక్కువ సాంద్రత కల శిలాద్రవ్యములచే నిర్మితములు; సముద్ర గర్భమున ఉండు శిలలు అధిక సాంద్రత కలవై ఉండుట దానికి కారణముగ గుర్తింపబడినది. భూ పృష్ఠములో కొంత లోతున ఈ మిట్టపల్లములవల్ల కలిగిన ప్రేషశక్తి (ఒత్తిడి) వ్యత్యాసములు వ్యత్యస్త శిలాసాంద్రతల వలన పరిహరింపబడి సమతులితస్థితి ఏర్పడును.

భూమి - ఉష్ణ ధర్మములు

భూమి సూర్యుని నుండి కొంత వేడిమిని స్వీకరించును. కాని, దాని అంతర్భాగమే అపరిమితమైన ఉష్ణమునకు పెద్ద ప్రభవస్థానము.

సూర్యుని వేడిమి భూమి ఉపరితలముపై సర్వత్ర ఒకే రీతిగా తగులదు; కారణాంతరములవలన కొన్ని చోట్ల ఎక్కువగ, మరికొన్ని చోట్ల తక్కువగ తగులును. ఉదా: మధ్యమాన వార్షిక తాపక్రమము సాధారణముగ ధ్రువప్రాంతములవద్ద — 10^0C మొదలు — 15^0C వరకు లేదా అంతకు తక్కువగను; భూమధ్యరేఖా ప్రాంతముల వద్ద 15 — 20^0C లకు పైబడియు ఉండును.

ఈ తాపక్రమ వ్యత్యాసములు భూమి ఉపరిభాగపు సమతలముల దగ్గర కూడ అధికతరముగ ఉండును. కాని, భూమిలోపల లోతుకు పోయినకొలది స్థిరతాపక్రమ మండలము వరకు ఆ వ్యత్యాసములు తగ్గుచుండును. స్థిరతాపక్రమమండలము క్రింద కల భూతాపమండలములో లోతుతోపాటు తాపక్రమము కూడ నియతముగ హెచ్చుచుండును. ఇందుకు భూగర్భములోని రేడియో ధార్మికత వలన జనించిన అంతర్గత ఉష్ణము కారణము అని తెలియవచ్చినది. ఈ పెరుగుదల రేటు స్థలమును బట్టి మారిన మారవచ్చును. కాని, సగటు పెరుగుదల రేటు ప్రతి 30·48 మీ. లకు రమారమి 1^0C అని లెక్కవేయబడెను. ఈ ప్రాతిపదికపై తాపక్రమము 33 కి. మీ లోతున 1000^0C, 66 కి. మీ. లోతున 2000^0C ఉండవచ్చునని అంచనా. భూమి అంతర్భాగ కేంద్రమున (నడిబొడ్డున) తాపక్రమము 4000^0C దరిదాపున ఉండవచ్చునని శాస్త్రవేత్తల అభిప్రాయము.

భూమి - అయస్కాంత ధర్మములు

భూమికి అయస్కాంత ధర్మములు కలవని ప్రాచీనులకు తెలిసి ఉన్నట్లు నిదర్శనములు కలవు. యూరప్‌లో 12 వ శతాబ్దము నుండియే దిక్సూచి వాడుకలోనికి వచ్చినను, చీనీయులు నేటికి మూడువేల ఏండ్ల క్రితమే అయస్కాంత సూచిని ఉపయోగమునకు తెచ్చిరి [చూ. పు. 26]. అయితే, భూమియొక్క అయస్కాంతమును గూర్చి సరియైన విజ్ఞానము 19 వ శతాబ్ది ప్రారంభముననే బయటపడినది.

భూమి అయస్కాంతతకు విశిష్టమైన విలువలు రెండు కలవు: 1. అయస్కాంత క్రాంతి; 2. అయస్కాంత నతి.

అయస్కాంతసూచి చూపించు ఉత్తరదిశకు, భౌగోళిక యామ్యోత్తర రేఖ చూపు నిజమైన ఉత్తరదిశకు మధ్య గల కోణము అయస్కాంత క్రాంతి అని వ్యవహరింతురు. ఇది ప్రదేశమును బట్టి మారుచుండును. అయస్కాంత ధ్రువములు భౌగోళిక ధ్రువములతో ఏల ఏకీభవింపవో తెలియదు. అయితే, భూగోళముమీది స్థల, జల విభజనములోని అసమానత (వైషమ్యము) దానికి కారణము అని కొందరి అభిప్రాయము.

అయస్కాంత సూచి క్షితిజము వైపునకు కావించు నత కోణము 'అయస్కాంత నతి' అని పేర్కొనబడును. ఇది కూడ స్థలమును బట్టి మారుచుండును. ధ్రువములవద్ద సూచి ఉదగ్రస్థితికివచ్చి ఆగిపోవును (నిలువున నిలిచిపోవును).

పై రెండిటికి తోడు భూమికి ఒక భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రము కూడ కలదు. దాని ముమ్మరము సూర్యునికి

సాపేక్షముగ ఉండు భూమియొక్క స్థానముపై ఆధారపడి ప్రదేశమునకు ప్రదేశమునకు మారుచుండును. ఈ అయస్కాంత ధర్మములలోని ఆకస్మిక వ్యత్యాసముల జాగరూక అవేక్షణలు అయస్కాంత సంక్షోభముల సంభవమును సూచింపవచ్చును. ఈ సంక్షోభములు రాగల భూకంపములను, అగ్ని పర్వతపు విజృంభణలను, ఉరుములు మెరుములతో కూడిన గాలివానలను ముందుగా నిర్దేశింపవచ్చును.

భూమి - అంతర్నిర్మాణము, సంఘట్టనము

భూమి ఎటుల నిర్మింపబడినది? ఏయే ద్రవ్యములతో నిర్మింపబడినది? అది సర్వత్ర ఏకరూపముగ ఉండునా? లేదా అందు ఏమయిన నిశిత వ్యత్యాసములు కలవా? ఇట్టి ప్రశ్నలు మానవుని సర్వదా విభ్రాంతుని చేయుచున్నవి. వాటికి తగిన సమాధానములు కనుగొనుటకంటె నిజమునకు కొన్ని కాంతిసంవత్సరముల * దూరమున ఉన్న తారలను గూర్చి అనుశీలన జరుపుట సులభతరము. ఏలన వాటిని మనము కంటితో చూడగలము. కాని, భూ పృష్ఠము గుండా కొన్ని మిల్లిమీటరుల లోతునైన దర్శింపగలుగుట అసాధ్యము.

అయితే, భూమియొక్క భౌతిక ధర్మములు దాని నిర్మాణ సంఘట్టనములపై ఆధారపడి ఉండక తప్పదను అనుభవసిద్ధమైన సత్యమును పురస్కరించుకొని, భూ భౌతిక ధర్మములు సవిమర్శ దృష్టితో అనుశీలింపబడినవి. తదనుశీలనవలన భూగర్భ స్వభావమును గూర్చి చాలవరకు తెలిసికొనగలుగుటకు మార్గము సుగమమైనది.

గురుత్వ, సాంద్రతల సమగ్రపరిశీలనమువలన భూమిలో గర్భభాగమున అతిసాంద్రద్రవ్యములును, బహిస్తమ భాగమున లఘుసాంద్రతలు కల శిలలును, మధ్యమ భాగమున మధ్యమ సాంద్రతలు కల ద్రవ్యములును ఉండవచ్చునను సూచనలు కనిపించినవి. ఉన్నత తాపక్రమములనుండి చల్లబడి ఘనీభవించిన ఒక వాయురూప ద్రవ్యమునుండి భూమి అవతరించి ఉండవచ్చునను యోచన కలదని ఇదివరకు చెప్పితిమి [చూ. పు. 128]. ఈ యోచన కూడ భూ నిర్మాణము స్తరాత్మకముగ ఉండవచ్చునని, దాని కైవారపు ప్రాంతములలో క్రమరీతిలో అల్పద్రవాంకములు కల లఘుతర ద్రవ్యములు ఉండవచ్చునని, బాహ్యతమ పొరలు ద్రవ వాయువులతో కూడి ఉండవచ్చునని సూచించుచున్నది. భూమియొక్క వెలుపలి పొర (ఆవరణము) లో ద్రవ్యము వాయురూపమున కలదు; దాని క్రింది పొరలోని ద్రవ్యము జలరూపమున ఉన్నది; ఈ రెండు పొరల క్రింద శిలామయమైన గట్టి పొర ఉన్నది. పై మూడును క్రమముగ వాతావరణ, జలావరణ, శిలావరణములు అని పిలువబడును. ఈ మూడిటి ఉనికి పైన చెప్పిన ప్రతిపాదనను బలపరచుచున్నదని శాస్త్రజ్ఞుల విశ్వాసము.

శిలలకు స్థితిస్థాపక తాగుణము, భూకంపనతరంగములను ప్రసారము చేయగల శక్తియు కలవు. ఈ రెండు ధర్మములను వినియోగించి, రూపొందించిన నిర్దుష్ట సాంకేతిక ప్రక్రియల, పరికరముల సాయమున భూగర్భములోని ద్రవ్యముల ప్రవర్తన వ్యత్యాసములు కొలువబడినవి. భూమిలో పొరలు పొరలుగ ఉండు నిర్మాణక్రమము చాల లోతుల వరకు కొనసాగుననియు, పొరల సరిహద్దులు నిశితములై తారతమ్యనిరూపణము చేయగలుగునట్లుండుననియు ఈ కొలతలు ఖాయపరచినవి. వర్తమాన శతాబ్ద ప్రారంభమునుండి వివిధ సాంకేతిక విధానములను వినియోగించి, ఈ సమస్యను సమగ్రముగ పరిశోధించిన భూ భౌతిక, భూ రాసాయనిక శాస్త్రవేత్తలలో అగ్రగణ్యులు ఆర్. డి. ఓల్డ్ హామ్, బి. గ్యూటెన్‌బర్గ్, మొహరోవిక్, జెఫ్రీస్.

ఈ శాస్త్రవేత్తలు తమ పరిశోధనల ఆధారమున భూమిలో ప్రధాన స్తరములు (పొరలు) మూడు కలవని నిరూపించిరి. అవి: 1. గర్భము; 2. వేష్టనము; 3. పృష్ఠము. వేష్టనము నడిమిపొర, పృష్ఠము వెలుపలి పొర. పృష్ఠమును, వేష్టనమును వేరుపరచు సరిహద్దు మొహరోవిక్ విచ్ఛిన్నత. వేష్టనమును, గర్భమును వేరుపరచు సరిహద్దు గ్యూటెన్‌బర్గ్ విచ్ఛిన్నత. ఇవి తమ్ము గుర్తించిన శాస్త్రవేత్తల పేరులు పొందినవి.

పైన చెప్పిన మూడు ప్రధాన స్తరములలోను అంతర స్తరములు కూడ కొన్ని ఉండవచ్చును; వాటి మధ్యగల తారతమ్యములు కూడ స్వల్పములే కావచ్చును. ఉదా: గర్భములో అంతర్గర్భము అను మరొక మండలము (పొర) కలదని కొందరి అభిప్రాయము. ఇటులనే పృష్ఠములో గ్రానైట్ (తెల్లశానపు) శిలలతో నిండిన ఒక పలుచని పొర, దాని అడుగున బసాల్ట్ (నల్లశానపు) శిలామయమైన ఒక ఉపస్తరము, దాని క్రింద ఎక్లోగైట్ లేదా పెరిడోటైట్ శిలల పొర ఉన్నవని తలపబడుచున్నది. పెరిడోటైట్ పొరకు అతి నిశితమైన, తారతమ్యనిరూపకమైన లక్షణములు కలవనియు, వేష్టనమునకు అదియే బహుశా శిఖరాగ్రపు పొర అనియు కొందరి తలంపు.

* కాంతి సంవత్సరము = సుమారు $8 \cdot 98 \times 10^{12}$ కి. మీ. ($5 \cdot 88 \times 10^{12}$ మైళ్లు)

వాతావరణ, జలావరణ, శిలావరణ (పృష్ఠము) ముల గూర్చి మనకు విశేషపరిజ్ఞానము కలదు. కాని, వేష్టనము, గర్భము - రెండింటిని గూర్చి మనకు ప్రత్యక్షముగ తెలిసినది మృగ్యము అనియే చెప్పదగును. ఈ సందర్భమున ఇటీవల (1957) ఉపక్రమింపబడిన ఒక సరికొత్త ప్రాజెక్టును గూర్చి కొంత చెప్పవలసి ఉన్నది. భూగర్భమున గల ద్రవ్యములను గూర్చి కేవలము యోచించుట కంటె భూమి అంతర్భాగములోనికి నేరుగా ఒక రంధ్రమును తొలిచి, అందున్న ద్రవ్యములను పైకి తీసి, వాటి స్వభావములను ధ్రువపరచుట వాంఛనీయమని యునైటెడ్ స్టేట్స్ భూ శాస్త్రజ్ఞులు కొంతమంది అభిప్రాయపడుటయే కాక, కృతనిశ్చయులై, దానికొరకు కృషిచేసిరి. తత్ఫలితముగ 'మోహారోలీ ప్రాజెక్టు' అను ఒక గొప్ప ప్రాజెక్టు రూపొందినది. ఇందు వేష్టనములోనికి రంధ్రమును తొలిచెదరు. 'నేషనల్ సైన్స్ ఫౌండేషన్' (నేషనల్ అకాడమీ ఆవ్ సైన్సెస్ ద్వారా), నేషనల్ రీసెర్చి కౌన్సిల్ ఆవ్ అమెరికా అనబడు సంస్థల సాయముతో 'అమెరికన్ మిసలేనియస్ సొసైటీ (AMSOC)' ఈ ప్రాజెక్టును చేపట్టినది. ఖండములపైన కంటె మహా సముద్రముల అడుగున భూ పృష్ఠను యొక్క మందము తక్కువ. కాబట్టి, సముద్రము అడుగున ఒక స్థలమున రంధ్రమును తొలుచుటకు శాస్త్రవేత్తలు నిశ్చయించిరి. ఇందుకు ఎన్నిక చేయబడిన స్థలములలో మొదటిది పోర్టోరికోకు ఉత్తరముగ 193 కి. మీ. దూరమున ఉన్నది; రెండవది గ్వాడలోప్ ద్వీపమునుండి క్లిప్పర్టన్ ద్వీపమువైపు లాస్ ఏంజిల్స్‌కు దక్షిణముగా ఉన్నది. రెండింటిలోను ఏదో ఒక దానిని నికరపరచి, త్వరలోనే పని ప్రారంభింపబడును. ఇది యొక సాహసోపేతమైన ప్రయోగము. దాని పర్యవసానముకొరకు వైజ్ఞానిక ప్రపంచము ఆతురతతో ఎదురు చూచుచున్నది.

గర్భము : భూగర్భమున ప్రధానముగ నికెల్, ఇనుము వంటి ఉన్నత సాంద్రత కల మూలద్రవ్యములు ఉండుననియు, కోబాల్ట్, ప్లాటినమ్, పెల్లేడియమ్ వంటి బరువైన ఇతర మూలద్రవ్యములు కూడ స్వల్పరాశులలో ఉండుటకు సంభావ్యత కలదనియు తెలియుచున్నది. దీనిని భూ రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు 'సైడిరోఫైర్' మండలము అని పిలుతురు. ఇది భారీ (అనగా బరువైన లేదా దట్టమైన) ఆవరణము అని కూడ పేర్కొనబడును. భూకంపన తరంగములకు అది ప్రతికరించు విధము ఒకటి మినహా, ఈ మండలమును గురించి మనకు ఎక్కువ తెలియదు.

వేష్టనము : రెండవ మండలమైన వేష్టనమును భూ రాసాయనికులు కొందరు 'చాల్కోఫైల్ లేదా సల్ఫోఫైల్ మండలము' అని పేర్కొందురు. అదికూడ భూకంపన తరంగములకు ప్రతికరింప గలదు. దానినిబట్టి ఊహింపబడినది కొంత మినహా వేష్టనమును గూర్చి కూడ మనకు ఇదమిత్థమగు పరిజ్ఞానము లేదు. పైన చెప్పిన మోహారోలీ ప్రాజెక్టు విజయవంతమై, దాని (వేష్టనము) లోనికి చొరబడగలిగినచో, వేష్టనమును గూర్చి కొంత వరకు సమాచారము అందగలదని ఆశింపవచ్చును.

పృష్ఠము (శిలావరణము) : ఇది బహిస్తమ మండలము ; ప్రధానముగ శిలలతోను, శిలాఖనిజములతోను సంఘటితమై ఉన్నది. కాబట్టి, దానికి శిలావరణము అను పేరు సార్థకము. నిజమునకు జలావరణ, వాతావరణములు శిలావరణముపై తేలియాడుచున్నవనియు, భూ గురుత్వాకర్షణము వాటిని పైకి పోనీయకుండ పట్టి ఉంచుచున్నదనియు భావింపనగును. పృష్ఠములో నైతము విశేషభాగము ప్రత్యక్ష అవేక్షణలకు అందుబాటులో లేదు. అయితే, అదియే భూమిలో అన్నిటికన్న ఎక్కువ అందుబాటులో ఉన్న భాగము. భూతత్త్వ జిజ్ఞాసువులకు దానియందే ప్రత్యక్ష ఆసక్తి మెండు. ఖండితముగ చెప్పవలెనన్న శిలావరణపు అనుశీలనమే భూ శాస్త్రము (జియాలజీ) అని చెప్పవలసి ఉండును. ఇతర ఆవరణముల అనుశీలనము వాతావరణ శాస్త్రము, జలశాస్త్రము, సముద్రశాస్త్రము మున్నగు ఇతర శాస్త్రములకు చర్చనీయమైన ప్రధాన విషయము. అయితే, శిలావరణము జలావరణ, వాతావరణములతో అత్యంత సన్నిహిత సాంగత్యము కలిగి ఉన్నది. దాని ఉపరితలముపై గోచరించు లక్షణములలో విశేషభాగము భూమి యొక్క బహిరావరణముల పరస్పర క్రియాప్రతిక్రియల ప్రత్యక్ష పర్యవసానముగ ఏర్పడినదే అని చెప్పవచ్చును. కాబట్టి, శిలావరణమును సమగ్రముగ అనుశీలించుటకు మిగిలిన రెండు ఆవరణముల సంఘట్టనము, ప్రవృత్తివంటి విషయముల పరిజ్ఞానము అత్యావశ్యకము.

వాతావరణము

ఇది భూమిపైననేకాక, కొంతవరకు నేలలోను, రాతి పొరలలోను విస్తరించి ఉండును. అయినను శిలావరణ, జలావరణముల బాహ్య ఉపరితలమునే దాని దిగువ సరిహద్దుగ పరిగణించుట పరిపాటి. దాని ఎగువ సరిహద్దు ఏదియో తేల్చి చెప్పలేము. ఏలన, కొన్ని కిలోమీటరుల పైన అది పోనుపోను పలచబడి, చివరకు విశ్వాంతరాళములో విలీనమగును. దిగువ సరిహద్దునుండి వాతావరణము రమారమి 1000 కి. మీ. వరకు విస్తరించి ఉన్నదని విజ్ఞానులు కొందరి విశ్వాసము.

భూమియొక్క కఠిన భాగమువలె వాతావరణమును కూడ ఏకకేంద్రీయములగు మూడు పొరలక్రింద విభజింప వచ్చును. అవి క్రిందినుండి మీదికి వరుసగా 1. ట్రోపావరణము; 2. స్తారావరణము; 3. అయనావరణము.

ట్రోపావరణము : వాతావరణపు పొరలలో ఇది అన్నిటికన్న దిగువది. దీని మందము సర్వత్ర ఒకే విధముగ ఉండదు. భూ భ్రమణమువలన, భూ భ్రమణము వలన జనించిన కేంద్రాపసారి బలమువలన ఇది భూమధ్య రేఖవద్ద సుమారు 16 కి. మీ., ధ్రువములవద్ద రమారమి 10 కి. మీ. ఎత్తుండును. దాని సరాసరి మందము 10—12 కి. మీ. దాని తాపక్రమ పరిధి — 78°C నుండి + 54°C వరకు మారుచుండును. వెలుపలి సరిహద్దువద్ద సగటు తాపక్రమము సుమారు — 55°C.

ట్రోపావరణపు సంఘట్టనములో ఆక్సిజన్ చాల ప్రధానఘటకము. దానిలోని ఆక్సిజన్ - నైట్రోజన్ నిష్పత్తి జీవనప్రక్రియలకు ఆధారభూతమైనది. దాని అట్ట అడుగు పొరలలో ఉండు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ కూడ ప్రముఖ ఘటకమే. అది వృక్షజాతుల పెరుగుదలకే కాక, వికిరణముద్వారా భూమి తన వేడిమిని కోల్పోకుండ నివారించు బంధకమువలె కూడ ఉపకరించును. మొత్తము వాతావరణములో రమారమి ¾ వంతుల ద్రవ్యము ట్రోపావరణమునందే కలదు. ట్రోపావరణపు ప్రధాన లక్షణములు: 1. అత్యధిక చలనశక్తి - అడ్డు, నిలువు దిశలు రెండింటిలో సులభముగ ప్రసరింపగలదు; 2. ఆర్ద్రతా పరివర్తనీయత - దానిలోని తేమ హెచ్చు తగ్గులు చెందు చుండును; 3. తాపక్రమ పతనము - ఎత్తుకు పోయిన కొలది 305 మీ. లకు 3°F చొప్పున తాపక్రమము పడిపోవు చుండును; 4. ప్రేష పతనము - ఎత్తుకుపోయిన కొలది భారమితి ప్రేషము 305 మీ. లకు రమారమి 25.4 మి. మీ. చొప్పున తగ్గుచుండును.

స్తారావరణము : ఇది ట్రోపావరణమును ఆచ్ఛా దించుచు రమారమి 75 - 80 కి. మీ. ఎత్తుకు విస్తరించి ఉండును. ఇందలి వాయువు ఆర్ద్రతారహితమై ఉండును. అందువలన అచట మేఘములు ఏర్పడవు. అది ప్రధానముగా అడ్డముగా చలించుచుండును. కాబట్టి, అచటి వాయువు సంక్షుభితమై ఉండదు. స్తారావరణ ములో ఇంచుమించు 25 కి. మీ. ఎత్తువరకు తాపక్రమము - 25°C ప్రాంతమున స్థిరముగా ఉండును. అక్కడనుండి నిలకడగా పెరుగును. 40 కి. మీ. ఎత్తున 0°C, 70 కి. మీ. ఎత్తున 35°C ఉండును. స్తారావరణపు అట్ట అడుగున ప్రేషము 177.8 మి. మీ.; పైన అది పరిగణనీయము కానంత అల్పము. మొత్తము వాతావరణములో ఇంచు మించు ¼ వ వంతు ద్రవ్యము స్తారావరణమున కలదు.

అయనావరణము : భూమికి 80 కి. మీ. ఎత్తునుండి అయనావరణము ప్రారంభమగును. ఇచటి గాలిలోని అణువులు సూర్యరశ్మిలో ఉన్న అతి నీలలోహిత కిరణముల వలన అయనీకరింపబడునని శాస్త్రవేత్తల విశ్వాసము. అయితే, ఈ అయనీకరణము అయనావరణపు వేరు వేరు పొరలలో వేరు వేరు తరగతులలో ఉండవచ్చును. విభిన్న అయినీకరణ గరిష్ఠతలు కల అట్టి పొరలు రెండు గుర్తింప బడినవి. 1. కెన్నలీ - హెవీసైడు పొర - రమారమి 100 కి. మీ. వద్ద; 2. ఆపిల్టన్ పొర - 250 కి. మీ. ఎత్తున.

అయనావరణపు బహిర్మండలమును ఎక్సోస్వరణము అని అందురు. అయనావరణము రేడియో ప్రసారమునకు ముఖ్యము. అందు విచ్చలవిడిగా పరిభ్రమించుచుండు ఋణవిద్యుత్ ఆవేశము గల ఎలక్ట్రాన్ కణ సమూహములు ఉండుటవలన, అది భూమినుండి వచ్చు రేడియోతరంగము లను పరావర్తింపగలదు.

స్తారావరణ, అయనావరణములు రెండింటి పరిశోధన ఇంతవరకు కూలంకషముగ జరుపబడలేదు. కాని, భూ అయస్కాంతత, భూ విద్యుత్ క్షేత్రము మొదలగు సంఘటనలపై అవి బలవత్తరమైన ప్రభావమును నెరపు చున్నవని విశ్వసింపబడుచున్నది. అయనావరణపు అడుగు పొరలలో నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయువులతోపాటు చెప్పుకొనదగిన మొత్తములలో హీలియమ్, హైడ్రోజన్లు కూడ కలవని, 140 కి. మీ. ఎత్తుకు పైన అందు హీలియమ్, హైడ్రోజన్ వాయువులు మాత్రమే ఉన్నవని తెలియు చున్నది. సుమారు 500 కి. మీ. ఎత్తున మొత్తము వాయువులో హైడ్రోజన్ 90 — 92% ఉండునని శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము.

ట్రోపావరణపు ప్రాముఖ్యము : పైన చెప్పిన మూడు వాతావరణపు పొరలలోను ట్రోపావరణమే అన్నిటికన్న ఎక్కువ చురుకైనది, ప్రాముఖ్యము కలది కూడను. అందుకు గల పెక్కు కారణములలో దిగువ పేర్కొనబడినవి ప్రధానములు: 1. శిలావరణ, జలావరణ, జీవావరణములతోడ దానికి గల సన్నిహిత సంసర్గము; 2. దాని అత్యధిక చలనశీలత; 3. జీవవృద్ధికి దోహదకర మైన దాని సంఘట్టనము; 4. తాపక్రమము, ప్రేషము, సాపేక్ష ఆర్ద్రత ఇత్యాది శీతోష్ణ పరిస్థితులపై దానికి గల ప్రభావము.

గాడ్పులు, మేఘములు, తుపానులు, వర్షములు, వడగండ్లు, మంచు మున్నగు సంఘటనలకు ట్రోపావరణపు

అత్యధిక చలనశీలత, దాని ఆర్ద్రితలోని అస్థిరత మూల హేతువులు.

జలావరణము

భూమ్యావరణములలో బహుశా ఇది అన్నిటికన్న చిన్నది; కాని, ఏ విధముగ చూచినను కనిష్ఠ ప్రాధాన్యము కలది మాత్రము కాదు. భూమి ఉపరితలముపై స్థల, జల విభజనము ఒక క్రమపద్ధతి ప్రకారము జరుగలేదు. భూమి ఉపరితల వైశాల్యము 51 కోట్ల చ. కి. మీ.; అందులో 36.1 కోట్ల చ. కి. మీ. ప్రాంతము జలమయమై ఉన్నది. సముద్ర మట్టమునుండి నేల యొక్క సరాసరి ఎత్తు రమారమి 0·7 కి. మీ. కాగా, సముద్రముల సరాసరి లోతు ఇంచుమించు 3·7 కి. మీ. యావత్ప్రపంచమున గరిష్ఠ ఉన్నతి కల ఎవరెస్టు శిఖరము ఎత్తు 8·852 కి. మీ. కాగా, ఛాలెంజర్ అగాధము వద్ద సముద్రపు గరిష్ఠపు లోతు 10·850 కి. మీ. మాటవరుసకు భూమి ఉపరితలము అంతయు నిమ్నోన్నతారహితమై ఉన్నదనుకొందము. అప్పుడు భూగోళము 2·286 కి. మీ. లోతున పూర్తిగా నీట మునిగి ఉండును.

భూమి ఉపరితలముపై విభక్తమై ఉన్న ఈ నీటికి వాతావరణ, శిలావరణములు (జీవావరణమును గూర్చి చెప్పనక్కర లేదు) రెండింటి మీద ప్రభావమును చూపగల సామర్థ్యము కలదు. అందువలన భూగోళముపై జీవోత్పత్తి, జీవపరిణామము కొనసాగుటకు కారణ భూతములైన రెండు ప్రధానతమ పరిసర శక్తులలోను నీరు ఒకటి కాగలిగినది. ప్రపంచమును ఆవరించి ఉన్న వాతావరణము, దాని శీతోష్ణస్థితి, వర్షపాతము, హిమ పాతము, వాతావరణములోని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ పాలు - ఇవి అన్నియు సముద్రములచే ప్రత్యక్షముగ ప్రభావితములు అగును.

సముద్రములు : భూమి మీది జలోపరితలమునకు 'మహాసముద్రోపరితలము' అని పేరు. అది ఉమ్మడి ఉపరి తలము అని కూడ పరిగణింపబడును. ప్రపంచమున మహా సముద్రములకు తోడు వాటికి వెలుపల భూమిని ఆనుకొని ఉన్న సముద్రములు కూడ కొన్ని కలవు.

మహా సముద్ర జలముల సంఘట్టనము చాలవరకు స్థిరముగా ఉండును. అందు విలీన లవణములు రమారమి 3·5% వరకు ఉండును (స్థలాంతస్సముద్ర జలముల లవణత మాత్రము మారుచుండును). విలీన లవణములలో సోడియమ్ క్లోరైడ్ (ఉప్పు) 78%, మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ 9·44%, మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ 6·4%, కాల్సియమ్ సల్ఫేట్ 3·9%, పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ 1·6%, కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ 0·04%, సిలికా 0·009% ఉండును. ఇవిగాక, సముద్రజలములో ఆక్సిజన్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, అమో నియా (క్వాచిత్కముగా) వంటి వాయువులు కూడ కలవు.

సముద్ర జలముల తాపక్రమము భౌగోళిక అక్షాంశ మీద, ఋతువుల మీద, లోతు మీద ఆధారపడి మారు చుండును. ఉదా : ఉపరితల తాపక్రమము ధ్రువముల వద్ద శీతకాలమున - 3°C నుండి, భూమధ్యరేఖవద్ద వేసవిలో + 32°C వరకు మారుచుండును. సముద్రో పరితలమున సగటు వార్షికతాపక్రమము 17·4°C. ఇది వాతావరణములోని క్రింది పొరల సగటు వార్షికతాప క్రమము (14·4°C) కంటె కొద్దిగా ఎక్కువ. లోతు హెచ్చిన కొలది ఈ తాపక్రమము తగ్గును.

సముద్ర జలముల సాంద్రత వివిధ ప్రాంతములవద్ద 1·0275 నుండి 1·255 వరకు మారును. అది లోతునుబట్టి కూడ మారును. ఉప్పదనమున (లవణత) కు, దానికి సంబంధము కలదు.

సముద్రములో ప్రేషము కూడ లోతుకు పోయిన కొలది పెరుగుచుండును. సముద్ర మట్టమునకంటె అగాధ ములవద్ద ప్రేషము సుమారు వేయిరెట్లు అధికము.

సముద్ర జలము సాధారణముగ కొంత స్వచ్ఛముగనే ఉండును. సూర్యకాంతి దానిలో రమారమి 200 మీటరుల లోతు వరకు ప్రవేశింప గలదు; అతి నీలలోహితకాంతి 800 మీ. లోతువరకు పోగలదు.

వాయు ప్రవృత్తి వలన, సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణశక్తి వలన సముద్ర జలములు సర్వదా చలించుచుండును. సముద్ర తరంగముల ఎత్తు గాలియొక్క బలముమీద, గాలి వీచు దిశమీద, సముద్రపు లోతుమీద ఆధారపడి ఉండును. తరంగములు కొట్టుకొనుటవలన కోస్తాకు కలుగు ప్రేషము అప్పుడప్పుడు చ. కి. మీ. కు 60 టన్నుల వరకు ఉండ వచ్చును. సంవత్సరము పొడవున వీచు ఋతుపవనములు వంటి వాయువులు మహాసముద్రములలో సముద్ర ప్రవాహ ములను పుట్టించును. ఉదా: గల్ఫ్[1]; కురోషియో[2] ప్రవాహములు. సూర్యుని ద్రవ్యరాశితో పోల్చినచో చంద్రుని ద్రవ్యరాశి అత్యల్పమైనను, సామీప్యమువలన

1. ఇది అట్లాంటిక్ మహాసముద్రమున మెక్సికో సింధుశాఖనుండి బయలుదేరి, ఉత్తరముగ యునైటెడ్‌స్టేట్ కోస్తా వెంబడి ప్రవ హించి, అక్కడనుండి ఈశాన్య దిక్కుగ బ్రిటిష్ దీవులవైపుకు మళ్లు వేడినీటి వెల్లువ.

2. పసిఫిక్ మహాసముద్రమున కురైల్ దీవులకు దక్షిణముగా పారు వేడినీటి వెల్లువ.

భూమిపై చంద్రుని ఆకర్షణ బలము సూర్యుని ఆకర్షణ బలముకంటె మిన్నగా ఉండును. ఈ తారతమ్యమువలన సముద్రమున స్రోతస్సులు ఏర్పడును [చూ. సం. 9 - పు. 641]. భూమధ్య రేఖా ప్రాంతములలో స్రోతస్సులు ఉన్నతతమములై ఉండి, ధ్రువప్రాంతములకు పోవుకొలది వాటి ఎత్తు క్రమేణ తగ్గిపోవును.

భూతల జలములు : సరస్సులు, నదులు, అంతర్గత జలములు నేలమీది జలావరణమునకు ప్రాతినిధ్యము వహించును.

సరస్సులు భౌగోళికరీత్యా భూమిపై ఏర్పడిన జలాశయములు. వివిధ కారణములవలన అవి ఏర్పడును. కొన్ని సరస్సులలో నీరు లోనికివచ్చుచు బయటికి కూడ ప్రవహించుచుండును. కొన్నిటికి నిర్గమన మార్గములు ఉండవు. అట్టి సరస్సులలో నీరు బాష్పీభవనము (ఇగురుట) వలననే తగ్గుచుండును. సరస్సులలో అలలు, వెల్లువలే కాని స్రోతస్సులు ఉండవు.

నదులు ప్రధానముగా రెండు రకములు: 1. వర్షపాతము వలన పారునవి - (ఉదా: గోదావరి, కృష్ణ, కావేరి); 2. మంచుకరగుటవలన ప్రవహించునవి (ఉదా: గంగ, బ్రహ్మపుత్ర, సింధు). పై రెండు కారణములవలన పారు నదులు కూడ కలవు. భూ పృష్ఠములోని ద్రవ్యములను సముద్రములోనికి గొనిపోవుటకు నదులు శక్తిమంతములైన సాధనములు. వాతావరణము సాయముతో భూమి ఉపరితలమును రూపొందించుటకు ముఖ్యముగ అవియే కారణ భూతములు.

జీవావరణము (బయోస్ఫియర్)

ఇంతవరకు చర్చింపబడిన ఇతర ఆవరణములవలె జీవావరణము కచ్చితమైన భూమ్యావరణము కాదు. భూమిపై - నేలమీద, నీటిలోను, గాలిలోను - ఎక్కడెక్కడ మనకు తెలిసినంతవరకు జీవరాశి కలదో, ఆ యా ప్రాంతములతో కూడిన సమష్టిమండలమునకు జీవావరణము అను పేరు వర్తించును.

జీవోత్పత్తిక్రమము ఇప్పటికిని - బహుశా ఎప్పటికిని - అగోచరము, అపరిష్కృతము అగు సమస్య. అయితే, జీవుల మనుగడ వాతావరణ, జలావరణ, శిలావరణములతో ముడివడి ఉన్నదను విషయము మాత్రము నిర్వివాదము. ఈ మూడింటిలో ఏ ఒక్కటి లోపించినను, అథవా విభిన్నమైనను, పరస్పర సంబంధ రహితమైన రూపమున ఉన్నను ఈ ప్రపంచము జీవరాహిత్యమై ఉండెడిది. ఒమెల్యానీక్సి నిరూపించినట్లుగా బహుశః సుదూర భూతత్త్వ భూత కాలములో మని ఉండిన అధమ జాతిజీవకములు కొన్నింటికి మాత్రము ప్రస్తుత పరిస్థితులకు భిన్నమైన పరిస్థితులలోనైన మనుగడ సాగింప సాధ్యపడి ఉండవచ్చును. ఉదా: శిలీంధ్ర జీవ బీజములలో కొన్ని రకములు 140°C తాపక్రమము వద్ద సైతము బ్రతికి ఉండగలవని తెలియుచున్నది; రోగకారక సూక్ష్మజీవుల జీవ బీజములు కొన్ని 180°C తాపక్రమము వద్ద సైతము తమ జీవశక్తిని కోలుపోకుండ మనగలవని తెలియుచున్నది. ఇటులనే కొన్ని సూక్ష్మక్రిములు విపరీత శీతల పరిస్థితులలో (−200°C వద్ద గూడ) మనగలవని; సాప్రోఫెలిక్ శిలీంధ్రములు (పుట్టగొడుగులు), సూక్ష్మజీవులు కొన్ని ప్రస్తుత వాయుప్రేష శక్తికి 300 రెట్లు అధికమగు ప్రేషమునకు గూడ తట్టుకొనగలవని; యీస్టు 8000 రెట్లు ప్రేషశక్తి వద్ద కూడ చెక్కుచెదరదని వినికిడి. అయితే, ఇటువంటి వ్యతిరిక్త నిదర్శనములు ఏవో కొన్ని కనిపించుచున్నను, ప్రపంచమున జీవవృద్ధి పరిణామములు నేటి ఉద్ధృతస్థాయిలో కొనసాగుట పైనచెప్పిన అనుకూల పరిస్థితుల ప్రాబల్యమువలన తప్ప అన్యథా అసాధ్యమై ఉండెడిదని నిష్కర్షగా చెప్పవచ్చును.

నిజమునకు భూతలముపై ఇటీవలి దశలలో జీవావరణము అచేతన జగత్తుపై కూడ తన ప్రభావమును నెరపునంతటి అభివృద్ధి, ఆధిక్యము సాధించినది. చేతనాచేతన జగత్తులకు గల అన్యోన్య సంబంధము; సజీవ మండలమునుండి నిర్జీవ ప్రపంచమునకు, ఇటులనే శిల, జల, వాయుమండలములనుండి చైతన్యరాశిలోనికి ద్రవ్యము సర్వదా సంచారము చేయుట వెర్నాడ్స్కీ వంటి వైజ్ఞానికులు నిరూపించిరి. పగడపు పంక్తులు, ఫొరమినాఫెరా, డై ఆటములు వంటి జీవరాశుల అవశేషములతో నిర్మితములైన సున్నపురాయివంటి పంకశిలలను చూచినపుడు కూడ జీవకోటియొక్క ప్రభావ, ప్రాధాన్యములు భూమి ఉపరితలమున ఉన్న శిలావరణములో బహిస్తమస్తర నిర్మాణములో సుస్పష్టముగ గోచరించును.

జీవావరణము - నియంత్రణము : జీవోత్పత్తి వలెనే జీవపరిణామ, సంవర్ధన, నియంత్రణములు కూడ మహాద్భుత విషయములు. జీవుల పునరుత్పాదనసామర్థ్యము చాల అపారమైనది. దైవకృతములైన సంహార ప్రక్రియలు గనుక లోపించినచో జీవులు ఉత్పాదించిన సంతాన బాహుళ్యము కొద్ది సంవత్సరములలోనే భూ బహిరావరణములు అన్నిటిని ఆవరించి, వెల్లువవలె పరవళ్లుత్రొక్కి ముంచివేసి ఉండెడిది. జడ చేతన జగత్తులు రెండును సీమోల్లంఘనము చేయకుండ అదుపులో పెట్ట

గలిగిన ప్రకృతి విలాసమునకు భయాశ్చర్యములతో ముగ్ధులు కాని వారుండరు. ఉదా : ఒక ఆడ తెల్లచీమ 8, 9 ఏండ్ల తన జీవితము పొడవున అవిచ్ఛిన్నముగ అను దినము వేలాది గ్రుడ్లు పెట్టగలదు. ఇటులనే చేపలలో కొన్ని రకములు కొన్ని కోట్ల గ్రుడ్లు పెట్టగలవు. అయితే, అచిరకాలముననే జలావరణము చేపల సమ్మర్దముతో కిటకిటలాడక పోవుటకు కారణము ఆ గ్రుడ్లలో అత్యధిక భాగము సద్యోవినాశము చెందుటయేయని చెప్ప పనిలేదు. డైఆటములు (నీటిప్రాచి), ఇన్‌ఫుసోరియన్‌లు మొదలైన కొన్ని సూక్ష్మజీవుల పునరుత్పాదనసామర్థ్యము పైన చెప్పిన వాటికన్న కూడ బ్రహ్మాండముగ ఉండును. కాని, అట్టి పునరుత్పాదనవలన సేంద్రియద్రవ్యరాశిలో ప్రస్ఫుటమైన పెరుగుదల కనిపించదు. ఆ పునరుత్పాదనలో విశేష భాగము అండస్థితిలోనే అంతరించుటయే దానికి కారణము.

పరిసర పరిస్థితిని ఎల్ల జీవములు అనుకూలించుకొనలేవు. అటుల అనుకూలించుకొనగలిగినవి మాత్రమే నశింపక నిలుచును. ఉదా: వృక్ష జీవనము పూర్తిగా తాపక్రమము, శీతోష్ణములు, ఆర్ద్రత, ప్రకృతి స్థితి, నేల, సూర్యకాంతి మున్నగు అంశములపై ఆధారపడి ఉండును. శీతోష్ణ స్థితిలో హిమప్రళయము, విపరీతశుష్కత వంటి తీవ్ర పరివర్తనములు సంభవించుటవలన పూర్వకాలమున చాల వృక్షజాతులు రూపుమాసినవి. స్థల జంతువులలో సరీసృపములు పరిసరములకు అనువుగా సరిదిద్దుకొనలేవు; అవి శీతోష్ణముల నియమనమునకు ఎక్కువగ లోనగును. ఇటులనే సముద్ర జంతువులు లవణత, తాపక్రమము, ప్రవాహములు, సంక్షుబ్ధత వంటి పెక్కు పరిస్థితుల నిశిత ప్రభావములకు గురియగును. కొన్ని జీవజాతులు చిరంజీవులై ఉండుటకు గూడ పరిస్థితుల అనుకూల్యమే కారణము. భూ చరములకు - విశేషించి పక్షులకు, సస్తనములకు - మాత్రమే అనుకూలతర ప్రదేశములకు తరలిపోవు సామర్థ్యము కలదు. అందువలన అవి విపరీత శీతోష్ణములకు అంతగా అధీనములు కావు.

ఇటుల జీవావరణము ఒక అతి ప్రధానమైన, చైతన్య వంతమయిన భూ భాగము. సేంద్రియద్రవ్యము నేలలను రూపొందించును; శిలల, శిలలుగా ఏర్పడు ద్రవ్యముల (పంకముల) నిర్మాణమున పాల్గొనును; వాతావరణ సంఘట్టనమును నియంత్రించును. ఇతర జీవులకంటె మానవుడు నేడు పరిసరములను తనకు ఎక్కువగా అనుకూలముగ ఉండు రీతిని మలచుకొనగలుగుచున్నాడు. నేడు అతడు తనకు వలసిన శీతోష్ణస్థితిని, పరిసరమును కూడ సృజింప గలుగుచున్నాడని చెప్పవచ్చును. ఏతత్కారణమున మానవుని భూతల భౌతిక, గత్యాత్మక నిర్మాణ ఆవృత్తిలో ఒక కారణ భూతునిగ కూడ పరిగణింపవచ్చును.

శిలావరణము

భూ పృష్ఠమునకు శిలావరణము అనునది నామాంతరము. శిలావరణము మానవునికి నివాస స్థలము. అందువలన-తదితర కారణములవలన కాకపోయినను - అది అతనికి అధికతమ ప్రధానమైనది; ఆసక్తిదాయకమైనది. కేవల శిలావరణమునకు సంబంధించిన సవివర సమగ్ర అనుశీలనమే భూతత్త్వశాస్త్రముగ వ్యవహరింపబడునని ఇదివరకే చెప్పితిమి [చూ. పు. 13]. కాని, శిలావరణములో బహిస్తమ భాగము కొంత మినహా మిగిలినది దుష్ప్రవేశ్యము. కావున, భూ భౌతిక, భూ రాసాయనిక అనుశీలనముల ఆధారమున తర్కరీత్యా మాత్రమే మనము శిలావరణమును గురించి తెలిసికొనగలుగుదుము.

విస్తృతి, భౌతికధర్మములు : శిలావరణము భూమిని (నేలమీదను, సముద్రముల క్రిందను) ఒక సంపూర్ణ కవచమువలె పరివేష్టించి ఉన్నది. దాని మందము మహా సముద్రముల అడుగున 4 - 5 కి. మీ. నుండి, ఉన్నత పర్వత శ్రేణి క్రింద రమారమి 40 - 70 కి. మీ. వరకు మారుచుండును. శిలావరణపు బహిస్తమ స్తరములో గోచరించు ప్రధానాంశము దాని స్థల ప్రకృతి వైవిధ్యము. అందు ఒకచో ఉన్నత పర్వతములు, వాటితోపాటు లోతైన నదీ లోయలు; వేరొకచో ఎత్తైన పీఠభూములు, వాటి సరసనే పల్లపు సమతలములు; మరొకచో ఇరుకు త్రోవలతోపాటు విశాలములైన డెల్టాలు మొదలైన అనేక ఇతరేతర విరుద్ధ దృశ్యములు గోచరించును.

సంఘట్టనము : నేలకు పైపైన ఉన్న పలుచని పొర (ఘనీభవింపని పంకము) ఒకటి మినహా శిలావరణము యావత్తు కఠినము, దట్టము అగు దృఢశిలామయ ద్రవ్యరాశి. దాని సంఘట్టనము సర్వత్ర ఏకరూపముగ ఉండదు. అది ముఖ్యముగ ఆక్సిజన్ (46·80% - దాదాపు సగపాలు), సిలికన్ (26·00% - ఇంచుమించు నాలుగవ పాలు), అల్యూమినియము (7.3%), ఇనుము (4·20%), కాల్సియమ్ (3·25%), మగ్నీషియమ్ (2·35%), సోడియమ్ (2·40%). పొటాసియమ్ (2·35%), హైడ్రోజన్ (1·00%) అను 9 మూలద్రవ్యములతో 96 పాళ్ళవరకు సంఘటితమై ఉండును. పై వాటితోపాటు టైటానియమ్, భాస్వరము, కార్బన్, గంధకము, మాంగనీస్, బేరియమ్. ఫ్లోరిన్. క్లోరిన్, కోబాల్ట్, నికెల్, వెనేడియమ్, రాగి, వెండి, సీసము. జింకు, టంగస్టన్, లిథియమ్, జెర్మేనియమ్,

గాలియమ్ ఇత్యాది ఇతర మూలద్రవ్యములు సూక్ష్మపరిమాణములలో ఉండును. ఈ మూలద్రవ్యములు శిలావరణము పొడుగున వివిధ రూపములలోను, విభిన్న సంయోగములలోను విస్తరించగా, వాటి సంయోగములలోని సాపేక్ష అనుపాతములు, వాటి రాసాయనిక మైత్రీ స్వభావములలోని వ్యత్యాసములు కలసి, వేరు వేరు రకముల శిలలు, ఆ శిలలలో ఘటకములైన విభిన్న ఖనిజములు ఏర్పడుటకు హేతువులైనవి.

శిలలు : శిలలు అనగా కొన్ని ఖనిజముల సాంద్ర సముచ్చయములు అని, అవి స్వాభావికములైన కూర్పును, రచనను కలిగి ఉండునని నిర్వచింపవచ్చును. ఈ నిర్వచనమును బట్టి శిలలకు రెండు వ్యవచ్ఛేదక లక్షణములు కలవని సుస్పష్టమగును. అవి: 1. రాసాయనిక లేదా ఖనిజ శాస్త్రీయ సంఘట్టనము ; 2. అల్లిక, కూర్పు, రచన.

శిలల రాసాయనిక సంఘట్టనము తరచుగా రెండు ప్రాతిపదికలపై ఆధారపడును: 1. శిల నిర్మాణకాలమున, ప్రదేశమున అందుబాటులో ఉండు ఘటకమూల ద్రవ్యములు ; 2 ఘటక ఖనిజముల రచనలో ప్రవేశించుటకు పై మూలద్రవ్యములకు కల సామర్థ్యము. శిలల రచన అన్ననో శిలా నిర్మాణ ప్రక్రియ మీద, నిర్మాణ కాలమున గల పరిసర పరిస్థితి (లేదా పరిసర శక్తి పరిస్థితుల) మీద చాలవరకు ఆధారపడును.

శిలల వర్గీకరణము : పైన చెప్పిన లక్షణముల ప్రాతిపదికపై శిలలు స్థూలముగ మూడు ప్రధానవర్గములుగ వింగడింపబడినవి: అగ్నిశిలలు: మాగ్మా అనబడు తప్తశిలాద్రవ్యము ఘనీభవించుటవలన ఏర్పడునవి. ఇవి ప్రాథమిక శిలలు, మాగ్మాశిలలు అని కూడ పేర్కొనబడును [చూ.]. పంకశిలలు : ఇవి అదివరకే ఉన్న శిలలు అనేక కారణములవలన విసంయోజనము, విసంఘట్టనము పొంది, తత్ఫలిత శిథిల ద్రవ్యములు ప్రోగుపడినపుడు రూపొందును. కాబట్టి, ఇవి గౌణశిలలు [చూ.]. రూపాంతర శిలలు: అదివరకటి అగ్నిశిలలు కాని, పంకశిలలు కాని వాటి వాటి పరిసర శక్తి పరిస్థితులలో మార్పులు సంభవించునపుడు రూపాంతరమును పొంది, రూపాంతర శిలలు అని పిలువబడును. రూపాంతరము పొందుటవలన పూర్వ శిలల స్థూల రాసాయనిక సంఘట్టనము మారవచ్చును లేదా యథాతథముగనే ఉండిపోవచ్చును.

శిలాశాస్త్రము : శిలల అనుశీలనము శిలాశాస్త్రము. క్షేత్రమునందు, పరిశోధనాగారమునందు కూడ వాటి పరిశీలన జరుపబడవలయును. శిలల రకములు, వాటి విస్తృతీ విభజనములు, వాటి ఉనికి తీరు, సహవాసి శిలలతో వాటికి గల సంబంధము, తద్వారా వాటి ఉత్పత్తి ప్రకారము గుర్తించుట క్షేత్ర కృషి.

పరిశోధనాగారమున శిలలకు సంబంధించిన భౌతిక ధర్మములు, ఖనిజ తత్త్వ వివరములు, రచన (కణముల నియోజనతో సహా), రాసాయనిక సంఘట్టనము నిర్ణయించు కృషి జరుగును. శిలాసూక్ష్మదర్శిని (ధ్రువీకరణ సూక్ష్మ దర్శిని) శిలాశాస్త్ర పరిశోధనలలో ఒక మూలపరికరము. దాని సహాయమున శిలల సంఘట్టనాది ధర్మములను గుర్తింపవచ్చును.

పంకశిలలలో తరుచుగా కణములు చాల ఉరవుగా ఉండును. కాబట్టి, వాటి పరిశోధనయందు బైనాక్యులర్ సూక్ష్మదర్శిని వాడకము కూడ అవసరము. ఇంతేకాక, అగ్ని, రూపాంతర శిలలలో కన్న పంకశిలలలో రాసాయనిక సంఘట్టనము ఎక్కువ ఏకరూపముగ ఉండుట వలన, పంకశిలల రాసాయనిక సంఘట్టనము కంటె యాంత్రిక విశ్లేషణ సహాయమున వాటి కణ పరిమాణములను, తత్పరిమాణ వ్యత్యాసములను నిర్ధరించుటయే తరుచుగా ఆవశ్యకము కావచ్చును. శిలాస్థుల గుర్తింపు, అనుశీలనము కూడ పంకశిలల పరిశోధనలో ఒక ప్రధానాంశము.

ఖనిజములు : ఒకటిగాని, ఒకటికంటె ఎక్కువ గాని మూలద్రవ్యములతో ప్రకృతి సిద్ధముగా రూపొందిన ద్రవ్యములు ఖనిజములని నిర్వచింపవచ్చును. నిర్దిష్ట రాసాయనిక సంఘట్టనము, నిర్దిష్ట స్ఫాటికరచన వాటివిశిష్ట లక్షణములు.

ఏ ఖనిజముకైన రాసాయనిక సంఘట్టనము మౌలిక ప్రాధాన్యము కల లక్షణము. తరువాతి ముఖ్యలక్షణము దాని రచన లేదా అంతర్నిర్మాణము. వర్ణము, ప్రకాశము, విదళనము, విశిష్ట గురుత్వము, కాఠిన్యము మొదలైన భౌతికధర్మములు తరుచుగా కొంతవరకు రాసాయనిక సంఘట్టనము మీద, కొంతవరకు రచన మీద ఆధారపడి ఉండును.

ఒక ఖనిజము యొక్క రచన ప్రస్ఫుటముగ గోచరించినచో అది స్ఫటికము లేదా స్ఫాటిక ఖనిజము అని పేర్కొనబడును. కాని, ఖనిజములు తమ సమగ్ర స్ఫాటిక స్వరూపమును చాల అరుదుగ మాత్రమే కనిపింపజేయును.

పైన చెప్పిన రెండు విశిష్ట లక్షణములను అనుసరించి ఖనిజములు అన్నియు 1. సహజ మూలద్రవ్యములు ; 2. సల్ఫైడ్‌లు ; 3. ఆక్సైడ్‌లు ; 4. హేలైడ్‌లు ; 5. కార్బొనేట్‌లు ; 6. సల్ఫేట్‌లు ; 7. ఫాస్ఫేట్‌లు ; 8. సిలికేట్‌లు అను 8 ముఖ్య వర్గములుగ వింగడింపబడినవి.

ఖనిజ శాస్త్రము : ఖనిజముల అనుశీలనము ఖనిజ శాస్త్రము అని పిలువబడును. ఇది ఒక అతివిలక్షణమైన శాస్త్రము; భూ శాస్త్రములో ఒక శాఖగా కాక, తరుచుగా ఒక స్వతంత్ర శాస్త్రముగా కూడ పరిగణింప బడుట కద్దు. ఖనిజములను గుర్తించుట; వర్గీకరించుట; X — కిరణ సాంకేతికముల సహాయమున వాటి భౌతిక చాక్షుష ధర్మములు, రాసాయనిక సంఘట్టనము, స్ఫాటిక రచన నిర్ధరించుట ఖనిజశాస్త్రమున ప్రధానాంగములు [చూ. ఖనిజములు; ఖనిజములు - వర్గీకరణము].

యుగయుగాల జీవము

చారిత్రక భూ శాస్త్రము, పురా జీవశాస్త్రము, స్తర భూ శాస్త్రము : భూగోళపు ఘనరూప ఉపరితలము (శిలావరణము) ఆసక్తి జనకము అగుటకు ప్రబల కారణములు రెండు కలవు. అది మానవుల వసతి అగుట తొలి కారణము. వాతావరణ, జలావరణ, జీవావరణములు అను జంగమతమ, శక్తిమత్తమ భూమ్యావరణములు (మండలములు) నాలుగింటికి అది సన్నివేశన స్థలము అగుట మలి కారణము. ఈ నాలుగు ఆవరణముల పరస్పర క్రియా ప్రతిక్రియలే అనేక అద్భుత భూ సంఘటనలకు మూల కారణములు. ఈ సంఘటనలలో శేఖరీభూతమైనది జీవోత్పత్తి. అది భూమియందేకాదు, అశేష సౌర కుటుంబ వ్యవస్థయందు, యావత్ విశ్వమునందు కూడ అద్వితీయమైనది. జీవము భూ శాస్త్రముకంటె జీవశాస్త్రమునకే ఎక్కువగ సంబంధించిన సంఘటన. అయితే, పురా జీవమును గూర్చిన అధ్యయనము భూ శాస్త్రములో ఒక అంతర్భాగము. జీవశాస్త్రమునకు ప్రస్తుత జీవమే విచార విషయము.

జీవ సృష్టి రహస్యము నేటివరకు అగోచరమై ఉన్నది. సుదూర భావికాలమున కూడ దాని అంతు చిక్కునను ఆశ కనిపించదు. ఈ రహస్యమును భేదించుటకు దార్శనికులు, శాస్త్రజ్ఞులు, వైద్యవిద్యానిపుణులు, ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు, జ్యోతిశ్శాస్త్రజ్ఞులు, తదితర ప్రజ్ఞావంతులు ఎందరో అనాదిగా ప్రయత్నములు సలిపిరి; సలుపుచున్నారు. కాని, ఆదిలో ఆ ప్రయత్నములు చాలవరకు కాల్పనిక అభ్యుపగమమే మూలసూత్రముగ కొనసాగింపబడినవి. 19 వ శతాబ్ది చరమదశనుండి మాత్రమే అవేక్షణ, తర్కము, కార్యకారణ సంబంధము ప్రాతిపదికలుగా వైజ్ఞానిక సంప్రదాయ రీతిలో ఆ కృషి నిర్వహింపబడుట ప్రారంభమయ్యెను. అందువలన కూడ జీవోత్పత్తి, సృష్టి రహస్యములు వెల్లడి కాకపోయినను, ఆ పరిశోధనలు అవేక్షణాధారములైన కొన్ని అభిప్రాయములకు దోహదము చేసినవి. జీవము స్వయంజనకము అని విజ్ఞానుల ప్రస్తుత అభిప్రాయము. భూమిపై జడపదార్థము అనుకూలపరిస్థితులలో చైతన్యమయ జీవకములుగా పరిణమించి, జీవకములు కాలక్రమమున రాసాయనిక పరిణతిని పొంది, జీవోత్పత్తికి దారితీసి ఉండవచ్చునన్న సిద్ధాంతము బలపడినది. ఈ సిద్ధాంతము ప్రాయోగికముగ రుజువు కాకపోయినను, దాని శాస్త్రీయ అభ్యుపగమము వలన విలువైన ఫలితములు రెండు చేకూరినవి. అవి : 1. జీవోత్పత్తికి, మానవోదయమునకు, తదనుబంధ విషయములకు సంబంధించిన ప్రాచీన ధార్మిక భావనలకు స్వస్తి చెప్పబడుట; 2. భూతత్త్వ భూతకాలము తరబడి నేటివరకు జీవపరిణామము కొనసాగిన క్రమము వివరింపబడుట.

పురా జీవశాస్త్రము : యుగాయుగాల జీవక్రమమును అనుశీలించు శాస్త్రశాఖకు 'పురాజీవశాస్త్రము (పేలియంటాలజీ)' అని పేరు. వేలాది ఏండ్ల క్రితము భూస్థాపితములై ఆనాటి పంకములు, నేటి పంకశిలలు అయిన రాతి పొరలలో భద్రము చేయబడిన జీవుల శరీరావశేషములు పై అనుశీలనకు సాధనములుగ ఉపకరించును. అవి జీవము యొక్క చరిత్రనేకాక, సక్రమముగ పరిశీలించినచో స్థల సముద్ర వ్యాపనము, దేశదేశముల శీతోష్ణపరిస్థితులు, భూమి ఉపరితలము మీది ప్రశాంత పరిక్షోభ కాలములు, జీవవృద్ధి విజృంభించిన కాలములు మున్నగు అంశములతో కూడిన భూ భౌతిక చరిత్రను అవగాహన చేసికొనుటకు గూడ తగిన సూచనలు అందించును. ఈ అవశేషములు అనేక రూపములలో (ఉదా : అస్థిపంజరములు, ఎముకలు, చిప్పలు, తదితర కఠిన భాగములు) పొందుపరపబడి, చెక్కుచెదరక యథాతథముగ నిలిచి ఉండవచ్చును లేదా ఆకారము మాత్రము అట్టేపెట్టుకొని, రాసాయనిక ప్రతిష్ఠాపనము ద్వారా సంఘట్టనములో మార్పుచెంది, కేవలము ముద్రలుగానే నిలిచి ఉండవచ్చును. అప్పుడప్పుడు అవశేషములు పూర్తిగా దొరకక వాటిలోని భాగములు మాత్రమే లభించవచ్చును. జంత్వవశేషములవలె వృక్షావశేషములుకూడ పురాజీవశాస్త్రానుశీలనకు చాల ప్రయోజనకారులు. ఈ అవశేషములకు 'శిలాస్థు (పాసిల్)లు' అని పేరు.

శిలాస్థులు - భూ కాలమాపకములుగ వాటి ఉపయోగము : శిలలలో గర్భితములై ఉన్న శిలాస్థులు గుర్తింపబడిన పిదప, అదేమాదిరి శిలలు కల స్తరములలో సదృశ శిలాస్థుల కొరకు అన్వేషణ ప్రారంభమైనది. ఈ అన్వేషణలు, అవేక్షలు కాలక్రమమున ఒక ప్రత్యేక రకమునకు లేదా రకములకు చెందిన శిలాస్థులు అవి

ఏ యే శిలలలో అంతర్నిహితములై ఉండునో, ఆ యా శిలలకు విలక్షణములై ఉండునని రుజువుపరచినవి. కాబట్టి, అట్టి శిలాస్థులు ఇతరత్ర ఉన్న ప్రత్యేక శిలాగర్భములను గుర్తించుటకు సాధనములైనవి. ఉదా: ఒకే మాదిరి శిలాగర్భమున రెండు విభిన్న ప్రాంతములలో సర్వసమానములైన శిలాస్థి అవశేషములు కనిపించినచో, ఆ రెండు ప్రాంతములు ఒకే సముద్రము ద్వారా కలిసి ఉండెననియు, అచట ఆ శిలాస్థులు సూచించిన జీవుల మనుగడకు పరిస్థితులు అనుకూలములై ఉండెననియు ఊహింపవచ్చును.

కొన్ని రకముల శిలాస్థులతో కూడిన శిలా నిర్మాణములకు అడుగున కల మరికొన్ని శిలానిర్మాణములను పరీక్షింపగా అందలి శిలాస్థులు సరళతరరూపములు కల జీవుల ఉనికిని సూచించినవి. ఇటులనే ఆ పొరలకు పైనున్న శిలా నిర్మాణములలోని శిలాస్థులు క్రమముగా క్లిష్ట తర రూపములు కల జీవుల ఉనికిని తెలియపరచినవి. పంకశిలల పైనున్న పొరలలో అన్నిటికన్న మీదనున్న వాటిలో ఉన్నతతర జంతువుల అవశేషములే కాక, మానవుల అవశేషములు సైతము గోచరించినవి.

ఇటుల భూతకాల జీవావశేషములు భూతత్త్వ కాలమును విభజించుటకు ప్రాతిపదికలుగా ఉపయోగింపబడినవి. అయితే, భూమిపై జీవోత్పత్తి ప్రారంభమయిన నాటి నుండియే - విశేషించి జీవుల శరీరములలో కఠినాంగములు పెంపొంది, శిలాస్థీభవనము (ఫాసిలైజేషన్) సాధ్యమైన నాటినుండి మాత్రమే - శిలాస్థులను కాలమాపకములుగ వినియోగించుట సహేతుకము కాగలదు. భూ ప్రాదుర్భావమునకు, జీవోత్పత్తికి మధ్య కడచిన విస్తృతకాలమును ఒకే యుగముగా పరిగణించుట పరిపాటి. ఆ యుగమునకు అజీవక (ఆజోయిక్ లేదా ఆర్కెయిన్ లేదా ప్రొటోజోయిక్) యుగము అని పేరు.

తరువాతి యుగము ఉత్తరాజీవక (ప్రొటిరో జోయిక్) యుగము అనిరి. ఈ యుగమున రూపొందిన శిలలలో జీవుల ఉనికిని సూచించు నిదర్శనములు లేవు; ఒకవేళ ఉన్న వనుకొన్నను అవి అసందిగ్ధములు, నిర్దిష్టములు కావు. ఇందు జీవము కొన్ని సూక్ష్మజీవకముల రూపమున తప్పక అవతరించి ఉండునని విజ్ఞానుల విశ్వాసము. కాని, వాటి శరీరములలో గట్టి భాగములు కొరవడుటచే, వాటి శిలాస్థీభవనము అసంభవమై ఉండవచ్చును.

తరువాత చాలకాలమునకు తృతీయ యుగ ప్రారంభమున సముద్ర వృశ్చికముల కోవకు చెందిన కొన్ని జలచరములు రూపొందినవి. ఇవి తమ శరీరములపై గట్టి చిప్పలను అభివృద్ధి పరచుకొని, వాటి సహాయమున రక్షణ పొందుచు, తరచు సముద్రములో జీవించుచుండెను. అనతి కాలముననే క్లిష్టతరాకృతులు కల జీవులు కొన్ని ఉదయించినవి. ఈ యుగముననే తొలిసారిగ కొన్ని మత్స్య జాతులు, కొన్ని ఉభయచరములు (స్థల - జలచరములు) రూపుగొనినవి. వెన్నెముకతో పుట్టిన ప్రాణులలో మత్స్య జాతులే మొట్టమొదటివి. ఈ యుగమునకు ప్రాచీన జీవక (పేలియో జోయిక్) యుగము అని పేరు.

తరువాతి యుగము మధ్యమజీవక (మెసజోయిక్) యుగము. ఇందు ప్రకృతి పరిణామము ఒక వింత మార్గమును త్రొక్కి, తత్ఫలితముగ సరీసృప (రెప్టైల్) జాతికి చెందిన మహాకాయములు కల డైనాసరస్ (మహాగౌళి) వంటి విచిత్ర స్థల జంతువులు ఉద్భవించి, వేలాది ఏండ్లు యావత్ప్రపంచమున విశృంఖల విహారము సల్పినవి. అవి చేప (నీటిపాము, బల్లి) వలె గ్రుడ్లు పెట్టెడివి. కొన్ని 24 మీ. పొడవుండెడివని తెలియుచున్నది. వాటిలో కొన్ని శాకాహారులు, తక్కినవి సముద్రములో చొరబడి చేపలను తినుచుండెడివి. ఈ యుగమునకు సరీసృప యుగము అను నామాంతరము సార్థకమైనది.

తరువాతి వర్తమాన యుగమును నవజీవక (సీనోజోయిక్) యుగము అని అనెదరు. ఈ యుగారంభము నాటికి సరీసృప జాతి దాదాపు పూర్తిగా అంతరించినది. అవి: 1. భూమి ఉపరితలమున సంభవించిన మార్పులకు అనుగుణముగ తమ జీవన విధానములను మలచుకొనలేక పోవుట; 2. లఘు సంచరణమునకు వీలుకాని పెద్ద స్థూల కాయములు కలిగి, తమ్ముతాము రక్షించుకొనలేకపోవుట; 3. సంతానమును కని పెంచుటలో తగిన శ్రద్ధ చూపక పోవుట అను ప్రధాన కారణముల వలన అతివేగముగ అంతరించి ఉండును. ఈ యుగముననే సరీసృపజాతికి పూర్తిగా భిన్నమైన వేరొక ఉన్నత తరగతి జంతుజాతి ఆవిర్భవించినది. ఆ జాతి గ్రుడ్లుపెట్టుటకు బదులు నేరుగా పిల్లలను కనుటయేకాక, వాటికి పాలిచ్చి పెంచగల శక్తిని కూడ అలవరించికొనినది. ఆ జంతువులకు 'సస్తనము (మేమల్)' లు అని జాతినామము. సస్తనజాతి నేడు ప్రపంచమున తామరతంపరచెందినది. ఈ జాతిలో సంభవించిన అత్యుత్కృష్ట పరిణామ ఫలితముగ వానరునినుండి క్రమదశలో మానవజాతి కూడ అవతరించినది.

పై యుగములలోని ఉపవిభాగములకు అనువర్తించు వివరములు, వాటి కాలపరిమితులు, ఆ యుగములలో జీవించిన ప్రధానతమ జంతు, వృక్ష జాతులు పాఠకుల సౌకర్యార్థము కోష్టకరూపమున పొందుపరుపబడినవి.

యుగము	ఉపయుగము	యుగముల, ఉపయుగముల పరిమితి లక్షలపండ్లలో	నేటినుండి ఎన్ని లక్షల పండ్ల క్రిందట	ప్రధాన శిలాస్థులు
క్వాటర్నరి 1	ఇటీవల		0.01	సజీవ జంతువులు, మానవుడు అవతరించును.
	ప్లైస్టోసీన్	1	1	హిమప్రళయములలో అనేక సస్తనములు చనిపోవును.
టెర్షియరీ లేదా . నవజీవక 60 (సీనో జోయిక్)	ప్లైయోసీన్	110	120	సస్తనములు, మొలస్కాలు, పుష్పవృక్షములు ప్రాబల్యమును సంపాదించెను.
	మైయోసీన్	13	250	ఈ విభజనము మొల్లాస్కా ఉపజాతులలో సజీవములైన వాటికి,
	ఓలిగోసీన్	15	400	నశించినవాటికి మధ్యగల నిష్పత్తిమీద ; సస్తన ఉపజాతుల ఉనికి
	ఈయోసీన్	200	600	మీద చాలవరకు ఆధారపడినది.
సెకండరీ లేదా మెసజోయిక్ (మధ్యమజీవక) యుగము 120	క్రీటేషస్	500	1200	మహాకాయ సరీసృపములు, అమోనైట్లు ఈ ఉప యుగాంతమున అంతరించును. పూలమొక్కలు ప్రబలెను.
	జూరాసిక్	40	1500	అమోనైట్లు ప్రబలును ; తొలి పక్షులు, పూలమొక్కలు, సముద్రపు అర్చిన్‌లు.
	ట్రైయాసిక్	30	1800	అమోనైట్లు, సరీసృపములు, ఉభయచరములు ప్రబలును ; శుష్క శీతోష్ణస్థితి.
ప్రైమరీ లేదా, (పేలియో జోయిక్) పాచీన జీవక యుగము	పెర్మియన్	350	2150	దీని అంతమున ట్రిలోబైట్లు నశించిపోయెను.
	కార్బనీఫెరస్	600	2750	పెక్కు పూయని మొక్కలు, సరీసృపములు తొలిసారిగపుట్టెను.
	డెవోనియన్	500	3250	పగడపు పురుగులు, బ్రాగయోపాడ్‌లు ప్రబలెను ; తొలి ఉభయ చరములు, ఊపిరితిత్తి చేపలు పుట్టెను.
	సిలూరియన్	350	3600	దీనిచివర గ్రాప్టోలైట్లు అంతరించెను ; తొలిచేపలు, బహుశః తొలి స్థల వృక్షములు అవతరించెను.
	ఆర్డోవిషియన్	900	4500	ట్రిలోబైట్లు, గ్రాప్టోలైట్లు ప్రబలెను.
	కాంబ్రియన్	1500	6000	టిలోబైట్లు సంఖ్యలో పెరిగెను.
పూరాకాంబ్రియన్ ప్రాచీనజీవక (ప్రొటిరోజోయిక్)	పురాకాంబ్రియన్		15000	మృదుశరీరములు కల జంతువులు, మొక్కలు.
అజోయిక్ (అజీవక)	ఆర్క్యాయిన్		40,000	జీవరహితము

జీవపరిణామ చరిత్ర : జీవము క్రమపరిణతి చెందుటకు, భూతత్త్వ కాలమానముపొడవున జీవులు తమతమ జీవితపు అలవాటులను మార్చుకొనుటకు, కొన్ని జాతులు నామమాత్రావశిష్టములగుటకు, కొన్ని జాతులు వృద్ధి చెందుటకు గల నిమిత్తములను సంగ్రహముగ విచారితము.

భూమి ఉపరితల పరిస్థితులు గత కాలములో, వర్తమాన కాలములోవలెనే, ఏనాడును స్తంభించి స్థిరముగా ఉండి ఉండలేదనియు, అవి ఆదినుంచి సర్వదా చలన శీలములై, మార్పులకు చేర్పులకు లోనగుచుండినవనియు భూతత్త్వ చరిత్ర పరిశీలనమువలన విశదమగును. అయితే, ఈ మార్పులు చీమగంగాయాత్రవలె సాగినవని చెప్పవచ్చును ; నిజమునకు అవి కోట్లాది ఏండ్లు కడచిన గాని గుర్తింపునకు రానంత విలంబగతిలో జరిగినవి. పూర్వము భూతలము మీద క్వాచిత్కముగ భూకంపములు, అగ్నిపర్వత స్ఫోటనములు వంటి అసాధారణ సంఘటనలకు సదృశములైన మహావిపత్కర, ప్రచండ పరివర్తనములు సంఘటిల్లినవి. ఈ పరివర్తనములు పై రెండు సంఘటనలకంటె తీవ్రతరములే అయినను, వాటివలె హఠాత్ సంభవములు కాక

విస్తృత కాలవ్యవధులలో సంభవించెను. ఈ మార్పుల వలన భూగోళపు నైసర్గిక స్థితి పూర్తిగ తారుమారయ్యెను; నూతన పర్వత శ్రేణులు కొన్ని పైకి లేచెను; కొన్ని ఖండములలో విశాల భూభాగములు నీట మునిగిపోయెను. భూతత్త్వ కాలమానము పొడవున ఒక యుగము ముగిసి, తదుపరి యుగము ప్రారంభమగు సంధి కాలములో భూతలము మీద విస్తృత వ్యాప్తములైన ప్రధాన తమ పరివర్తనములు సంభవించినవని తెలియుచున్నది. ఉదా: 1. ప్రాచీన జీవకయుగావసానమున భూమి మహత్తర సంచలనములకు, ఆంతరంగిక సంక్షోభములకు గురియై, వాటి మూలమున యూరప్‌లో హెర్సినియన్ పర్వత శ్రేణియు, అమెరికాలో అపలాచియన్ పర్వతశ్రేణియు పైకి లేచినవి; 2. మధ్యమ జీవక, నవజీవక యుగసంధి బ్రహ్మాండములైన భూసంచలనములతో ఆరంభమయ్యెను; భారతదేశమున హిమాలయములు, దక్షిణ యూరప్‌లో ఆల్ప్సు పర్వతములు, ఉత్తర అమెరికాలో రాకీపర్వత పంక్తి, దక్షిణ అమెరికాలో ఆండిస్ పర్వతశ్రేణి ఆ కాలముననే పైకి లేవనారంభించినవి.

ఇట్టి ప్రపంచ పరివ్యాప్త సంఘటనలు సంభవించినపుడు వాటి ఒత్తిడులకు సజీవజంతుజాలముతో యావత్ భూగోళము తప్పక గురియై ఉండును. అందరాని అగాధములనుండి ఉన్నత పర్వత పంక్తులు పైకి పొడుచుకొని వచ్చుటవలననేమి, విశాల భూభాగములు సముద్ర గర్భమున మునిగిపోవుట వలననేమి జంతువుల జీవిత పరిస్థితులలో సహజముగ మార్పులు సంభవించి ఉండును. ఇంతేకాక స్థల, సముద్ర, పునర్వ్యాపనమువలన శీతోష్ణస్థితి ప్రభావితమై, అందువలన జీవులకు క్రొత్త పరిసర సన్నివేశములు కూడ ఏర్పడుట జరిగి ఉండును. తత్ఫలితముగ ఆనాడు బ్రతికియున్న జీవులు కొన్ని పరివర్తిత పరిస్థితులు ఎదుర్కొనలేక అంతరించినవి. మిగిలినవి తమ శరీరములలోను, జీవితాభ్యాసములలోను తగిన సవరణలు కొని తెచ్చుకొని, ఆ పరిస్థితులను అనుకూలపరచుకొనినవి.

పరిణామఘోరణులు : భూమిమీద మనగలిగిన జీవులు రూపొందుట ఆదిమ జీవచరిత్రములోని ప్రప్రథమ మహత్తర సంఘటన. ఏలన, ఆదిలో జీవోత్పత్తి కేవలము సముద్రముననే పరిమితమై జరిగినట్లు సూచనలు కలవు. ఇలపై జీవితమును తొలిసారిగ మొదలు పెట్టినవి వృక్ష జాతులు. ఈ సంఘటన బహుశా కాంబ్రియన్ (సిలూరియన్) యుగమున జరిగి ఉండవచ్చును; నాచు, నీటిప్రాచి, చిన్నచిన్న కలుపుమొక్కలు వంటి నీచతరగతి మొక్కలతో ఆరంభమై ఉండవచ్చును. తరువాత కార్బనీఫెరస్ యుగ ప్రాంతమున అవి (మొక్కలు) సంఖ్యలో విస్తరించుట, పెద్దపెద్ద ప్రదేశములలో (నేటి అడవులలో వలె) మూక ఉమ్మడిగ జీవించుట, 25 - 30 మీ. వరకు ఏపుగా పెరుగుట అలవరించికొని ఉండును. ఈ యథార్థమును నేలబొగ్గు గనులు రుజువుచేయుచున్నవి. ఆదిలో మొక్కలు జీవ బీజముల ద్వారానో లేదా నేటి అరటి చెట్లవలె తల్లిదుంప పిలకలుగ అంకురించుట ద్వారానో తమ జాతులను వృద్ధిపరచుకొనినవి. క్రీటేషస్ యుగమున, తదుపరికాలమున అవి పుష్పించుట, కాచుట, విత్తనములద్వారా మొలుచుట అవలంబించి, అభివృద్ధి చెందినవి. చిన్నవైన విత్తనములు చాల సులభముగా ఒక చోట నుండి మరొక చోటికి వ్యాప్తిజెంది అనుకూల వాతావరణ పరిస్థితులలో మహావృక్షములు అగుచుండెను. అందువలన విత్తనముల నుండి పుట్టిన వృక్షజాతులు తదితర జాతులపై ప్రాబల్యమును సంపాదించి, నేటివరకు దానిని నిలబెట్టుకొనగలిగినవి.

ఇటులనే ఆదిలో జంతువులు చిన్నవైనను, అవి తమ శరీరములపై గట్టి కవచములను ఏర్పరుచుకొని, రక్షణ కల్పించుకొన ప్రయత్నించినవి. కాంబ్రియన్ యుగమునాటి సముద్రపు జీవులలో పెద్దవైన ట్రిలోబైట్‌లు అరమీటరు కంటె ఎక్కువ పొడవైనవి కావు. ప్రాణుల శరీరమున కరచరణాది అవయవములు ఏర్పడుటకు కూడ చాల కాలము పట్టినది. మెదడు కేంద్రముగా గల ఒక నాడీ వ్యవస్థ వికాసము చెంది, దాని ద్వారా వివిధావయవముల ప్రవృత్తుల మధ్య సహకార సమన్వయములు సాధింపబడుటతో జీవులు తమ పరిణతిక్రమములో మరొక గొప్ప ముందడుగు వేసినవి.

నేలమీద మనగలుగు సామర్థ్యమును వికసింప జేసికొనుట తరువాతి దశ. ఇందు జంతువులకన్న మొక్కలు ముందంజవేసి, ప్రావీణ్యమును ఆర్జించినవని ఇప్పుడే చెప్పితిమి. జంతువులలో వెన్నముక ఏర్పడుట పరిణామములోని అనంతర మహత్తర లంఘనము.

పునరుత్పాదనయందు, శిశుపోషణయందు వచ్చిన పరివర్తనము ప్రకృతి సాధించిన మహత్తమ అద్భుత కృత్యములలో కడపటిదని చెప్పవచ్చును. రమారమి 15 కోట్ల ఏండ్లక్రితము ఆవిర్భవించిన సస్తనజాతి జంతుజాలము నేడు యావత్ ప్రపంచమున విస్తారాభివృద్ధి చెందుటకు వాటి మాతాశిశువాత్సల్య వికసనమే మూలకారణము.

ప్రపంచరంగమున మానవుని అవతరణమునకు దారి తీసిన టెర్షియరీ యుగమునాటి మేదో వికసనమే జీవ

పరిణామములోని ఇతర చారిత్రాత్మక ఘట్టము. పిథికాంత్రపస్ అనబడు జావా మానవుడే నిట్టనిలువుగ నడవగలిగిన ప్రాచీన తమ మానవుడు అని శాస్త్రవేత్తల విశ్వాసము. అతడు నేటికి 20 - 50 లక్షల ఏండ్లక్రితము వాడై ఉండవచ్చును. జావాలో కొన్ని శిలలలో యూజిన్ డూ బాయ్‌కు ఈ 'జావామనిషి' కపాలము 1891 లో దొరికినది. ఆనాడు అతడు ఆత్మ రక్షణకు, ఆహారమును సేకరించుకొనుటకు, ఆహారమును తీసికొనుటకు చేతులను ఉపయోగించుకొనెను; నిప్పు తయారు చేసికొనెను; తలదాచుకొనుటకు వసతిని నిర్మించుకొనెను. ఈ సామర్థ్యముల సహాయమున అతడు తరుచుగా తటస్థించుచుండిన ప్రకృతి సంక్షోభములకు బలియగుటకు బదులు పరిసర సన్నివేశమును అదుపులో పెట్టుకొనగలిగెను.

శిలావరణ గతిశాస్త్రము (జియొటెక్టొనిక్స్)

శిలావరణముకూడ తదితర భూమ్యావరణములవలె నిర్విరామచలనములకు, నిరంతర పరివర్తనములకు లోనగును. ఈ చలన పరివర్తనముల తీవ్రతలో నేమి, గతిలో నేమి శిలావరణపు వేరు వేరు పొరల మధ్య వ్యత్యాసములు చూపట్టవచ్చును. కాని, చలన పరివర్తనములు అన్నవి ఏ పొరలోను అసలు ఉండకపోవు. ఇది ఒక సార్వత్రిక నియమము. నక్షత్రములు, గ్రహములు వంటి పెద్ద మూర్తులే కాదు, చివరకు పరమాణువులు సైతము ఈ నియమమునకు లోనై ఉండును.

జగతిలో ఏవేని రెండు బిందువుల మధ్య శక్తిలో గాని, ద్రవ్యములో గాని లేదా ఆ రెండింటిలో గాని ఏర్పడు అసమతాస్థితియే ఆ రెండు బిందువుల మధ్య చలన పరివర్తనములకు కారణము. ఆ బిందువులలో ఒకటి రెండవదానికంటె కొంత ఎగువన ఉన్నదనుకొందము. వెంటనే రెండింటి మధ్య సమతాస్థితిని నెలకొల్పుటకు ద్రవ్యము లేదా శక్తి ఎగువనుండి దిగువకు కదలుట ప్రారంభమగును. ఏ విధమైన క్షోభ్యము లేకున్నచో కొంత సేపటికి దిగువకు తరలిపోయిన ద్రవ్యము లేదా శక్తి ఆ రెండు బిందువుల మధ్య సమతాస్థితిని సంస్థాపించును. కాని, సాధారణముగ ప్రక్రియల క్లిష్టతవలన ఏ ప్రతిక్రియ కానిండు, ఏ చలనము కానిండు కడముట్ట కొనసాగదు; మధ్యంతర లేదా అప్రధానకర్తల క్షోభ్యము ఎల్లప్పుడు ఏదో విధమున ఉండనే ఉండును. అందువలన ఆ ప్రక్రియా తీవ్రతలోను, దిశలోను సవరణయో, మార్పో తప్పనిసరిగా తటస్థించును. తత్ఫలితముగ ఒక విషయమున గూడ సమతాస్థితి నెలకొల్పబడకముందే క్రొత్త క్రొత్త అసమతాస్థితులు కల్పింపబడుట జరుగును. అథవా పైన చెప్పిన చలనము కడవరకు కొనసాగినదనియే అనుకొందము. అప్పుడు కూడ ఆ ప్రత్యేక సన్నివేశమున సంస్థాపితమైన సమతాస్థితి ఇతర సన్నివేశములలోను, దిశలలోను అంతవరకు నెలకొనబోవు సమతాస్థితిని భంగపరచి, నూతన అసమతా స్థితులను సృజింపక మానదు. ఇటుల చలన పరివర్తనములు యావత్ విశ్వమునకు, అందొక భాగమైన శిలావరణమునకు నిరంతర సంఘటనలు.

శిలావరణము తన ఉపరితలమున వాతావరణ, జలావరణ, జీవావరణములతోను, తన అడుగున వేష్టనపు పై పొరతోను భౌతికముగ సంసర్గము కలిగి ఉన్నదని తెలిసికొంటిమి కదా! ఈ నాలిగిటి సంఘట్టనము, శక్తి పరిస్థితులు, చలనత, పరిసర సన్నివేశములు తనవాటికంటె వ్యత్యస్తములుగ ఉండుటవలన అది తన రెండువైపుల అత్యధికమైన అసమతాస్థితిని ఎదుర్కొనుచు, చలన పరివర్తనముల సాయమున సమతాస్థితిని సాధించుటకు అవిచ్ఛిన్నముగ ప్రయత్నించుచుండును.

ఉపరితలమున సంభవించు వాటితో ప్రారంభించి, శిలావరణపు అట్ట అడుగు పొరలవరకు సంభవించు ఆ చలన పరివర్తనములను స్థూలముగ క్రింది రీతిని వర్గీకరింపవచ్చును:

ప్రాంతీయ చలనములు: ఉపరితలమువద్ద గాని, తత్సమీపమున గాని సంభవించు పరిధీయ లేదా పార్శ్వీయ చలనములు. ఉదా: చూర్ణీభవనము, క్షరణము, సూపర్ జీన్ సాధనముల ద్వారా జరుగు రవాణా, నిక్షేపములు. ఇది బహిరుత్పన్న (ఎక్సోజెనిక్) ఆవృత్తి.

పెద్దతరహా చలనములు: ఉపరితలమువద్ద గాని, తత్సమీపమున గాని సంభవించు ఊర్ధ్వ లేదా పార్శ్వీయ చలనములు. ఉదా: సముద్రములో నీటిమట్టము పెరుగుట, తరుగుట; తత్ఫలితముగ కోస్తాలు ముంపుదెబ్బ తినుట. ఇవి ఖండోత్పాదక (ఎపిరోజెనిక్) చలనములు.

నడుమంతరపు లోతుల వద్ద ప్రాంతీయ చలనములు: ఉదా: భూకంపములు, ఆగ్నేయ ప్రవృత్తి, అగ్నిపర్వత స్ఫోటనములు, నేల కృంగిపోవుట; భూ పృష్ఠములో నడుమంతరపు లోతులనుండి విస్తారపు లోతులవరకు సంభవించు సంవహనాత్మక (కన్వెక్షనల్), ఊర్ధ్వ లేదా పార్శ్వీయచలనములు: ఉదా: ముడుతలు, స్తరచ్యుతులు, పర్వతోత్పాదన. ఇవి పర్వతోత్పాదక (ఆరోజెనిక్), టెక్టోనిక్ చలనములు. క్రిందిపొర మట్టమున

సంభవించు క్షితిజ (పరిధీయ) చలనములు; ఉదా: ఖండ గమనములు; క్రింది పొరమట్టమున సంభవించు పెద్దతరహా చలనములు; ఉదా: ఐసోస్టాటిక్ చలనములు.

బహిరుత్పన్న ఆవృత్తి (ఎక్సోజెనిక్ సైకిల్): భూమి ఉపరితలము సర్వత్ర ఏకరూపముగ, నునుపుగ లేదు; సముద్రముల, లోయల, గుట్టల, పర్వతముల మూలమున నిమ్నోన్నతా వైవిధ్యమును కలిగి ఉన్నది. కాబట్టి, భూమి మెరక పల్లములను సవరించి తన ఉపరితలమును చదును చేయుటకు దానితో ప్రత్యక్ష సంసర్గము కల నీరు, గాలి, జీవులు - వీటిద్వారా నిరంతర ప్రయత్నము కొనసాగించును.

చూర్ణీకరణము: పర్వతములు, శిలలు సర్వదా శీతోష్ణములకు గురియై వాటివలన సంకోచ వ్యాకోచములను పొంది, తత్ఫలితముగ పగిలిపోవుచుండును. ఇటుల శిలలలో ఏర్పడిన పగుళ్ళ, సందుల ద్వారా నీరు, గాలి శిలలలోనికి చొచ్చుకొనిపోయి, వాటిని విసంయోజించి, సూక్ష్మశకలములుగను, ఇసుకగను విఘటించును. ఈ శిథిల ద్రవ్యములు వాన నీటివలన క్రిందికి కొట్టుకొనిపోగా, శిలలు మరల వాయూష్ణ జలముల ప్రవృత్తికి లోనగును. పై శిథిల ద్రవ్యములలో కొంతభాగము వాననీటిలో కరగిపోవును; మిగిలిన భాగము బురదగా నీటిలో తేలుచుండును. వాననీటిని గ్రహించి నదులు పల్లపు మైదానములలో పారునపుడు నదీవేగము మందగించి, నీటిలోని బురద కొంత నదీగర్భమున నిక్షేపింపబడును. తక్కిన బురద, విలీనలవణములు నదీజలముతో సహా సముద్రమున కలియును.

ఇటుల కొన్ని యుగములలో పర్వతములు తరిగి, తరిగి హరించిపోవుటయు, పంకరాశులు వచ్చి పడుటవలన గుండములు పూడ్చబడుటయు జరుగును. మైదానములు గనుక సముద్రపు మట్టమునకు ఎగువగనున్నచో అవి కూడ సముద్రములోనికి కొట్టుకొనిపోవును. కాని, ఈ ప్రక్రియ ఇచట ఉన్నత పర్వతములలోవలె గాక చాల మందకొడిగా సాగును. ఇదే విధమున శీతలమండలములలో హిమపాతము కూడ పర్వతములను క్రమక్రమముగ బండ, గులకరాళ్ళుగ పగులగొట్టి హరించివేయును.

ఖండోత్పాదక చలనములు: చూర్ణీకరణము, శిథిల ద్రవ్యముల రవాణా నిక్షేపణములు జరుగు తొలి దశలలో సముద్రగర్భములు కొంచెము కొంచెముగ క్రుంగుచు, అదనముగ వచ్చి పడుచున్న పంకములకు చోటు చూపింప యత్నించును. అటులనే క్షరణమువలన తమ ఎత్తు తరగిపోకుండ పర్వతములు కూడ మెల్లమెల్లగా పెరుగ నుంకించును. అప్పుడప్పుడు సముద్రమున నీటి మట్టము పెరిగి, ఖండాంతర తీరభూములు నీట మునిగి పోవును లేదా సముద్రపు నీరు కొంత ఇంకి, కోస్తాలు సాపేక్షముగ ఎత్తు అగుటకు, ఖండాంతర నిమ్నోన్నతలు ఏర్పడుటకు దారితీయును.

పర్వతోత్పాదక (ఆరోజెనిక్) చలనములు: సముద్రమున భారీమొత్తములో పంకము రాశీభూత మగునపుడు దాని అపరిమిత భారప్రేపములకు సముద్ర గర్భము మీది సమతాస్థితి సహజముగ దెబ్బతినును. ఈ భారప్రేపములకు సముద్రగర్భము తట్టుకొన యత్నించినను, అది దాని సామర్థ్యమునకు అతీతమగును. ఇటుల భంగపడిన సమతాస్థితిని, స్థైర్యమును తిరిగి నెలకొల్పుటకు నేల లోలోపలి పొరలలో కొంత సంచలనము బయలుదేరును; అనగా భూపృష్ఠమున పెద్దఎత్తున విక్షేపక చలనములు ప్రారంభమగును. తత్ఫలితముగ పంకములు సాంద్రీకరింపబడి, సంకుచింపబడి, ముడవబడి, సముద్ర మట్టముపైకి ఉద్ధరింపబడి, తదుపరి నూతనోన్నత పర్వతములుగా రూపొందింపబడును. భూపృష్ఠముపై ఒక ప్రాంతమున సంభవించు ఈ సంకోచ చలనములు సహజముగ వేరొక ప్రాంతమున తన్యతా (టెన్షన్) వ్యాకోచములను పుట్టించి, అచట భూమి క్రుంగి, నూతన సముద్రము ఏర్పడుటకు దోహదము చేయును.

సాంద్రీకరణము, నిర్జలీకరణము, ప్రారంభక స్ఫటికీకరణము అను ప్రక్రియల ద్వారా పంకములు శిలలుగా పరివర్తనము చెందు తొలి దశలకు 'డయాజెనిసిస్' అని పేరు. తీవ్రతర సంకోచనము, వ్యావర్తనము (ఫోల్డింగ్), ఉద్ధరణము ఆ శిలలను రూపాంతరతను పొందించును. ఈ సంఘటనకు పర్వతోత్పత్తి (ఆరోజెనీ) అని పేరు. సుదీర్ఘమైన భూగోళ చరిత్రలో ప్రధాన పర్వతోత్పత్తులు నాలుగు గుర్తింపబడినవి: 1. ఆల్ప్స్ - హిమాలయ పర్వతోత్పత్తి: ప్రారంభము మధ్యమ జీవక యుగాంతమున (టెర్షియరీ నుండి ఇటీవలి వరకు); 2. హెర్సినియన్ పర్వతోత్పత్తి: ప్రారంభము ప్రాచీన జీవక యుగాంతమున; 3. కాలిడోనియన్ పర్వతోత్పత్తి: ప్రారంభము ఉత్తరా జీవక యుగాంతమున; 4. ప్రథమ జీవకయుగ పర్వతోత్పత్తులు: ఇవి బహుశా పెక్కుసారులు మరల మరల జరిగి ఉండును. అయితే, వాటి సంఖ్యను ఖచ్చితముగా నిర్ణయించుట కష్టము. ఉదా: ఒక్క భారతదేశమున నే పురాకాంబ్రియన్ యుగములో క్రింది మూడు పర్వతోత్పాదక ఆవృత్తులు సంభవించి ఉండవచ్చునని తోచుచున్నది: 1. ధార్వార్ పర్వతోత్పత్తి (ప్రాచీనతమ పంకములు ఉత్క్షేపింపబడి

నవి) - కాలము ఉరమరికగ 230 - 260 కోట్ల ఏండ్ల క్రితము. ప్రాంతము: మైసూరు; 2. తూర్పు కనుముల ఉత్పత్తి (పంకములు ముడుతల రూపమున ఉత్క్షేపింపబడినవి; గ్రానైట్, చార్నొకైట్ శిలలు అందు చొరబడినవి) - కాలము - ఉరమరికగ 150 - 250 కోట్ల ఏండ్ల క్రితము. ప్రాంతము: ద్వీపకల్పపు తూర్పు కోస్తా; 3. సాత్పూరాపర్వతోత్పత్తి: కాలము ఉరమరికగ 90 - 100 కోట్ల ఏండ్ల క్రితము. ప్రాంతము: మధ్యప్రదేశ్.

పైన పేర్కొనిన (భారతదేశములోని) ప్రాచీనతమ పంకశిలల కంటె కూడ బహు ప్రాచీనములైన పంకశిలలు కొన్ని ఇతర దేశములందు కనుగొనబడినవి. ఉదా: ఆఫ్రికాదేశములలోని కొన్ని శిలల వయస్సు 350 కోట్ల ఏండ్లు అని అంచనా వేయబడినది. దానిని బట్టి ప్రథమ జీవక, అజీవక యుగములలో మూడు, నాలుగు కంటె ఎక్కువసార్లే పర్వతోత్పాదన జరిగి ఉండవచ్చునని గ్రహింపవచ్చును.

ఇంతవరకు తెలియవచ్చిన పర్వతోత్పత్తులను, వాటి కాలములను అంచనాకట్టు రేడియోమాపక పద్ధతులను ఆధారముగ చేసికొని, సాధారణముగ సుమారు 20 కోట్ల ఏండ్ల నిర్దిష్టకాల వ్యవధులలో పర్వతోత్పాదక చలనములు తటస్థింపవచ్చుననియు, అవి ప్రతిపర్యాయము ఒకేచోట గాక, ప్రపంచములోని వేరు వేరు ప్రాంతములలో సంభవించుననియు భూతత్త్వ విజ్ఞానుల అభిప్రాయము.

పర్వతోత్పాదన సమయమున ఆగ్నేయ ప్రవృత్తి: శిలావరణపు అడుగు పొరలు ఆగ్నేయ ప్రవృత్తికి లోబడినపుడు, ఆ తలముల వద్ద శక్తి (తాపగతి) శాస్త్ర సమతాస్థితి భంగపడి, తత్ఫలితముగ జనించు అపారతాపమునకు అచటి శిలలు కరగి, మాగ్మా అని వ్యవహరింపబడు తప్త శిలాద్రవ్యము తయారై, అది పై పొరలలోనికి, అప్పుడప్పుడు భూమి ఉపరితలము మీదికి సైతము త్రోసికొని వచ్చుట జరుగును. ఇటుల వచ్చుటలో మాగ్మా తన తాపక్రమమును, ప్రేషమును కోలుపోయి, ఘనీభవించి, అగ్ని శిలలుగా పర్యవసించును. పూర్వపు పరిసర శిలలు తమ గుండా పై పొరలలోనికి మాగ్మా చొచ్చుకొని వచ్చుట వలన వేడెక్కి, ఆంశికముగ కరగి, రూపాంతరతను పొంది, తాపక్రమము తగ్గిన తరువాత రూపాంతర శిలలుగ పునస్స్ఫటికీకరించును.

మాగ్మా భూ పృష్ఠమున కొంత లోతుననే ఘనీభవింపగా ఏర్పడు శిలలు 'ఆగంతుక (ఇన్‌ట్రూజివ్) శిలలు' అనియు, భూమి ఉపరితలము మీదికి త్రోసికొని వచ్చి, పొర్లి ఘనీభవింపగా ఏర్పడు శిలలు 'అగ్నిపర్వత శిలలు' అనియు వ్యవహరింపబడును.

భూకంపములు: పర్వతోత్పాదన జరుగు ఈ ప్రాంతములలో ఆకస్మిక ప్రచండ భూకంపములు కూడ తరుచుగ సంభవింపవచ్చును; భారీ ఉత్క్షేపములు, ముడుతలు, స్తరచ్యుతులు మున్నగు సంఘటనల ద్వారా అసమతాస్థితిని చక్కబరచుటకు భూ పృష్ఠమున విక్షేపక చలనములు కూడ తటస్థింపవచ్చును [చూ. భూకంపములు].

చదునైన ప్రదేశములలో కూడ భూమి కంపించుట కద్దు. కాని, అట్టి భూకంపములు చాల అరుదు. పృష్ఠము యొక్క పై పొరలలో స్థానికముగ జరుగు చిల్లర సర్దుబాటుల వలన ఈ కంపములు పుట్టును. వాటివలన ప్రమాదము కూడ అంతగా కలుగదు. ఈ సంఘటనను భూమి అదురుట యని అనుట యుక్తము. ఈ అదురుపాటును పర్వతోత్పాదక, టెక్టోనిక్ కారణములవలన కలుగు భూకంపమే అనుకొని కలవర పడ నక్కరలేదు. ఉదా: ఆంధ్రలో ఒంగోలు, విజయనగర ప్రాంతములలో భూమి అదిరినట్లు వార్తలు వినవచ్చినవి. విజయనగరమున సంభవించినట్లు చెప్పబడిన ఈ కంపనములు అచటికి 60 కి. మీ. దూరమున కల విశాఖపట్టణమునందు సైతము గుర్తుపట్టరాకుండెను. ఇటీవల మద్రాసు సమీపమున తాంబరములో కూడ ఇటులనే భూమి పెక్కుసారులు అదిరినది.

ఖండగమనము: నేడు మనము ఖండములు అని వ్యవహరించుచున్న సువిశాల భూభాగములు అన్నియు ఆదిలో ఒకే పెద్ద భూభాగముగ ఉండెననియు, అది కాలక్రమమున బద్దలై ఖండములుగా చీలి, విడివిడిగా దూరదూరముగా కొట్టుకొని పోయెననియు ఒక వాదము కలదు. దీనిని మొదట ప్రతిపాదించినది ఆల్‌ఫ్రెడ్ లూతర్ వెగెనర్.

భూమి ఖండములుగ చీలిపోవుటకు ముందు దాని ఉపరితలమునంతటిని గ్రానైట్ (తెల్లశానపు రాయి) కవచము పూర్తిగా ఆవరించి ఉండెననియు; భూ పరిభ్రమణము పర్యవసానముగ జనించిన కేంద్రాపసారి బలము బహుశః ప్రాచీన జీవక యుగ ప్రారంభమునుండి యావద్భూగోళమును ఏక ఖండముగ కూడగట్టి ఉంచెననియు; తదుపరి మధ్యమ జీవక యుగ ప్రారంభమున పైన చెప్పిన కేంద్రాపసారి బలప్రభావముననే ఆ ఖండము ప్రస్తుత ఖండముల క్రింద, ద్వీపముల క్రింద విడిపోయి, మెల్లగా నేడున్న స్థానములకు చేరి ఉండవచ్చుననియు వెగెనర్ సిద్ధాంత సారాంశము. అమెరికా ఖండముల

తూరుపుటంచు (తీరము) ఆఫ్రికా పడమటి అంచులో ఇమిడికగా అమరిపోవుట ఈ వాదమునకు ఉపపత్తి బలము చేకూర్చెనని భూతత్త్వ విజ్ఞానులు అనేకులు సంతృప్తిపడిరి. అటులనే ఆఫ్రికా ఆగ్నేయపుటంచులో భారతద్వీపకల్పభాగము, ఆస్ట్రేలియా పడమటి అంచు కలిసి కొంత అసమగ్రముగనైన ఇమిడికగ అమరు చున్నవి.

వెలుగులోనికి వచ్చిననాటినుండి, నేటివరకు ఈ వాదము వైకల్పికముగ విమర్శింపబడుట, ఆమోదింపబడుట పరిపాటి అయ్యెను. అలవికాని అనేక భూతార్థములను సమర్థించుటకు ఉత్సాహపడుటలో కొంతవరకు దాని లోపములు బయటపడినవి. అయితే, ఖండగమనము అను మూలభావన మాత్రము తీవ్ర ఆక్షేపణకు గురి కాలేదు. భారతదేశము, ఆఫ్రికా, దక్షిణ అమెరికా ఒకప్పుడు సమీపస్థములై ఉండితీరవలెనని చూపుటకు ప్రబల నిదర్శనములు కలవు. ఈ మూడు విశాల ఖండాంతర ప్రదేశముల లోను కల శిలలు, శిలాస్థులు, ఆర్థిక ఖనిజ నిక్షేపములు, అనేక తదితర లక్షణములు ఎంత గాఢతాదాత్మ్యమును పొంది ఉన్నవనగా మనము ఖండగమన వాదమును విస ర్జించితిమేని, పైన చెప్పిన విలక్షణతాదాత్మ్యమును సమర్థింపగల వేరొక వాదము కొరకు వెదుకవలసివచ్చును.

ఖండగమనమును రుజువుచేయుటకు ప్రత్యక్ష నిదర్శనములు లేవు. ఉపలబ్ధములైన కొన్ని అస్పష్టవైఖరులనుండి భూ తత్త్వభూతకాలమున ఏమి జరిగియుండవచ్చునో ఊహించికొనుట తప్ప మార్గాంతరము కనిపించదు. భూతత్త్వకాలమానము పొడవున భూమిలో నేమి, భూ పృష్ఠముపై నేమి బ్రహ్మాండమైన ఎత్తున అనేక సంచలనములు పౌనః పున్యముగ తటస్థించినవని భూతత్త్వ చరిత్ర నివేదించుచున్నది. అయితే, ఇచట ఒక విషయము చాల గమనార్హము. ఈ చలన పరివర్తనముల గతిని కొలుచుటకు శతాబ్దములే కాదు, వేలాది సంవత్సరములు సైతము చాల సంతటి స్వల్పకాల మానములు అని గ్రహించినచో పై సంఘటనలు ఎంతమందకొడిగా సాగినవో ఊహింపవచ్చును. అవి పూర్తి అగుటకు కోట్లకొలది ఏండ్లు పట్టియుండునని తెలిసికొనుట ముఖ్యము. కాబట్టి, ఖండగమనము ఒక అసాధ్య సంఘటనయని భావింపనక్కరలేదు. అది రమారమి 20 - 40 కోట్ల ఏండ్లలో సంభవించి ఉండవచ్చుననుటలో విప్రతిపత్తి కనిపించదు. నిజమునకు భారతదేశము ఉత్తర దిశకు కదలిపోవుట, ఆ దేశము మధ్యమ జీవకయుగము చివరికాలమునుండి అధక్షేపణమునకు గురియగుట అను రెండు ప్రధాన సంఘటనల పర్యవసానముగా హిమాలయములు ఉద్గమించినవని విజ్ఞానుల విశ్వాసము. ఉత్తరమునకు జరుగుచు తన్ను సమీపింపబోవు భారత భూభాగమును బలిష్ఠమైన టిబెట్ పీఠభూమి ప్రతిఘటించి ఉండవచ్చును. తత్ఫలితముగ టెతిస్ సముద్రములోని మృదు పంకములు అణగద్రొక్కబడి, ముడుతలుపడి, తుదకు హిమాలయముల రూపమున ఉత్క్షేపింపబడి ఉండవచ్చునని ఊహింపనగును.

ఇటుల ఖండగమన సంఘటన (ఇందుకు హేతుభూతములైన శక్తులు భూ పృష్ఠము అడుగున ఉండవచ్చును) భూమిలో సాపేక్షముగ కొంత తక్కువ లోతులలో కల సిలికా - అల్యూమినా, సిలికా - మగ్నీషియా మండలముల లేదా గ్రానైట్ - బసాల్ట్ పొరల పర్వతోత్పాదక చలనములతో పెనవేసికొనబడినది కావచ్చును.

ఆర్థిక భూ శాస్త్రము

ఆర్థికముగ ప్రాముఖ్యము కల ఖనిజ నిక్షేపముల అనుశీలనము ఆర్థిక భూ శాస్త్రము అనబడును. ఒకే ఖనిజము గాని, కొన్ని ఖనిజవర్గములు గాని ఒకచోట ప్రోగుపడి ఉన్నపుడు ఆ రాశికి ఖనిజ నిక్షేపము అని పేరు. ఏ ప్రక్రియలు శిలల నిర్మాణమునకు దారితీయునో, సరిగా ఆ ప్రక్రియల మూలముననే ఖనిజ నిక్షేపములు కూడ రూపొందును. కాబట్టి ఈ అర్థమున అవి కూడ శిలలే. నిజమునకు వాటికి శిలలతోను, శిలా నిర్మాణక ద్రవ్యములతోను ఔత్పత్తిక సంబంధము కలదు. అందువలన కేవల భూతత్త్వ శాస్త్ర దృష్ట్యా వాటి విషయమున ప్రత్యేక శ్రద్ధ చూప బనిలేదు. అయితే, ఈ ఖనిజ నిక్షేపములలో దొరకు పలురకముల ఖనిజములు మానవునకు, నవీన నాగరకతకు అత్యంతోపయుక్తములు. కనుక వాటి ప్రాధాన్యము, విలువ మానవుని తదన్వేషణకు ప్రోత్సహించినది.

ఖనిజ నిక్షేపముల నిర్మాణ రీతులు : శిలలవలెనే ఖనిజ నిక్షేపములు కూడ ఆగ్నేయ, పంకీభవన, రూపాంతరీకరణ ప్రక్రియలు అనబడు మూడు ప్రధాన ప్రక్రియల ద్వారా రూపొందును.

ఆగ్నేయ ప్రక్రియలు : మాగ్మా అనబడు తప్తశిలా ద్రవ్యము చల్లారునపుడు క్రోమైట్, ఇల్మెనైట్, మాగ్నటైట్, అపటైట్, జిర్కాన్, బెరిల్ వంటి ఖనిజములు పైరోక్సీనులు, ఆంఫిబోల్‌లు, అభ్రకములు, ఫెల్డ్‌స్పార్‌లు వంటి సాధారణ శిలానిర్మాణక ఖనిజములతో సహా స్ఫటికీకరించును. తరుచుగ ఇవి చాల సూక్ష్మరాశులలోనే

అగ్నిశిలలలో ఆనుషంగికద్రవ్యముల రూపమున ఉండును. అయితే, ఈ ఖనిజములు ఏ యే ఘటకములతో నిర్మితము లగునో, ఆ యా ప్రత్యేక ఘటకములు మాగ్మాలో పుష్కలముగ ఉన్నపుడు, పరిసర సన్నివేశము కూడ అనుకూలపడినపుడు అవి క్వాచిత్కముగా విస్తారరాశులలో ఉండుట కూడ కలదు. ఖనిజ నిక్షేపములు - అవి ఏర్పడు నప్పటి మాగ్మా స్ఫటికీకరణదశను, అవి స్వీకరించు రూపమును పట్టి - క్రింద చెప్పిన మూడు ప్రధాన తరగతులుగ వింగడింపబడును.

మాగ్మా విస్తరణములు : ఇవి ముందుగా రూపొందిన ఖనిజములు తన అడుగునకు దిగి స్థిరపడకముందే మాగ్మా ఘనీభవించునపుడు ఏర్పడు నిక్షేపములు.

మాగ్మా వియోజనములు : ఇవి పై ఖనిజములు మాగ్మా అడుగునకు దిగి స్థిరపడి, పొరలు పొరలుగా ఏర్పడినపుడు రూపొందు నిక్షేపములు.

మాగ్మా ఇంజక్షన్‌లు : ఇవి ఒకప్పుడు ఆంశికముగ ఘనీభవించిన మాగ్మా గట్టిగా అదుమబడి, ఆ ప్రదేశము నుండి మీదికి పోయి, పరిస్థితులు అనుకూలపడిన వేరొక చోట స్ఫటికీకరింపగా ఏర్పడిన నిక్షేపములు.

మరికొన్ని సందర్భములలో మాగ్మాలోని బాష్పశీల (ఆవిరియగు) ఘటకములు కొన్ని ధాతుమూల ద్రవ్యములతో సహా అవశిష్టద్రావణములలో సాంద్రీకరింపబడవచ్చును. ఈ ద్రావణముల బాష్పతన్యత (వేపర్ టెన్షన్) అపరిమితముగ పెరుగుటవలన జనక అగ్నిశిలల పైకప్పు బ్రద్దలయి, ద్రావణములు పైకి పొడుచుకొని వచ్చి, భూమి ఉపరితలము క్రింద వేరు వేరు లోతులలో సాపేక్షముగ చల్లని తావులలో స్ఫటికీకరించి, ఖనిజ నిక్షేపములుగ రూపొందవచ్చును. అవి మాగ్మానుండి విడిపోవునపుడు మాగ్మాయొక్క భౌతిక, రాసాయనిక పరిస్థితులను పట్టి పైరోమెటాసోమాటిక్ నిక్షేపములు, పెగ్మటైట్ నిక్షేపములు, హైడ్రోథెర్మల్ (తాపజల) నిక్షేపములు అను మూడు వర్గములుగ ఏర్పడును. హైడ్రో థెర్మల్ నిక్షేపములలో మూడు ఉపవర్గములు కూడ కలవు. అది హైపోథెర్మల్ (అధిక తాప), మెసోథెర్మల్ (మధ్యమతాప), ఎపిథెర్మల్ (అల్పతాప) నిక్షేపములు.

ఈ వివిధ రకముల నిక్షేపములలో తరుచుగా చేరి ఉండు ప్రధాన ఖనిజములు ; మాగ్మా వియోజనములు : క్రోమైట్, ప్లాటినమ్, మాగ్నటైట్ ; మాగ్మా ఇంజక్షన్‌లు : కోబాల్ట్ - నికెల్, మాగ్నటైట్, ఇల్మెనైట్ ; మాగ్మావిస్తరణములు : వజ్రములు ; పైరోమెటాసోమాటిక్ నిక్షేపములు: మాగ్నటైట్, సల్ఫైడ్‌లు, అపటైట్ ; పెగ్మటైట్ నిక్షేపములు : అభ్రకము, ఫెల్డ్‌స్పార్, క్వార్ట్జ్, బెరిల్, సమర్‌స్కైట్, పిచ్‌బ్లెండ్ ; హైపో థెర్మల్ నిక్షేపములు : బంగారము, రాగి, పైరిటీస్, తగరము, టంగ్‌స్టన్, మొలిబ్డినమ్ ; మెసోథెర్మల్ నిక్షేపములు : రాగి, సీసము, జింకు, వెనేడియమ్, బిస్మత్తు, అంటిమోని, ఆర్సెనిక్ ; ఎపి థెర్మల్ నిక్షేపములు : వెండి, బంగారము (టెల్లూరైడ్స్), పాదరసము, ఆర్సెనిక్, అంటిమోని, బిస్మత్తు; నీచతాపక్రమ (టెలిథెర్మల్) నిక్షేపములు : బారిటీస్, ఆస్‌బెస్టాస్, టాల్క్, కాల్సైట్, మాగ్నసైట్ మొదలగునవి.

పంకీ భవన ప్రక్రియలు : ఇవి ప్రధానముగ యాంత్రికములు, రాసాయనికములు అని రెండు విధములు. యాంత్రిక ప్రక్రియలు రెండు రకములైన నిక్షేపములకు దారితీయును.

అవశిష్ట నిక్షేపములు : వడియగట్టబడి, జల ప్రసరణము ద్వారా ద్రావ్యఘటకములు పూర్తిగా కొట్టుకొని పోగా, మిగిలిన ప్రతిరోధక కఠిన ఖనిజములు ప్రోగు పడుటవలన ఏర్పడినవి [చూ. పంకశిలలు].

ప్లాసర్ నిక్షేపములు : శిథిలములైన మూలశిలల నుండి విడివడిన మొండి ఖనిజములు వాననీటికి కొట్టుకొని పోయి, వేరొకచోట మేటవేయగ ఏర్పడినవి.

రాసాయనిక ప్రక్రియలలో వ్యత్యస్త భౌతిక, రాసాయనిక పరిస్థితులలో జరుగు వాటివలన ద్రావణములనుండి లేదా నీళ్ళనుండి అద్రావ్యములు అవక్షేపింపబడుటవలన పలురకముల నిక్షేపములు రూపొందును. అప్పుడప్పుడు ఉప్పునీళ్ళనుండి నీరు పూర్తిగా ఇగిరిపోగా, అవశిష్ట లవణములు లవణ నిక్షేపములుగ తయారగును.

పంకీభవనమువలన ఏర్పడు నిక్షేపములలోని ప్రధాన రకములు, వాటిలోని ఖనిజములు ; అవశిష్ట నిక్షేపములు : బాక్సైట్, లాటరైట్ ; ప్లాసర్ నిక్షేపములు : బంగారము, ఇల్మెనైట్, మాగ్నటైట్, మోనజైట్, గార్నెట్, వజ్రములు, కెంపు, తగరము (కాసిటరైట్) ; రాసాయనిక అవక్షేపణము : ఇనుము, మాంగనీస్, ముడి ఖనిజములు, సున్నపురాళ్ళు, ఫాస్ఫేట్‌లు, నేలబొగ్గు, చమురు ; బాష్పీభవన నిక్షేపములు : ఉప్పు, జిప్సమ్, పొటాష్‌లవణములు ; రూపాంతరిత నిక్షేపములు : గ్రాఫైట్, సిల్లిమనైట్, కయానైట్, ఆస్‌బెస్టాస్ (క్వాచిత్కముగ), టాల్క్.

ఖనిజ నిక్షేపముల రూప రచనా రీతులు : మాగ్మా నుండి రూపొందిన ఖనిజ నిక్షేపముల రూప రచనలు

తరుచుగ అతి సంకీర్ణములై ఉండును. వాటి రీతులను సరిగా ఊహించి చెప్పుట కష్టసాధ్యము; ఏలన, వాటికి, వాటి జనక శిలలకు మధ్య రూపరచనా రీతులకు సంబంధించి నంతవరకు సాధర్మ్యము అంతగా ఉండదు. జనకశిలలతో ఏదో కొంత నిర్మాణ సంబంధము (ఉదా: పొరలు, దళములుగ ఏర్పడుట) కలిగినవి ఒక్క మాగ్మా వియోజనములు మాత్రమే.

మాగ్మా ఇంజక్షన్‌ల, సంపర్క మెటాసొమాటిక్ నిక్షేపముల, పెగ్మటైట్‌ల, హైడ్రో తెర్మల్ నిక్షేపముల రూపరచనా రీతులు తరుచుగ ఆ నిక్షేపములకు ప్రభవ స్థానములగు జనక శిలలచే గాకుండ, ఆశ్రయ శిలలలోని పగుళ్ళు, చీలికలు మొదలగు రంధ్రముల స్వభావము చేతనే చాలవరకు నియంత్రింపబడును. ఈ రంధ్రముల నుండియే ఖనిజీకరణ ద్రావణము ఆశ్రయ శిలలలోనికి ప్రవహించును. ఈ రంధ్రముల స్వభావములను అనుసరించి, నిక్షేపములు వరుసవాడి తప్పిన ఆకృతులను (ఉదా: సంపర్క మెటాసొమాటిక్ నిక్షేపములు) గాని; కటకములు, రేఖలు, చారలు వంటి ఆకారములను (ఉదా: పెగ్మటైట్‌లు) గాని స్వీకరింపవచ్చును. ఈ నిక్షేపముల ఆకార, పరిమాణములను సహేతుకముగ ఊహించుట కష్టసాధ్యము. హైడ్రో తెర్మల్ నిక్షేపములు మాత్రము అట్లుకాక, కనీసము తులనాత్మకముగనైన, ఆకారములో నేమి, అవిచ్ఛిన్నతలో నేమి తరుచుగ క్రమబద్ధములై ఉండును. అయితే, వాటిలో కూడ పైనుండి లోతుకు పోయిన కొలది ముడి ఖనిజము ఒకే మాదిరిగ ఉండక పోవచ్చును. ప్రేషము, తాపక్రమము తక్కువగ ఉండు పరిస్థితులలో రూపొందు పెక్కు నిక్షేపములు కేవలము అప్పటికి ఉన్న పగుళ్ళను మాత్రమే నింపును. ఇవి పగులు నింపు నిక్షేపములు అని పేర్కొనబడును. పోతే, ఉన్నత ప్రేష తాపక్రమములలో రూపుగొను నిక్షేపములు ఆశ్రయ శిలలలోని ఖాళీస్థలములను నింపుటతో ఊరకుండవు; శిలల గోడలతో ప్రతికరించి, వాటిని విలీనముచేసి, ఆ ఖాళీ స్థలములలో నూతన ఖనిజములను నింపును. ఇటుల ఏర్పడిన వాటికి ప్రతిస్థాపననిక్షేపములు అని పేరు. ఆశ్రయ శిలలు ప్రతిక్రియలకు, ప్రతిస్థాపనములకు వశ్యములైనపుడు ఈ నిక్షేపములు రూపొందుట జరుగును.

ధాతూత్పత్తి యుగములు, ప్రదేశములు : ఖనిజ నిక్షేపములు ఆగ్నేయ ప్రవృత్తి వలన గాని, పంకీభవనము వలన గాని, రూపాంతరీకరణము వలన గాని నిర్మింపబడుటచే ఖనిజీభవనమునకు ఈ మూడు ప్రక్రియలతో దేశ కాలములు రెండిటితో సన్నిహిత సంబంధము ఉండక తప్పదను విషయము సుస్పష్టము. ప్రతి ఆగ్నేయ ప్రవృత్తి లేదా ప్రతి పంకీభవన, రూపాంతరీకరణ సంఘటనలు ఖనిజ నిక్షేపముల నిర్మాణమునకు అవశ్యము దారితీసినవని చెప్ప వలనుపడదు. అయితే, అన్ని యుగములలో ఈ ప్రక్రియలు శిలల నిర్మాణముతోపాటు విస్తృత ఖనిజీభవనమునకు గూడ హేతుభూతములయ్యెనని భూ పరిశోధనలవలన విశదమగును.

ఏదో ఒకరకమునకు చెందిన అట్టి విస్తృత ఖనిజ నిక్షేపముల నిర్మాణము జరిగిన యుగములు ధాతూత్పత్తి యుగములు అనియు, అట్టి ప్రాంతములు ధాతూత్పత్తి ప్రదేశములు అనియు వ్యవహృతములగుట పరిపాటి. ప్రపంచమున గల ఖనిజ నిక్షేపములు అన్నియు అట్టి ధాతూత్పత్తి యుగములకు విధిగా చెందకపోవచ్చును. కాని, వాటిలో చాల నిక్షేపములు అట్టి నిర్ణీత ధాతుజని యుగములకు చెందినవని చెప్పవచ్చును. పురాకాంబ్రియన్, ప్రాచీన జీవక, మధ్యమ జీవక, టెర్షియరీ యుగములకు చెందిన కొన్ని ప్రధాన ధాతూత్పత్తి యుగములు దిగువ ప్రస్తావింపబడును.

పురాకాంబ్రియన్ యుగము : ఇందు భూ పృష్ఠము యావత్ప్రపంచమున అత్యాశ్చర్యకరమైన వైరూప్యమును పొందినది. ఆగ్నేయ, పంకీభవన, రూపాంతరీకరణ ప్రక్రియల ఆవృత్తులు పౌనఃపున్యముగ సంభవించి, పెక్కుసార్లు ఖనిజీకరణము కొనసాగినది. ఇనుము, మాంగనీస్, క్రోమియమ్, బంగారము, రాగి, టైటానియమ్ సేకరణకు ప్రపంచమున నేడు అందుబడియగు విస్తార నిక్షేపములలో అనేకములు ఈ యుగమున రూపొందినవే.

యునైటెడ్ స్టేట్స్‌కు చెందిన న్యూ మెక్సికో, ఆరిజోనా రాష్ట్రములలోని బంగారు నిక్షేపములు; సుపీరియర్ సరస్సు ప్రాంతములోని ఇనుప ముడిఖనిజ నిక్షేపములు; కెనడాకు చెందిన ఒంటారియో రాష్ట్రములోని జగత్ప్రసిద్ధ సువర్ణ నిక్షేపములు; క్విబెక్ రాష్ట్రములోని విస్తృతమ ఇల్మెనైట్ నిక్షేపములు పురాకాంబ్రియన్ యుగమున రూపొందినవి. ఇటులనే ఆఫ్రికా, ఆస్ట్రేలియా, దక్షిణ అమెరికా ఖండములలోని బంగారు నిక్షేపములు, బ్రెజిల్ దేశపు మాంగనీస్ నిక్షేపములు కూడ ఆ యుగము నాటివే యని రుజువైనవి.

భారతదేశమున బీహారు, ఒరిస్సా, మధ్యప్రదేశ్, మైసూరు రాష్ట్రములలోని ఇనుప ముడిఖనిజ నిక్షేపములు; మధ్యప్రదేశ్, ఒరిస్సా, ఆంధ్రప్రదేశములలోని మాంగనీస్ నిక్షేపములు ఆర్కెయిన్ యుగములో పంకీభవనమువలన రూపొందినవియే అగుట నిస్సంశయము. మైసూరు, ఆంధ్ర

రాష్ట్రములలోని బంగారు నిక్షేపములు; బీహారు, ఒరిస్సా రాష్ట్రములలోని క్రోమైట్ నిక్షేపములు; ఆంధ్ర, బీహారు, రాజస్తాన్, మైసూరు రాష్ట్రములలోని రాగి నిక్షేపములు పురాకాంబ్రియన్ యుగములోని ఉపయుగములలోని ఆగ్నేయ ప్రవృత్తివలన ఏర్పడినవి కావచ్చును. భారత దేశపు తూర్పు కోస్తా పొడవున కొండలైట్ శిలాశ్రేణిలో కనబడు గ్రాఫైట్ నిక్షేపములు; అస్సాము, బీహారు, ఒరిస్సా రాష్ట్రములలోని సిల్లిమనైట్, కయనైట్ నిక్షేపములు ఈ యుగమునాటి రూపాంతరీకరణ ప్రక్రియల యొక్క ఉపయుక్త ఉత్పన్నములేయని భావింపవచ్చును. ఆంధ్ర, మధ్యప్రదేశ్ రాష్ట్రములలోని వజ్ర నిక్షేపములు; రాజస్తాన్‌లోని జింకు, సీసముల నిక్షేపములు బహుశా ఉత్తరాజీవకయుగము నాటివి కావచ్చును.

ప్రాచీన జీవక యుగము : ప్రాచీన జీవకయుగము పురాకాంబ్రియన్ యుగముకంటె తక్కువ ప్రాధాన్యము కలది. అయితే, ఆ యుగాంత సమయమున మాత్రము యూరప్‌లో విస్తృతమైన హెర్సినియన్ పర్వత నిర్మాణము జరిగి, ఆ యా దేశములలో తగరము, రాగి, జింకు, సీసము, వెండి ధాతువుల ఖనిజీకరణమునకు మార్గమేర్పడినది. ఈ యుగమున భారతదేశమున జరిగిన ప్రధానతమ సంఘటన దామోదర, మహానదీ, గోదావరీ లోయలలోని అత్యుత్తమమైన నేలబొగ్గు నిర్మాణము.

మధ్యమ జీవక యుగము : ఈ యుగము యూరప్‌లో ఓలైట్ సున్నపురాళ్ళనుండి భారీ ఎత్తున జరిగిన ఇనుప ఖనిజముల నిక్షేపణము వలన, అమెరికాలో జరిగిన ఆగ్నేయ ప్రవృత్తివలన విలక్షణమైనది. భారతదేశమున ఈ యుగమున ఆగ్నేయ, పంకీభవన ప్రక్రియలు రెండును జరిగినను ఖనిజీకరణము చెప్పుకోదగినంతగా లేదు.

టెర్షియరీ యుగము : ఈ యుగమున ప్రపంచమున అనేక దేశములలో ఖనిజీకరణము చాల సంపన్నముగా జరిగినది. ఉదా: 1. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని సుప్రసిద్ధ ఫోర్ఫిరీ రాగి నిక్షేపములు; 2. గ్రీస్, టర్కీ దేశములలోని క్రోమైట్ నిక్షేపములు; 3. స్పెయిన్‌లోని జగత్ప్రసిద్ధ అల్మడెన్ పాదరస నిక్షేపములు. ఈ యుగమున భారతదేశమున జరిగిన ప్రధాన నిర్వాహము చమురు, లిగ్నైట్ క్షేత్రములు.

భూ శాస్త్రము - వినియోగములు

భూ శాస్త్రము ఒక విశిష్ట శాస్త్ర ప్రతిపత్తిని పొంది అభివృద్ధి చెందకమునుపే, ఆ విజ్ఞానము పలువిధముల వినియోగింపబడుచు వచ్చినది. నిజమునకు ఈ శాస్త్రము కేవల జిజ్ఞాసకన్న వినియోగావశ్యకమును బట్టియే పురోగమించినదని చెప్పవచ్చును. ఆ వినియోగములలో ప్రధానములైన వాటి గూర్చి తెలిసికొందము.

ఖనిజ అన్వేషణ - భూతత్త్వ పద్ధతులు : శిలలు, ఖనిజములు, ఖనిజ నిక్షేపములు ఒకే మాదిరి భూతత్త్వ ప్రక్రియలను అనుసరించి రూపొందునని చూచితిమి [చూ. పు. 144]. కనుక ఖనిజ నిక్షేపములు ఏ యే శిలలలో రూపుగొనునో, ఆ యా శిలలకు ఆ యా ఖనిజములతో ఉత్పత్తి లేదా నిర్మాణ రీత్యా సంబంధము ఉండక తప్పదు. అందువలన ఒక ప్రాంతముయొక్క భూతత్త్వ శాస్త్రీయ సమాచార వివరములు తగినంతగ లభించినచో, ఆ ప్రాంతమున ఖనిజ నిక్షేపములు ఏర్పడిన తావులను సహేతుకముగ, కొంతవరకు రూఢిగ నిర్దేశింప వచ్చును, ఇందుకు అనుసరింపదగు చర్యలు :

జియలాజికల్ సర్వే - మాపింగ్ : ఇందు భూతత్త్వ శాస్త్ర రీత్యా క్షేత్ర పరిశోధనలు జరిపి, ఖనిజముల అన్వేషణకు అవసరపడు సమాచారములు సేకరించి, వాటి పరస్పర సంబంధములను తెలియపరచు పటములు తయారు చేయబడుట జరుగును.

నిక్షేపముల స్థాన నిర్దేశము : భూ తలముపై ముడుతలు, స్తరచ్యుతులు, ఆ రెండిటి కలయికలు, అగ్నిశిలా సంపర్కములు ఇత్యాదులు కల ప్రాంతములలో ఖనిజీభవనము జరుగుటకు సంభావ్యత ఉండును. అట్టి ప్రాంతములను పై పటములోని నిశితాంశములను బట్టి చూచాయగ, అనుమానాస్పదముగ సూచింపవచ్చును. పిదప అట్టి ప్రదేశములలో గోతులు, కందకములు త్రవ్వియో, తొలిచియో నిక్షేపముల ఉనికిని నిర్దేశింప సాధ్యమగును.

నమూనాల పరీక్షణము : నిక్షేపముల స్వభావము, నాణ్యము, పరిమాణమును మదింపు వేయుట; వాటి త్రవ్వకము లాభసాటియగునో కాదో తెల్సుకొనుట చాల అవసరము. ఇందుకు ఆ ప్రాంతమున నిర్ణీత అంతరములలో మచ్చులు తీసి, విశ్లేషణ చేసి పరీక్షింపవలసి ఉండును.

నిల్వల అంచనా : నిక్షేపములు కల ప్రాంతపు వైశాల్యము, లోతు,ముడిఖనిజముల నాణ్యము కనుగొనిన

పిదప, అచట లభింప గల ఖనిజరాశుల మొత్తములు అంచనావేయబడును; ఆ నిక్షేపముల త్రవ్వకము కార్యకరమో, కాదో నిర్ణయింపబడును.

ఖనిజ అన్వేషణకు భూతత్త్వ పద్ధతులేకాక భూ భౌతిక, భూ రాసాయనిక పద్ధతులు కూడ ప్రయోగింపబడును. ఉపరితలము మీద దృశ్యాంశగా గోచరింపని నిక్షేపముల అన్వేషణకు ఆ రెండు పద్ధతులు విశేష సహాయకారులు. నిక్షేపముల లోతు అంతగా లేనపుడు, అవి అంతర్జలములకు చేరువ చేరువగ కూడ ఉన్నపుడు భూ రాసాయనిక పద్ధతులు [చూ. ఖనిజ అన్వేషణ, భూరాసాయనిక పద్ధతులు] చక్కగా ఉపకరించును. పోతే, గణనీయమైన లోతులలో కల నిక్షేపముల ఉనికిని కనుగొనుటకు భూ భౌతిక పద్ధతులు [చూ. ఖనిజ అన్వేషణ, భూ భౌతిక పద్ధతులు] శరణ్యములు. అయితే, ప్రయోగఫలితములను సరిగా అవగాహన చేసికొన గలిగినపుడే ఈ పద్ధతులు ఫలప్రదములు కాగలవు.

ఖనిజముల త్రవ్వకము: భూ శాస్త్రము గనుల నుండి ముడి ఖనిజములను త్రవ్వి తీయుటలో కూడ వినియోగపడును. ఖనిజముల స్వభావ ప్రావీణ్యములను బట్టియే త్రవ్వకపు పద్ధతులను నిర్ణయింపవలసి ఉండును. ఉదా: చాల లోతులలో ఉన్న నిక్షేపములకు గది-స్తంభము పద్ధతి, నిడివిగోడ పద్ధతి వంటి పద్ధతులు కార్యకరములు. ఉపరితల సమీపమున ఉండు విస్తృత నిక్షేపములకు క్వారీ పద్ధతులు చాల అనుకూల పడును [చూ. ఖని పరిశ్రమ].

గని నుండి వెలువరించిన ముడి ఖనిజ మిశ్రమునుండి వ్యక్తిగత ఖనిజములను గ్రహించుటకు అనువైన పృథక్కరణ, సాంద్రీకరణ పద్ధతులను సూచించుటలో కూడ ఆ ఖనిజములకు సంబంధించిన భూ విజ్ఞానము వినియోగపడగలదు.

నిర్మాణములు - స్థల నిర్దేశము: ఆనకట్టలు, డాములు, రైల్వే మార్గములు, వంతెనలు, సొరంగములు మున్నగు నిర్మాణములకు స్థలనిర్ణయము చేయుటలో భూ శాస్త్ర పరిజ్ఞానము ఎంత అత్యావశ్యకమో వర్తమాన శతాబ్ద ప్రారంభము వరకు గుర్తింపబడలేదనియే చెప్ప నగును. పెక్కు వంతెనలు కూలిపోయిన తరువాతనే, చక్కగా నిర్మింపబడిన డాములు కొన్ని వంగి, పగిలి నిష్ప్రయోజనములైన పిమ్మటనే, నిర్మాణ స్థలముల ఎన్నిక లోపభూయిష్ఠము అగుటవలననే, ఆ కట్టడములు చెడి పోయినవని గుర్తించి, ఇంజనీరులు భూ శాస్త్రవేత్తలతో సంప్రతించిన పిదపనే స్థలమును ఎన్నిక చేయు సంప్రదాయమును ఆచరణలోనికి తెచ్చిరి. ఈ విషయమున అనేక దేశములలో అనేక సందర్భములలో లబ్ధప్రతిష్ఠులైన భూ శాస్త్ర వేత్తల సలహాలు సత్ఫలితము లిచ్చినవి. కాబట్టి ఏ సాంకేతిక నిర్మాణ పథకమునకైన ముందుగా ఒక భూ శాస్త్రీయ నివేదికను తెప్పించుట నేడు పరిపాటి. ఆంధ్రలో నాగార్జునసాగరు, శ్రీశైలము ప్రాజెక్టుల స్థలనిర్ణయము నందే కాక, నిర్మాణ సమయమున ఉత్పన్నములైన ఇతర విషయములలో కూడ భూ శాస్త్రీయ సలహాలు ఎంతగానో ఉపకరించినవి.

నీటి - సరఫరా (పంట నీరు): మంచినీటి సరఫరా నేడొక మహత్తర సమస్యగా పరిణమించినది. నీటి ఎద్దడి ప్రాంతములలో ఈ సమస్య మరింత విషమించినది. దీనిని పరిష్కరించుటకు అంతర్గత జలములకు సంబంధించిన భూ విజ్ఞానము వినియోగపడగలదు. మద్రాసు రాష్ట్రమున, కావేరీ డెల్టా ప్రాంతమున పాతాళగంగ నిధుల అన్వేషణ ప్రస్తుతము (1968) ఐ. రా. స. ప్రత్యేక కార్యక్రమమున అంతర్భాగముగ జరుగుచున్నవి. ఈ అన్వేషణలో గొట్టపు నూతులు దింపి ఆ నేలల అడుగు పొరలలో జలనిధుల రాశిని భూ శాస్త్ర రీత్యా అంచనాలు వేసి, ఆ సమాచారమును రైతులకు అందచేయుటకు సిద్ధపరచు చున్నారు. ఇట్లే భారతప్రభుత్వ పరముగ ఎక్స్‌ప్లోరేటరీ ట్యూబ్ వెల్ ఆర్గనైజేషన్ వ్యవస్థ ఒకటి దేశమున పలు చోట్ల పాతాళగంగను గూర్చి అన్వేషణలు జరుపు చున్నది.

రక్షణ, సైనిక ఇంజనీరింగు కృషి: ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున రక్షణకృషిలో కూడ భూ శాస్త్రము తన వినియోగితను నిరూపించుకొనినది. పురోగమన సమయమున శత్రుసీమల భౌతిక స్వభావములను, తిరోగమించుటకు తన ప్రాంతపు భూ భౌతిక లక్షణము లును సైనికులకు అవగతములై ఉండుట అత్యవసరము. అందువలన సైన్యము ఆ యా ప్రాంతములలో అందుబడి యగు వనరులను పూర్తిగ వినియోగించుకొనగలుగును; కాపుదల లేనిచోట చిక్కి నశించిపోవుట నివారించుకొన గలుగును. సైనిక కార్యకలాపముల యోజనకు; రోడ్లు, విమానాశ్రయములు, దండయాత్ర మార్గములు, రక్షణ వసతులు, పురోగమనస్థావరములు మున్నగు నిర్మాణము లకు ఆ యా ప్రదేశముల మంచిచెడ్డల గమనిక అనివార్య మైనది.

అందువలన వర్తమానములో మునుపటివలె భూ తత్త్వ విజ్ఞాని ఏకాంతప్రదేశమున కూర్చుండి భూ ప్రాదుర్భావము వంటి అపరిష్కృత సమస్యలను గూర్చి తదేకనిష్ఠతో ఆలో

చించుకొనుటయే తన విద్యుక్త ధర్మముగ భావింప వీలు పడదు ; ఖనిజముల అన్వేషణలోను, సాధనలోను చురుకుగ పాల్గొనుట, ఇంజనీరింగు సాంకేతిక ప్రాజెక్టులకు ఉపదేష్టగ వ్యవహరించుట వంటి గురుతర కర్తవ్యముల నిర్వహణకు అతడు పరాయణుడు కాక తప్పదు. అరణ్య ప్రదేశము లలో జియలాజికల్ మాప్‌లను తయారుచేయు అనూచాన పద్ధతికే కాక, భూ శాస్త్రము యాంత్రిక యుద్ధతంత్రము నకు సైతము ఉపకరింపగలుగుటకు కారణము అది తన ప్రాధాన్యమునందు, యుద్ధతంత్రరీత్యా తనకు కల విలువ యందు సాధించిన అతిత్వరితమయిన అద్భుత పురోగతి.

భారత భూతత్త్వ చరిత్ర సంగ్రహము

భారత భూతత్త్వ చరిత్ర అనేక ప్రధాన భూతత్త్వ యుగములతో, సంఘటనలతో విలక్షణమైనది. నైసర్గిక స్వరూపమును బట్టి దేశమును స్థూలముగ 1. ద్వీపకల్పము ; 2. సింధు - గంగా మైదానము ; 3. ఉత్తర పర్వతకూటమి అను మూడు సుస్పష్ట మండలములుగ విభజింపవచ్చును. ఈ విభజనము ప్రకృతి స్వరూపము, నిర్మాణము, నేలపొరల తరగతి మొదలైన భూతత్త్వ విషయముల దృష్ట్యా కూడ సమర్థనీయముగ కనిపించుచున్నది.

ద్వీపకల్పము (ద్వీపకల్ప కవచము) : ఇది యొక పెద్ద ప్రాచీన భూభాగము ; మనకు తెలిసిన దానిని బట్టి ఆదిమ భూమండలము (ఇట్టిది అసలు ఉండి ఉన్నచో) నందు ఒక ఖండమై ఉండి తీరవలెను. ఏలన, ఇది భూతత్త్వ కాలమానము ప్రకారము అతి ప్రాచీనములైన శిలా సముదాయములతో సంఘటితమై ఉన్నది. కొన్ని ప్రాంతము లలో ఈ శిలాశ్రేణిపై తదనంతర కాలమున ఏర్పడిన శిలలు కూడ లేకపోలేదు.

ద్వీపకల్పము చాలవరకు ఆర్కేయిన్ శిలలతో నింప బడినది. తదుపరి అందులోని ప్రాంతములు కొన్ని క్రుంగిపోయి, కడప, వింధ్య పల్లపు నేలలు ఏర్పడి ఉండవలెను. ఇంకను తరువాతి కాలమున సంఘటిల్లిన స్థానిక భూ సంచ లనముల వలన ప్రస్తుత గోదావరీ, మహానదీ, దామోదర నదీ లోయల వెంబడి నేల పగిలి, క్రుంగి, ఆ పగులు లోయ లలో ప్రాచీన, మధ్యమ జీవక యుగములనాటి శిలలు నిక్షేపింపబడినవి. ఆ శిలలు మధ్యప్రదేశ్ రాష్ట్రములో ప్రాచీన కాలమున గోండులు అను గిరిజనుల దేశమందు తొలిసారిగ మెడ్లికాట్ చే అనుశీలింపబడినవి కాబట్టి ఆశిలా సమూహమునకు 'గోండ్వానా వ్యవస్థ' అని పేరు వచ్చినది.

గోండ్వానాశిలాయుగము ముగిసిన తోడనే, క్రీటేషస్, ఆయోసీన్ యుగములలో ద్వీపకల్పము విస్తృతముగ అగ్ని పర్వత స్ఫోటనములకు గురియయ్యెను. ఆ సమయమున దట్టమైన లావా ప్రవహించి రమారమి 3 లక్షల చ. కి. మీ. మేరలో నేల దక్కన్ ట్రాప్ అనబడు నల్లశానాపు రాయిలో మునిగిపోయెను. టెర్షియరీయుగమున కోస్తా ప్రాంతములు మాత్రమే క్రుంగినవి ; తీరజలములలోనే శిలలు నిక్షేపింపబడినవి.

భారతదేశపు ఖనిజసంపదలో విశేషభాగము పురా కాంబ్రియన్ నిర్మాణములనుండియే లభించుచున్నది. ఇనుము, మాంగనీస్, రాగి, బంగారము, క్రోమైట్, ఇల్మెనైట్, అభ్రకము ఆర్కేయిన్ కాలపు శిలలనుండి లభింపగా ; కడప, వింధ్యకాలపు శిలలనుండి, తత్తుల్యముల నుండి రాగి, జింకు, సీసము, వజ్రములు, బారిటిన్, ఆస్బెస్టాస్, టాల్క్ మున్నగునవి చేకూరుచున్నవి. గోండ్వానా టెర్షియరీ శిలలు సంయుక్తముగ దేశపు బొగ్గు, చమురు వనరులకు కారకములు అని తెలియవచ్చినది. దక్కన్ ట్రాప్‌లు కొన్ని బాక్సైట్ నిక్షేపములు మినహా ఖనిజ సంపదకు ఎట్టి నిర్వాహము చేయలేదనియే చెప్పవచ్చును.

సింధు - గంగామైదానము : ఇది ఆదిలో ఒక అగాధ గుండము. ఇటీవల అనతికాలముననే పంకిభవనము వలన నింపబడినది. అనగా ఉత్తరపర్వత కూటమికి, ద్వీపకల్పమునకు నడుమ గల దీనిని ఉత్తర దక్షిణపు మిట్టల నుండి పారు నదులు ఒండ్రు మట్టిని తెచ్చి, పల్లములను నింపి సారవంతమైన మైదానముగ నిర్మించినవి. హిమాలయ ప్రదేశము పైకెగసినపుడు దిగబడిన ప్రదేశము సింధు - గంగామైదానము అని కొందరి ఉద్దేశము. ఇది ఉత్తర దక్షిణ దిశలలో పర్వతములు ఉద్భవించిన తరుణమున ఏర్పడిన పగులులోయ (రిఫ్ట్ వాలి) అని కొందరి విశ్వాసము.

ఉత్తర పర్వత కూటమి : ఇది తులనాత్మకముగ చాల తరుణవయస్కమైన భూ భాగము ; టెర్షియరీ యుగమునకు ముందున్న భూతత్త్వకాలమానము పొడవున నీటమునిగి ఉండి, ఆ యుగముననే బ్రహ్మాండమైన పర్వత పంక్తిగా పైకెగసి వచ్చినదని, ఇప్పటికిని పైకెగయుచుండ వచ్చునని శాస్త్రవేత్తల అభిప్రాయము.

ఉత్తర పర్వతప్రాంతము అద్యతన భూతత్త్వ కాల ములో టెక్టోనిక్ చలనములకు లోనైనదని, సాపేక్షముగ అది ఒక అస్థిరప్రాంతమని ఆ ప్రాంతములలో ఇప్పటికిని తరుచుగా పుట్టు భూకంపముల వలన విశదమగును. ఈ

పర్వతపంక్తి మొదటినుండి తుదివరకు ఒక విస్పష్టమైన వక్ర రేఖీయ (కర్విలీనియర్) ప్రవృత్తిని ప్రదర్శించును. అందలి వక్రీయచాపములు ద్వీపకల్పము దిశకే ఉబ్బెత్తుగా ఉండుట ఒక విశేషము [చూ. ఖండగమనము - పు. 124].

ఏవో కొన్ని భాగములు మినహా హిమాలయ ప్రాంతము దాని దుష్ప్రవేశ్యతవలన, విపరీత శీతలస్థితివలన సవివరముగ పరిశోధింపబడలేదు; అందుగల ఆర్థిక ఖనిజ శక్మతల విచారణ కూడ జరుగలేదు.

భారత దేశము - భూ విజ్ఞాన వికాసము

భారత జియలాజికల్ సర్వే సంస్థ: కలకత్తాలో 1840 లో ఒక భూ విజ్ఞాన ప్రదర్శనశాల నెలకొల్పబడుటతో భారతదేశమున భూ విజ్ఞాన వికాసమునకు అంకురార్పణ జరిగినది. తదుపరి 1851 లో 'భారత జియలాజికల్ సర్వే సంస్థ' ఆవిర్భవించినది; తామస్ ఓల్డ్‌హామ్ అందు మొట్టమొదటి ఉద్యోగిగ నియుక్తుడయ్యెను. 1856 నాటికి అది ఒక నియంత్రణాధికారి (డైరక్టర్) అధీనమున క్రమబద్ధమైన ఒక ప్రభుత్వశాఖగా వ్యవస్థీకృతమయ్యెను. తొలిదినములలో ఈ సంస్థ చాల చిన్నశాఖ; అయినను జియలాజికల్ మాప్‌ల నిర్మాణము, ఖనిజ అన్వేషణ, భూతత్త్వ విజ్ఞాన బోధన, ఖని పరిశ్రమ వంటి అనేక ప్రయోజనకర విధులను నిర్వర్తించుచుండెను. ప్రస్తుత శతాబ్ద ప్రారంభమునాటికి అభినివిష్టులైన సుప్రసిద్ధ భూ శాస్త్రవేత్తలు అందు మార్గదర్శకమైన అమోఘ కృషి చేసిరి. వీరిలో దాదాపు ఎల్లరును బ్రిటీషు జాతీయులే.

ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధము ముగియు (1945) వరకు ఆ సంస్థలో పనిచేయు అధికారుల సంఖ్య 35 కు మించలేదు. స్వాతంత్ర్య సిద్ధికి పిదప అందు పెద్ద ఎత్తున విస్తరణ జరిగినది. ప్రస్తుతము వేయికి పైచిలుకు భూతత్త్వ విజ్ఞానులు, శతాధిక భూ భౌతిక శాస్త్రవేత్తలు ఈ సంస్థలో అవిరళ కృషి సాగించుచున్నారు. ఒక శతాబ్దికాలము (1851 నుండి 1951 వరకు) సిబ్బందిలో అత్యధిక సంఖ్యాకులు పాశ్చాత్య భూ శాస్త్రవేత్తలే ఉండిరి; ప్రముఖ పదవులను అలంకరించిన భారతీయులు కొద్ది మందిలో ప్రప్రథముడు పి. ఎన్. బోస్; నియంత్రణాధికారి పదవిని చేపట్టిన ప్రథమ భారతీయుడు ఎమ్. ఎస్. కృష్ణన్. 1955 నుండి అది పూర్తిగా భారతీయ సిబ్బందితోనే పనిచేయుచున్నది.

సంస్థాన జియలాజికల్ సర్వే సంస్థలు: బ్రిటీషు సామ్రాజ్య ప్రభుత్వము భారత జియలాజికల్ సర్వే సంస్థను నెలకొల్పినపిదప హైదరాబాదు, మైసూరు, తిరువాన్కూరు మొదలైన కొన్ని స్వదేశ సంస్థానములు కూడ తమ తమ సంస్థాన జియలాజికల్ సర్వే సంస్థలను సంస్థాపించిరి. అవి కూడ చాల సంవత్సరములు అమోఘ కృషి చేసినవి. పై సంస్థానములు భారత యూనియన్‌లో విలీనమైన తరువాత ఆ సంస్థలలో కొన్ని భారత సంస్థలో అంతర్భాగములైనవి; కొన్ని తమ ప్రత్యేకతను నిలబెట్టుకొని కొంత పరిమితముగ పనిచేయుచున్నవి.

ప్రత్యేక సంబంధి సంస్థలు: స్వతంత్ర భారత ప్రభుత్వము దేశాంతర్గతములగు ఖనిజవనరుల పరిశోధనలు, వినియోగములు మెరుగుపరుచుటకు, అందుకు సంబంధించిన బహుముఖ కృషి భారమును సక్రమముగా నిర్వహించుటకు భారత జియలాజికల్ సర్వే సంస్థకు తోడు మరికొన్ని ప్రత్యేక వ్యవస్థలను ఏర్పాటు చేసినది. అవి: 1. భారత గని సంస్థ (ఇండియన్ బ్యూరో ఆవ్ మైన్స్); 2. పరమాణు శక్తి కమిషన్ (అటామిక్ ఎనర్జీ కమిషన్); 3. చమురు, సహజవాయువు కమిషన్ (ఆయిల్ అండ్ నాచురల్ గాస్ కమిషన్) 4. జాతీయ ఖనిజ అభివృద్ధి కార్పొరేషన్ (నేషనల్ మినరల్ డెవలప్‌మెంట్ కార్పొరేషన్); 5. జాతీయ బొగ్గు అభివృద్ధి కార్పొరేషన్ (నేషనల్ కోల్ డెవలప్‌మెంట్ కార్పొరేషన్) మొదలగునవి.

విద్యా సంస్థలు: వర్తమాన శతాబ్దము ప్రారంభమగుసరికి దేశములో భూ శాస్త్రమును బోధించు విద్యా సంస్థలు రెండు, మూడు కన్న ఎక్కువ లేవు. ఆ తరువాత, విశేషించి 1940 తదుపరి భూ విద్యాభ్యాసమున గణనీయమైన విస్తరణము, అభ్యున్నతి వచ్చినవి. నేడు భూ శాస్త్రమున, వినియుక్త భూ శాస్త్రమున, భూ భౌతిక శాస్త్రమున, భూ రాసాయనికశాస్త్రమున ఉన్నత విద్యకు, పరిశోధనకు సౌకర్యములు కల యూనివర్సిటీలు 40 పైచిలుకు కలవు.

*

ఇంజనీరింగు - టెక్నాలజీ

అకారాది వివరణము

అంచనా (ఎస్టిమేషన్): భవనము, డాము, ఆనకట్ట వంటివి క్రొత్తగా నిర్మించవలసి వచ్చినప్పుడు గాని లేదా మరమ్మతులు చేయవలసి వచ్చినప్పుడు గాని దానికి అవసరమగు ధనమును సుమారుగా నిర్ణయించుటకు 'అంచనా' వేయుట పరిపాటి. అంచనా వాస్తవ వ్యయమునకు కొంత ఆసన్నముగా మాత్రమే ఉండగలదు. పని పూర్తియై, అందుకు సంబంధించిన అన్ని ఖర్చులును లెక్కలోనికి తీసికొనిన తరువాతనే వాస్తవ వ్యయము తేలును. అంచనా వాస్తవ వ్యయమునకు చాల ఆసన్నముగా ఉండవలయునన్న అంచనా వేయువారికి అనుభవము, అవగాహన, విచక్షణ, శ్రద్ధ చాల ఆవశ్యకము.

ఉద్దేశించిన ప్రయోజనములను అనుసరించి 1. ప్రాథమిక అంచనాలు; 2. సవివర అంచనాలు అని అంచనాలను రెండు తరగతులుగ విభజింపవచ్చును.

ప్రాథమిక అంచనాలు: ఇవి ఒక పనిని చేపట్టు విషయమున తుది నిర్ణయము చేయుటకు ముందు అందుకు అవసరమగు ఆసన్న వ్యయమును సూచించుటకు ఉద్దేశింపబడినవి. ఇందు తరుచుగా ఉద్దిష్ట ప్రయోజనమును తీర్చగల కొన్ని వైకల్పిక ప్రతిపాదనలను రూపొందించుట జరుగును. ఈ ప్రాథమిక అంచనాల ఆధారమున ఆ ప్రతిపాదనలలో ఒకటి ఎంచుకొనబడును. భారీ ప్రాజెక్టుల విషయమున పని ప్రారంభించుటకు పూర్వమే సవివర పరిశోధనలు సమాప్తి చేసి, సవివర అంచనాలు తయారుచేయుట అన్ని సందర్భములలోను సాధ్యపడక పోవచ్చును. అట్టి సందర్భములలో ప్రాథమిక అంచనాలే శరణ్యములు.

ప్రాథమిక అంచనాలు తయారుచేయుటకు భవనముల విషయమున పీఠ వైశాల్యమును లేదా ఘనపరిమాణమును; రోడ్లు, రైల్వేల విషయమున పొడవులను; విద్యుత్ ప్రాజెక్టుల విషయమున ప్రతిష్ఠాపిత విద్యుత్ పరిమాణమును; నీటిపారుదల పథకముల విషయమున ఆయకట్టు ప్రాంతమును ప్రాతిపదికలుగ తీసికొనుట పరిపాటి. సరియైన అంచనాలు వేయుటకు విశేష అనుభవము, విచక్షణ ఆవసరము. యూనిట్ రేట్ల * లో కాలహరణమువలన ఖర్చులలో కలుగు తేడాలు; సామగ్రి నాణ్యము; పనితనము; నిర్మాణ దశలోని ఇబ్బందులు; ప్రదేశము, ప్రాజెక్టు యొక్క ప్రత్యేక లక్షణములు - వీటిని బట్టి తగు విధమున సర్దుబాటులు చేయవలసి ఉండును.

సవివర అంచనాలు: నిర్మాణ సామగ్రి, నిర్మాణ పరికరములు, కూలి, సాంకేతిక పర్యవేక్షణ - ఇత్యాది వ్యయములను నిర్ణయించి సవివర అంచనాలు తయారు చేయుదురు. ఇందుకు చేయవలసిన పనిని వివిధ క్రియల క్రింద విభజింతురు. వీలునుబట్టి, ఆ క్రియలన్నియు అవి నిర్వహింపబడు వరుసక్రమమున అంచనాలో చూపింతురు. నివేదిక, పరిమాణముల షెడ్యూలు, యూనిట్ రేట్లను సమర్థించు వివరములు, సారాంశము (అబ్‌స్ట్రాక్ట్) అంచనాలోని అంగములు.

నివేదికలో ఆ పనిని, దాని ఆవశ్యకతను సంగ్రహముగ వివరింతురు. భారీపనుల నివేదికలో అనుసరింపబడు కార్యక్రమము, నిర్వహణపద్ధతి సూచింపబడును. పనిలోని అన్ని అంగములకు సంబంధించిన సవివర డిజైన్‌లు, డ్రాయింగులు నివేదికలో అంతర్భాగముగ పొందుపరుపబడును.

పరిమాణముల షెడ్యూలు ప్లాన్‌ను అనుసరించి పునాదులు త్రవ్వుట, తాపీపని, కాంక్రీట్, వడ్రంగము, కప్పు నిర్మాణము గచ్చుపని, రంగులువేయుట మొదలగు పనులవారీగా తయారుచేయబడును. పరిమాణములు ఉజ్జాయింపుగా (అనురూప) యూనిట్‌లలో ఈయబడును.

పరిమాణముల షెడ్యూలులో చెప్పబడిన వేరు వేరు పనుల యూనిట్ రేట్లను సమర్థించు వివరములను పొందుపరచుట అంచనాలో ఒక ముఖ్య భాగము. వాటిని 'ప్రమాణ' వివరముల గ్రంథము (డీటెయిల్ స్టాండర్డు స్పెసిఫికేషన్)'ల ఆధారమున తయారు చేయుదురు. ఈ గ్రంథములు ఆ ప్రాంతమున బహుకాలము తరబడి కట్టిన అదే రకపు పనులను పరిశీలించి అచ్చట చలామణీయందున్న నిర్మాణ సామగ్రి [చూ.] ధరలు, పనివాండ్ర

* యూనిట్ రేట్ = గోడ కట్టుటకు మందమును అనుసరించి పొడవు 100 మీటర్లకు ఒక నిర్దిష్టమయిన రేటు, నేల గచ్చు చేయుటకు 100 చదరపు మీటర్ల వైశాల్యమునకు ఒక నిర్దిష్టమయిన రేటు ఉండును. ఇట్లే కాంక్రీటు నిర్మాణమున నూరు ఘనపు మీటర్లకు ఒక నిర్దిష్ట రేటు ఉండును. వీటిని యూనిట్ రేట్లని పేర్కొందురు.

మజూరీ దృష్టిలో ఉంచుకొని తయారు చేయబడును. యూనిట్ రేట్లు నమ్మకముగా ఉండవలెనన్న వివిధ ఆవశ్యక సామగ్రులు దొరుకుచోట్లను నిర్ణయించుట, అవి ఎంతెంత పరిమాణములలో అవసరమగునో ఇదమిత్థముగ మదింపువేయుట అవసరము. యంత్రయలు వాడవలసి వచ్చినచో ఆ యంత్రములు పనిచేయు తీరును, స్థల పరిస్థితు లను కూడ ఆధారముగ చేసికొని యూనిట్ రేట్లను మదింపు చేయవలసి ఉండును.

అంచనా సారాంశములో వేర్వేరు పనుల పరిమాణ ములకు యూనిట్ రేట్ల ప్రకారము లెక్క కట్టి మొత్తము ఖర్చు అంచనా చూపబడును. దీనిలో పర్యవేక్షణకు, చిల్లర పనులకు, ముందుగా ఊహింపలేని పనులకు కావలసి ఉండు ఖర్చును కూడ చేర్చుదురు.

భారీ ప్రాజెక్టుల అంచనాలు కొన్ని వేర్వేరు అంశముల క్రింద కూడ చూపబడును. ఉదాహరణమునకు : నదీలోయ ప్రాజెక్టులలో ఈ అంశములు 1. నిర్మాణములు ; 2. వేతన ములు ; 3. పరికరములు ; 4. అనామతులు ; 5. జమలు మొ॥ ఆ పై నిర్మాణము మొదలగునవి కొన్ని అంశముల క్రింద విడదీయబడి, అంశముల వారీగా వ్యయము నిరూపింపబడును. ఎమ్. వె. రా.

అంతర్గత జలము : చూ. పాతాళగంగ.

అంతర్దహన ఇంజను (ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను) : ఇంజనులలో సర్వసాధారణమైనవి, అతిప్రధాన మైనవి ఉష్ణయంత్రములు (హీట్ ఇంజనులు) [చూ.]. అన్ని రకముల ఇంధనములలోను స్వాభావికముగ లభ్యమగు ఉష్ణశక్తిని యాంత్రికశక్తిగా మార్చుట ఆ ఉష్ణయంత్రముల పని. ఇటుల లభించిన యాంత్రిక శక్తిని వినియోగించి మానవ ప్రయోజనములను సాధింతురు. ఉష్ణయంత్రము లలో అంతర్దహన ఇంజనులు, బహిర్దహన ఇంజనులు అని రెండు ప్రధాన రకములు కలవు.

శక్తిని యాంత్రిక రూపములో పొందుట రెండు దశ లలో జరుగును. మొదటి దశయందు ఇంధనమునందు అంతర్గతముగ ఉండు రాసాయనిక శక్తిని ఉష్ణశక్తిగా మార్చుటకు ఇంధనమును కాల్చుటయు ; రెండవ దశ యందు ఆ ఉష్ణశక్తిని యాంత్రిక శక్తిగ మార్చుటయు జరుగును. ఈ రెండు దశలు ఇంజనులోని ఒకే భాగము నందు నెరవేర్చబడినచో దానిని అంతర్దహన ఇంజను (ఐ. సి. ఇంజను) అని అందురు. అటుగాక రెండు దశలు ఇంజను నందలి రెండు వేర్వేరు భాగములలో నెరవేర్చబడినచో దానిని బహిర్దహన ఇంజను (ఎక్స్టర్నల్ కంబశ్చన్ లేదా ఇ. సి. ఇంజను) అని అందురు. అనగా శక్తిని జనింప జేయు సిలిండరు లోపలనే ఇంధనము కాల్చబడుటచే మొదటి దానిని అంతర్దహన ఇంజను అనియు, సిలిండరుకు వెలుపలనే ఇంధనము కాల్చబడుటచే రెండవ దానిని బహిర్దహన ఇంజను అనియును పేర్కొందురు.

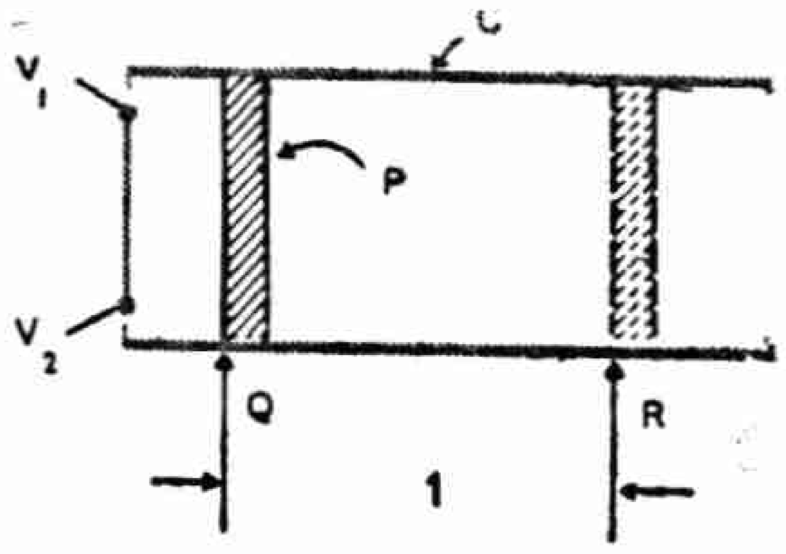
గాస్ ఇంజను, పెట్రోలు ఇంజను, చమురు ఇంజను అంతర్దహన ఇంజనులకు ప్రసిద్ధ ఉదాహరణములు. ఆవిరి ఇంజను [చూ.], ఆవిరిటర్బయిను [చూ.] బహిర్దహన ఇంజనులు. మోటారుకారు అవతరించి, దాని వినియో గము బహుముఖముల పెంపొందుటతో అంతర్దహన ఇంజను సర్వసాధారణమైనది [చూ. పు. 45]. కారు, బస్సు, లారీ, ట్రాక్టరుమున్నగు వాహనములకు మోటారుకారు అనునది పర్యాయపదము. ఈ వాహనములు అన్నింటిని సూచించు టకు 'ఆటోమొబైల్' అను సాంకేతిక పదమును వాడుట కూడ కద్దు [చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు].

వర్గీకరణము : దిగువ చెప్పిన వివిధ కారణాంశముల ప్రాతిపదికపై అంతర్దహన ఇంజనులను వివిధ వర్గములుగ వింగడింపవచ్చును : 1. ఉపయోగించుకొను ఇంధనమును బట్టి : గాస్ఇంజనులు (వాయురూప ఇంధనమును ఉపయో గించుకొనునవి) ; పెట్రోలు ఇంజనులు (పెట్రోలును ఇంధ నముగా వాడునవి) ; ఆయిల్ లేదా డీసెల్ ఇంజనులు (తైల ఇంధనములను వినియోగించునవి) ; 2. ఇంజను పనిచేయు ఆవృత్తిని బట్టి : రెండు దెబ్బల (టూ స్ట్రోక్) ఇంజనులు, నాలుగు దెబ్బల (ఫోర్ స్ట్రోక్) ఇంజనులు ; 3. ముషలకము (పిస్టన్) యొక్క ఒక లేదా రెండు ప్రక్కలను చురుకుగా ఉపయోగించుటను బట్టి : సింగిల్ - ఆక్టింగ్ ఇంజనులు, డబుల్ - ఆక్టింగ్ ఇంజనులు ; 4. ఇంజనులోని సిలిండరుల సంఖ్యను బట్టి : ఏక సిలిండరు ఇంజనులు, బహు సిలిండరు ఇంజనులు ; 5. ఇంజనులో సిలిండరుల ఏర్పాటు (అమరిక) ను బట్టి : అడ్డు ఇంజనులు, నిలువు ఇంజనులు, వీ ఇంజనులు, రేడియల్ ఇంజనులు ; 6. ఇంజను స్టార్ట్ అగు పద్ధతిని బట్టి : కోల్డ్ - స్టార్టింగ్ ఇంజనులు, హాట్ - ప్లగ్ ఇంజనులు, హాట్ - బల్బ్ ఇంజనులు మొదలగునవి.

పనిచేయు విధము : ఇంధనమును కాల్చుట, ఉష్ణమును జనింపజేయుట, ఆ ఉష్ణమును ఉపయోగించి యాంత్రిక శక్తిని పొందుట అంతర్దహన ఇంజను చేయవలసిన ముఖ్య మైన పనులు. నిర్వచనము ప్రకారము ఈ పనులన్నియును ఇంజనులోని ఒకే భాగమున జరుగవలెను. ఈ భాగమునకే సిలిండరు అనునది సాంకేతిక నామము. ఇంజను యొక్క మరొక ముఖ్యభాగమగు ముషలకము ఈ సిలిండరులోనే పని చేయును. కాల్చవలసిన ఇంధనమును, దానితోపాటు

గాలిని సిలిండరులోనికి ప్రవేశ పెట్టుదురు. గాలిలోని ఆక్సిజన్ మూలమున ఇంధనము మండును. ఇంజనును పని చేయించుటకు సిలిండరులోని ఈ మిశ్రమును అంటింతురు. మిశ్రమము అతి శీఘ్రముగా మండి, ఆ మంటవలన ఆ క్షణమే ఉష్ణము అత్యధికముగా జనించును. తత్ఫలితముగ తాపక్రమము, ప్రేషము పెరిగి, దహనము వలన జనించిన వాయువులు తీవ్రముగా వ్యాకోచించును. ఇటుల వ్యాకోచించు నపుడు ఆ వాయువులకు యాంత్రికపు పని చేయు శక్తి ఉండును. అనగా అవి ఇంజనును ముందునకు త్రోయ గలుగును. ఈ విధముగ ఇంధనములలో మరుగుపడి ఉన్న రాసాయనిక శక్తి యాంత్రిక కార్యముగా మార్చబడుట జరుగును. ఆ వాయువులలో కల త్రోపుడుశక్తి అంతయు వినియుక్తమైన తరువాత అవి నిరుపయోగములు. కావున వాటిని బయటికి నెట్టి, మరల తాజా ఇంధనమును, గాలిని సిలిండరులోనికి ప్రవేశ పెట్టుదురు. ఇటుల పైన పేర్కొనిన సంఘటనలు మరల మరల జరుగుచుండును.

నిర్మాణము : ఇంజనులో ఒక సిలిండరు, సిలిండరులో ఒక ముషలకము ఉండునని తెలిసికొంటిమి. 1 వ చిత్రములో C సిలిండరును, P ముషలకమును సూచించును. ముషలకము సిలిండరు లోపల ఒక చివరనుండి రెండవ చివరకు జారుచుండును. ఇటుల జారుచు ఏదో ఒక చివరకు చేరినపుడు అది నిశ్చల మధ్యస్థానము (డెడ్ - సెంటర్ పొజిషన్) లో ఉన్నదని చెప్పబడును. ఎడమ చివరకు చేరినప్పుడు అది ఆంతర నిశ్చల మధ్య (ఆ. ని. మ.) స్థానము 'Q' నను, కుడిచివరకు చేరినప్పుడు బాహ్య నిశ్చల మధ్య (బా. ని. మ.) స్థానము 'R' నను ఉండునని అందురు. ముషలకము ఒక చివర నుండి రెండవ చివరకు - ఆ. ని. మ. (Q) స్థానము నుండి బా. ని. మ. (R) స్థానమునకు గాని, తద్వ్యతిరేకముగా గాని పోవుటను ముషలకము యొక్క 'ఒక దెబ్బ' అని పేర్కొందురు. ఈ పోవుట ఆ. ని. మ. నుండి బా. ని. మ. స్థానమునకు అయినచో ముషలకము సిలిండరు లోపలి నుండి వెలుపలికి జరుగును. కనుక దానిని ముషలకము యొక్క వెలుపలిదెబ్బ (అవుట్ వర్డ్ స్ట్రోక్) అని అందురు; రెండవ దానిని లోపలి దెబ్బ (ఇన్ వర్డ్ స్ట్రోక్) అని అందురు. సిలిండరుకు రెండు కవాటము (వాల్వు) లు ఉండును. అవి చిత్రములో V_1, V_2 అని గుర్తింపబడినవి.



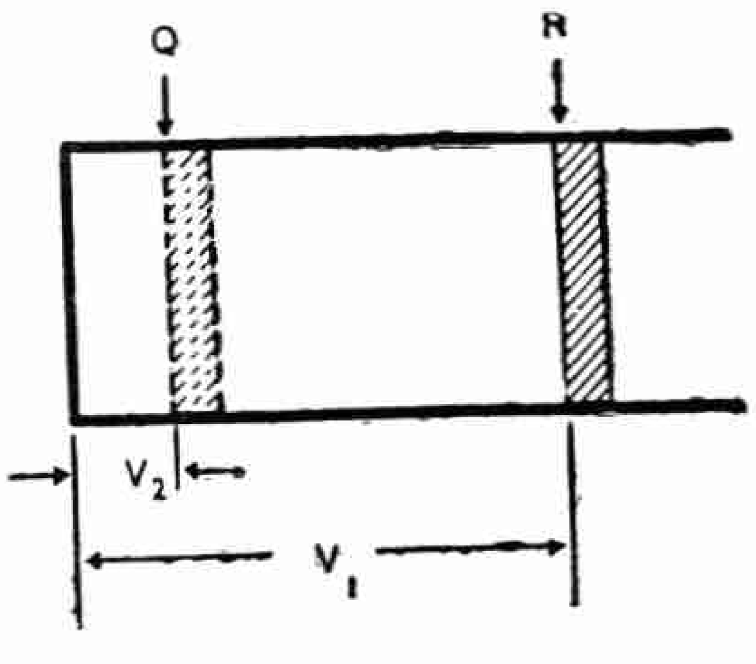
చిత్రము - 1

ముషలకము దెబ్బ

వీటిలో ఒకటి తాజా ఇంధన - వాయువుల మిశ్రమమును సిలిండరులోనికి ప్రవేశించనిచ్చును; రెండవది వినియుక్త వాయువులను బయటికి పోనిచ్చును. కాబట్టి, మొదటి దానిని ప్రవేశక కవాటము, రెండవదానిని నిర్గమన కవాటము (ఎక్స్ హాస్ట్ వాల్వు) అని పిలుతురు. అవసరము కొలది ఈ రెండు కవాటములను తెరచుటకు, మూయుటకు తగిన ఏర్పాటులు ఉండును.

నాలుగు దెబ్బల ఆవృత్తి (ఫోర్ స్ట్రోక్ సైకిల్): ఈ ఆవృత్తిలో జరుగు కార్య విధానమును గూర్చి తెలిసికొనుటకు దానిలో ఏదో ఒక సదుపాయమగు స్థానము నుండి ఉపక్రమించుట మంచిది. అందుకు మనము ముషలకము ఆ. ని. మ. స్థానమునందున్నప్పటినుండి ప్రారంభింతముగాక. అచటనుండి ముషలకము వెలుపలి దెబ్బలో ఒకానొక శక్తిచే కుడి చివర వైపునకు త్రోయబడినదని అనుకొందము. ఇటుల ముషలకము జరుగుచున్నకొలది దాని ఎడమ తట్టున నిర్వాతప్రదేశము (వాక్యూమ్) ఏర్పడుట గాని, ప్రేషము పలుచబడుట గాని జరుగుట సహజము [చూ. చిత్రము 1]. ఈ క్షణమున ప్రవేశక కవాటము V_1 తెరవబడినదని అనుకొందము. అప్పుడు సిలిండరులో ప్రేషము తగ్గిపోవుటచే వెంటనే V_1 ద్వారా గాలి - ఇంధన మిశ్రమము సిలిండరులోనికి ప్రవేశించును. ముషలకము కుడి చివరకు ఎంత చేరువగా సమీపించుచుండునో అంత అధికముగా ఈ మిశ్రమము గూడ లోనికి ప్రవేశించు చుండును. ముషలకము కుడి చివరకు చేరునంత వరకు - అనగా అది బా. ని. మ. స్థానమునకు వచ్చునంత వరకు - సిలిండరులోనికి గాలి - ఇంధన మిశ్రమము చొచ్చుట కొనసాగును. ఇంతటితో ముషలకము యొక్క మొదటి దెబ్బ పూర్తి అగును. తోడనే కవాటము V_1 మూసికొని పోవును. ఈ దెబ్బలో ఇంధన - వాయుమిశ్రమము లోనికి పీల్చబడుటచే దీనికి 'పీల్పుడు దెబ్బ' అని కూడ పేరు వచ్చినది.

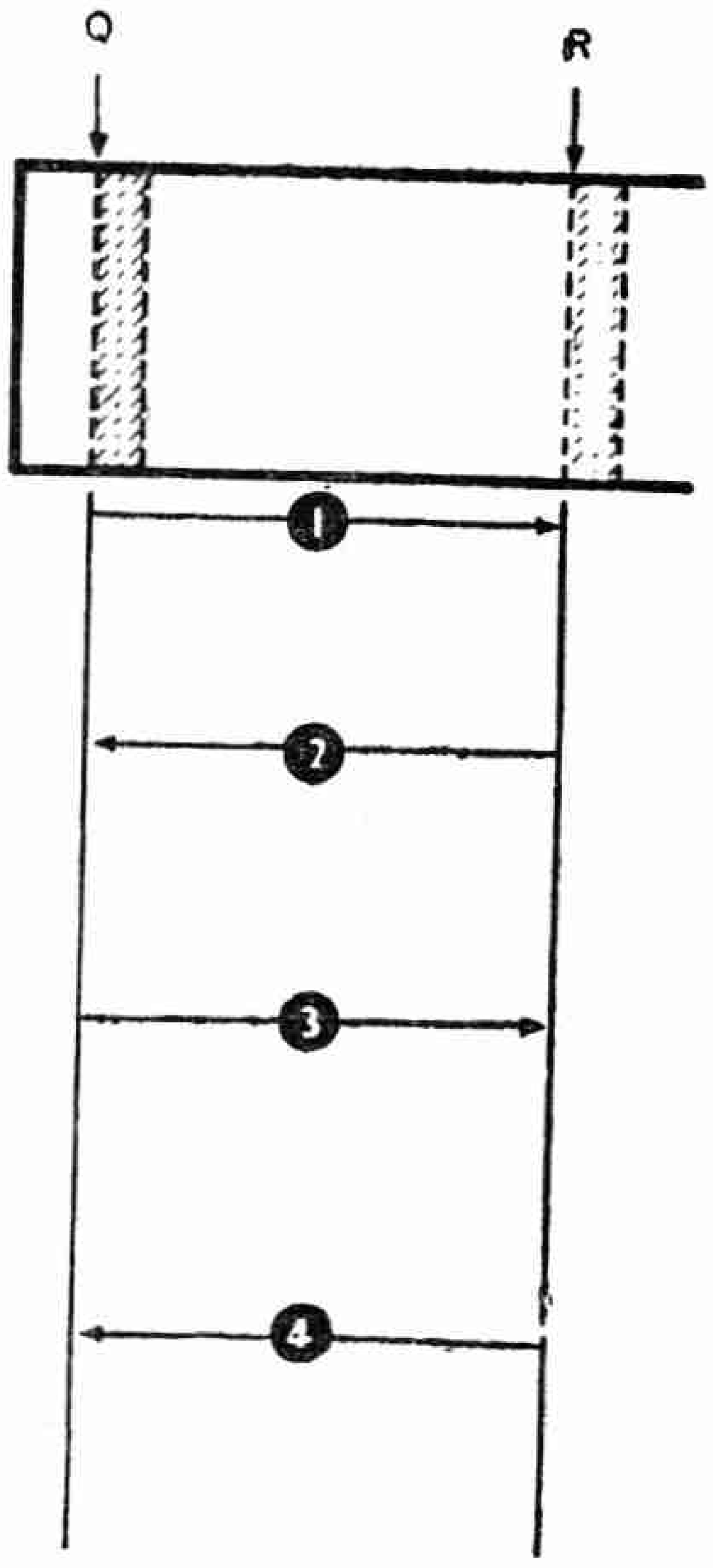
ఇప్పుడు ముషలకము వ్యతిరేకదిశలో అనగా దాని లోపలి దెబ్బలో కుడి నుండి ఎడమకు కదలసాగుచున్నదని అనుకొందము. కవాటములు రెండును మూసికొని ఉండుటచే ఇంధన - గాలి మిశ్రమము చిత్రము - 2 లో చూపబడినటుల ఆయతనము V_1 నుండి ఆయతనము V_2 కు సంపీడితమగును. ముషలకము ఎడమకు జరుగుచున్న కొలది సంపీడనము (కంప్రెషన్) అధికమగుచుండును.



చిత్రము - 2

ముషలకము ఆ. ని. మ. స్థానమును చేరుటతో సంపీడనము గరిష్ఠ స్థాయిని అందుకొనును. ఇంతటితో రెండవ దెబ్బ ముగియును. పైన చెప్పిన సంపీడనము లోపల గల ఇంధన - వాయుమిశ్రముల ప్రేషమును, తాపక్రమమును హెచ్చించును. ఇది అనంతర కార్యమునకు - అనగా మిశ్రము నిప్పంటుకొనుటకు, కాలుటకు - ఉపకరించును. ఈ దెబ్బకు 'సంపీడనపు దెబ్బ' అనునది సార్థక నామము.

ముషలకము ఆ. ని. మ. స్థానమున ఉండగా, ఆ క్షణమున ఇంధన - వాయుమిశ్రమునకు నిప్పంటించబడును. మిశ్రము అతి శీఘ్రముగా కాలి, గుప్తమైన ఉష్ణ శక్తి విస్తారముగ విడుదల అగుటతో ప్రేషము, తాపక్రమము మరింత విపరీతముగా పెరుగును. దాని ఫలితముగ ఏర్పడు బలము ముషలకమును బయటికి నెట్టును. నిజమునకు ఈ బలము ముషలకమును బయటికి నెట్టుటయే కాక, పైన పేర్కొన బడిన 1 వ, 2 వ దెబ్బలకు, ఇప్పుడు చెప్పబడనున్న మూడవ దెబ్బకు అవసరమగు చలనశక్తిని కూడ చేకూర్చును. ఇక మీద ముషలకము ఆ. ని. మ. నుండి బా. ని. మ. స్థానమునకు కదల మొదలిడును. అది కదలుచున్నంత సేపు వాయువులు కూడ వ్యాకోచించుచుండును. ఈ వాయువులలో సహజముగా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, నీటి ఆవిరి, నైట్రోజన్ ప్రధాన ఘటకములై ఉండును. ముషలకము బా.ని.మ. స్థానమునకు చేరునప్పటికి వాయువులలో ఇమిడి ఉండు శక్తి దాదాపు పూర్తిగా ముషలకమునకు అందింపబడి, తరువాత ఆ వాయువులు ఇంజనునకు నిరుపయుక్తము లగును. వాటని బయటికి పంపివేయక పోయినచో, తిరిగి ఇంధన - వాయుమిశ్రమును ప్రవేశింపజేయుటకు సిలిండరులో చోటుండదు. ఇంతటితో మూడవ దెబ్బ పూర్తి



చిత్రము - 3

ముషలకము నాలుగు దెబ్బలను చూపించునది: 1. పీల్పుడు దెబ్బ; 2. సంపీడనపు దెబ్బ; 3. వ్యాకోచపు లేదా శక్తి దెబ్బ; 4. నిర్వాత దెబ్బ.

అగును. ఇందు వాయువులు వ్యాకోచించుటవలన, అవి ముషలకమునకు శక్తిని అందించుటవలన ఈ దెబ్బకు 'వ్యాకోచపు' లేదా 'శక్తి' దెబ్బ అని పేరు.

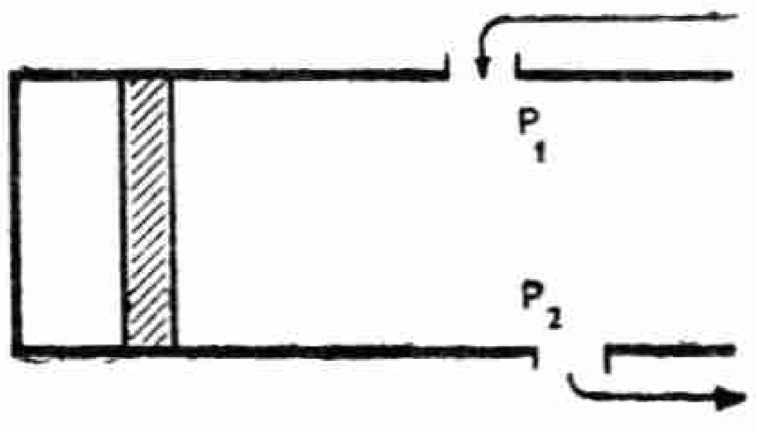
ఇప్పుడు ముషలకము లోపలిదెబ్బను ప్రారంభించి, కుడి నుండి ఎడమకు కదలుచు, వాయువులను ఎడమ తట్టుకు త్రోయును; నిర్వాత కవాటము తెరువబడి, వాయువులు బయటికి వచ్చి గాలిలో కలియును. ఇటుల ముషలకము ఆ. ని. మ. స్థానమును చేరువరకు జరుగుచుండును. ఇప్పటితో నాలుగవ దెబ్బ ముగిసి, ఆవృత్తి పూర్తి అగును. ఇందు నిరుపయుక్త వాయువులు సిలిండరు నుండి ఖాళీచేయింపబడుటచే దీనికి 'నిర్వాతపు' దెబ్బ అని పేరు వచ్చినది.

పై వివరణను బట్టి ముషలకపు నాలుగు దెబ్బలతో ఇంజను పనిలో ఒక ఆవృత్తి పూర్తియగునని గ్రహింపగలము. కావున, దీనికి నాలుగు దెబ్బల ఆవృత్తి అని పేరు. ఇట్టి ఆవృత్తులు తిరిగి తిరిగి జరుగును. ఇటుల పని చేయు ఇంజను నాలుగుదెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజను అని పేర్కొనబడును.

రెండు దెబ్బల ఆవృత్తి: పైన వివరింపబడిన పనులు అన్నియు ముషలకము యొక్క నాలుగు దెబ్బలలో గాక రెండు దెబ్బలలోనే పూర్తిచేయబడునేని, అట్టి ఇంజనునకు రెండు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజను అనిపేరు. ఇందుకు అవసరమగు ప్రధానమైన ఒక మార్పు V_1, V_2 కవాటములు తెరచుకొను స్వభావములో అమర్చబడినది. నాలుగు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజనులో ఈ కవాటములు సిలిండరు తలపై ఉండుననియు, కవాట యంత్రతంత్రము (వాల్వు మెకానిజమ్) అనబడు బాహ్యబల ప్రేరణచే అవి తెరచుకొనుట, మూసికొనుట జరుగుననియు తెలిసికొంటిమి. రెండు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజనులో కవాటములు సిలిండరు ప్రక్కలందే అమర్చబడి ఉండును [చూ. చిత్రము - 4]. అవి బాహ్యబలమువలన గాక, దిగువ వివరింపబడు విధమున ముషలక శీర్షమువలననే నియంత్రింపబడును. ఇందు వాటిని కవాటములు అని కాక 'పోర్టులు' అని పిలుచుట పరిపాటి.

ఈ ఇంజను పనిచేయు విధమును పరిశీలించుటకు గూడ మునపటివలెనే ముషలకము ఆ. ని. మ. స్థానమునందుండి కదలుటకు మొదలుపెట్టు క్షణమునుండి ఉపక్రమింతము. అయితే, ఇచట సిలిండరు వెలుపలికి నెట్టవలసిన వాయువులతో నిండి ఉన్నదని, ఆ వాయువులు పూర్వపు ఆవృత్తిలో ఏర్పడినవని అనుకొందము. ముషలకము కుడివైపునకు జరుగుచు మొదట ప్రవేశద్వారము (పోర్ట్) P_1 ను

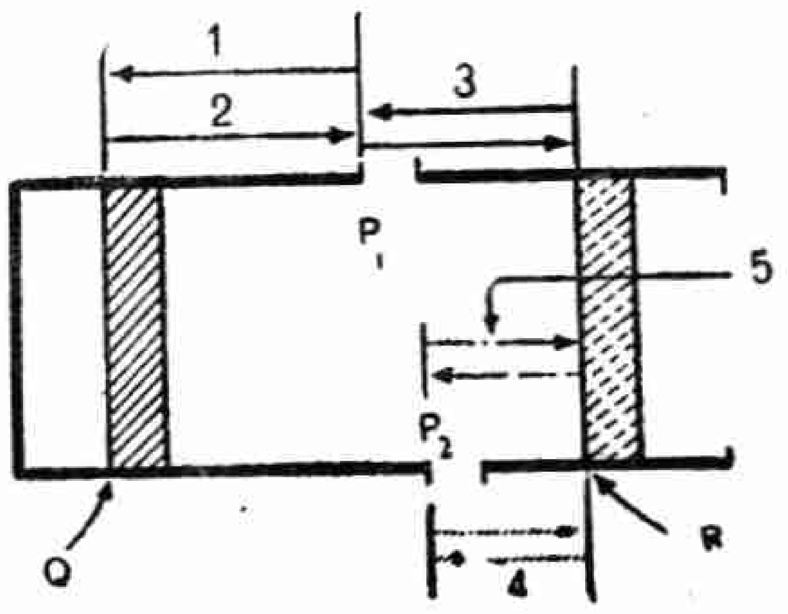
తెరచును. కాని, ఈ స్థితిలో ఇంధన - వాయు మిశ్రము సిలిండరులోనికి ప్రవేశింపజాలదు; ఏలన, సిలిండరులో అప్పటికే నిండియున్న వాయువుల ఒత్తిడి సాపేక్షముగ ఎక్కువగ ఉండును. మరికొన్ని క్షణముల తరువాత ముషలకము మరికొంత కుడి తట్టునకు పోయినపుడు నిర్గమన ద్వారము P_2 తెరచుకొనును. సిలిండరు లోపల ఉన్న వాయువులు - అవి వాతావరణ ప్రేషముకన్న అధిక ప్రేషములో ఉండుటవలన - వెంటనే బయటికి పోవును; సిలిండరు లోపల అల్పప్రేష ప్రదేశము ఏర్పడును. ఇంతవరకు ప్రవేశద్వారము P_1 తెరచుకొనియే ఉండును; అందువలన ఇపుడు అనుకూల ప్రేష భేదమును పురస్కరించుకొని ఇంధన - వాయుమిశ్రము సిలిండరులోనికి ప్రవేశించును. ఈ తాజా ఇంధన - వాయుమిశ్రము తమ్ము త్రోసివేయుటవలన కూడ నిరుపయుక్త వాయువులు అతి త్వరితముగా బయటికి పోవును. అయితే, వాటితో పాటు కొంత తాజా ఇంధన - వాయు మిశ్రముకూడ తనలో ఇమిడి ఉండు శక్తి కొంత ఉపయుక్త కార్యమును నెరవేర్చకమునుపే బహిర్గమించుట జరుగును. వెలుపలి దెబ్బను ముగించుటకు ముషలకము క్రమముగ బా. ని. మ. స్థానమువరకు ముందుకు సాగిపోవును. ఇప్పటివరకు P_1, P_2 ద్వారములు రెండును తెరచుకొని ఉండుటవలన తాజా ఇంధన - వాయు మిశ్రము లోనికి ప్రవేశించుట, నిరుపయుక్త వాయువులు బయటికి పోవుట ఏక కాలమున జరుగుచుండును.



చిత్రము - 4
రెండు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజనులో కవాటము.

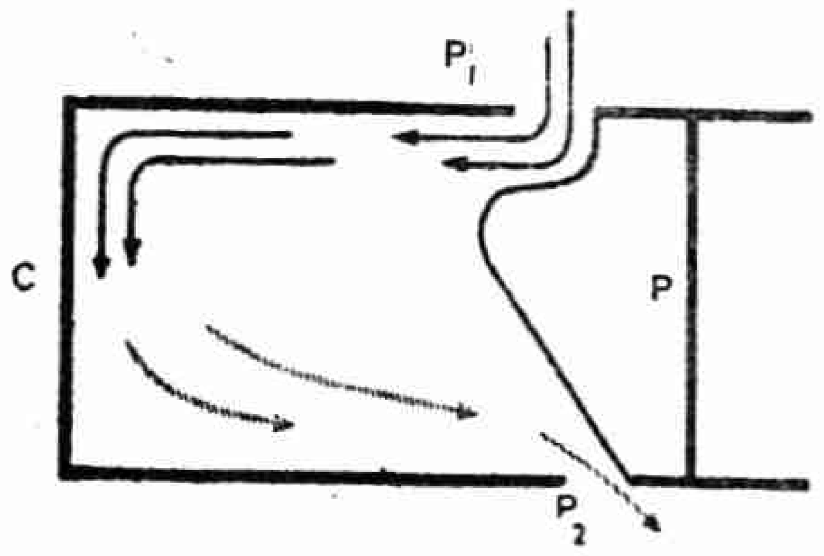
ఇక మీద ముషలకము వ్యతిరేక దిశలో అనగా లోపలి దెబ్బకు కదులుట మొదలిడును. ఇటుల కదులుచు అది మొదట నిర్గమన ద్వారము P_2 ను, పిదప ప్రవేశ ద్వారము P_1 ను మూసివేయును. రెండు ద్వారములను మూసివేసిన పిదప అది తన లోపలి దెబ్బను పూర్తి చేయుటకు ఇంకను చాలదూరము పోవలసి ఉండును. ద్వారములను రెంటింటిని మూసివేసిన మరు క్షణమునుండి ఆ. ని. మ. స్థానమును చేరుకొనునంతవరకు ముషలకము తనలోని ఇంధన - వాయు మిశ్రమును ముందుకు నెట్టుచుండును; అనగా ప్రేషమునకు గురిచేయుచుండును. అది ఆ. ని. మ. స్థానము చేరుసరికి ఈ ప్రేషము గరిష్ఠ స్థాయిని అందుకొనును. ఈ క్షణమున స్ఫులింగము వలన గాని, సంపీడనము ద్వారా జనించిన వేడిమివలన గాని ఇంధన - వాయు మిశ్రము నిప్పంటుకొని మండును. జ్వలన ఫలితముగ ఉన్నపాటున ఒత్తిడి పెరుగుటయు, వాయువులు విపరీతముగ వ్యాకోచించుటయు, తన్మూలమున ఏర్పడు శక్తి ముషలకమును శరవేగముతో ముందుకు త్రోయుటయు సంభవించును. ఈ విధముగ ముషలకము యొక్క రెండు దెబ్బలతోనే ఒక ఆవృత్తి సమాప్తమై రెండవ ఆవృత్తి ఆరంభమగును.

చూషణము, సంపీడనము, వ్యాకోచనము, నిర్గమనము అను కార్యములు నాలుగు స్థూలముగా చిత్రము - 5 లో చూడనగును. అందు చూపబడిన విధముగ చూషణ, నిర్గమనములు ఒకదానితో మరొకటి కొంతవరకు కలిసి జరుగును. ఈ రెండు ప్రక్రియలు ఇటుల కలిసి జరుగుట వల్లనే నాలుగు దెబ్బల కార్యములను రెండు దెబ్బలలోనే ముగించుట సాధ్యపడును. ఇటుల కలిసిపోవుట దక్షత దృష్ట్యా అవాంఛనీయమే అయినను సమాన సైజు కల నాలుగు దెబ్బల ఇంజనులో కన్న దీనిలో రెట్టింపు శక్తి జనించుట లాభకరమైన విషయము.



చిత్రము - 5
1. సంపీడనము; 2. వ్యాకోచనము; 3. చూషణము; 4. నిర్గమనము; 5. చూషణము, నిర్గమనము ఒకదానితో ఒకటి కలిసిపోవుట.

రెండు దెబ్బల ఇంజనులకు గల లోపములలో తాజా ఇంధన - వాయు మిశ్రములో కొంత భాగము తన వంతు ఉపయుక్త కార్యమును చేయకమునుపే బహిర్గమించుట ఒకటి అని చెప్పితిమి. ఈ లోపమును అరికట్టుటకు రెండు దెబ్బల ఇంజనునందలి ముషలకము యొక్క శీర్షమును ప్రత్యేక ఆకృతిలో [చూ. చిత్రము - 6] తీర్చిదిద్దుదురు. ఈ ప్రత్యేక ఆకృతి తాజా ఇంధన - వాయు మిశ్రమును సిలిండరులో ప్రవేశద్వారము నుండి సూటిగా వెలుపలికి పోనీయక అడ్డగించి, వక్రమార్గమును పట్టించి, సిలిండరులో మారుమూలల దాగి ఉన్న నిరుపయుక్త వాయువులను సైతము బయటికి తరిమివేయును.



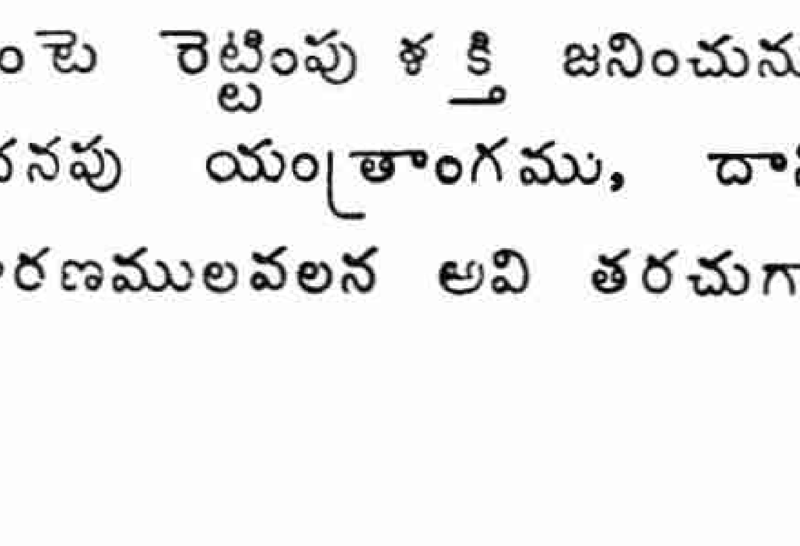
చిత్రము - 6
రెండు దెబ్బల ఇంజనులో ముషలక శీర్షము యొక్క ఆకృతి

ఇటుల దానివలన రెండు ప్రయోజనములు చేకూరును: 1. తాజా మిశ్రమము బయటికి పోకుండ అడ్డుపడుట; 2. నిరుపయుక్త వాయువులను పూర్తిగా బయటికి నెట్టుటలో సహాయపడుట.

ముషలకము యొక్క వెలుపలి దెబ్బలో ప్రవేశ ద్వారము (P_1) తెరచుకొనినపుడు సిలిండరులో ప్రేషము వాతావరణపు ప్రేషము కన్న చాల ఎక్కువగ ఉండును. ఆ తరువాత కొద్ది క్షణములకు నిర్గమనద్వారము (P_2) తెరువబడి, లోపలి ప్రేషము తగ్గినను, అది ఇంకను వాతావరణపు ప్రేషము కన్న కొంత ఎక్కువగనే ఉండును. అందువలన తాజా ఇంధన - వాయు మిశ్రమము సిలిండరులోనికి చొరబడవలెనన్న దానిని అంతకన్న ఎక్కువ ప్రేషములో ప్రవేశపెట్టవలసి ఉండును. కాబట్టి, రెండు దెబ్బల ఇంజనులలో ప్రత్యేకమైన పంపింగు ఏర్పాటు ద్వారా తొలుత ఇంధన - వాయు మిశ్రమము యొక్క ప్రేషమును హెచ్చించి, ఆవల దానిని సిలిండరులోనికి పంపుదురు.

ఈ ఇంజనులలో ఇంధన - వాయుమిశ్రమము, నిరుపయుక్త వాయువులు క్రమముగ ప్రవేశించుటకు, నిర్గమించుటకు చెరియొక ద్వారము ఉండునని చెప్పితిమి. కాని, ఆచరణలో ఒక్కొక్క కార్యమునకు పెక్కు ద్వారములు ఏర్పాటు చేయుట పరిపాటి.

సింగిల్ ఆక్టింగ్, డబుల్ ఆక్టింగ్ ఇంజనులు: పైన ఉదాహరించిన ఇంజనులలో ముషలకము యొక్క ఒక ప్రక్క మాత్రమే - అనగా ఎడమ ప్రక్క A A మాత్రమే - చలించుచుండును. ఇటువంటివి 'సింగిల్ ఆక్టింగ్' ఇంజనులు అని పిలువబడును. కాని, అవసరమున్నచో ముషలకము రెండు ప్రక్కలు చలించునట్లు చేయవచ్చును. ఇందుకు ఇంధన - వాయు మిశ్రమమును రెండవ ప్రక్కనుండి కూడ ప్రవేశపెట్టవలెను; ముషలకము కుడివైపు [B B చూ. చిత్రము 7] న మరొక రెండు కవాటములు (V_3, V_4) రెండవ జ్వలనపు ఏర్పాటు (I_2) పొందుపరచవలెను. ఇటువంటి వాటిని 'డబుల్ ఆక్టింగ్ ఇంజనులు' అనిఅందురు. డబుల్ ఆక్టింగ్ సిలిండరులలో సైజునందు వాటితో సమానముగా ఉండు సింగిల్ ఆక్టింగ్ సిలిండరులలో కంటె రెట్టింపు శక్తి జనించును. అయితే, వాటిలోని అదనపు యంత్రాంగము, దాని సంకీర్ణతలు మొదలగు కారణములవలన అవి తరచుగా



చిత్రము - 7

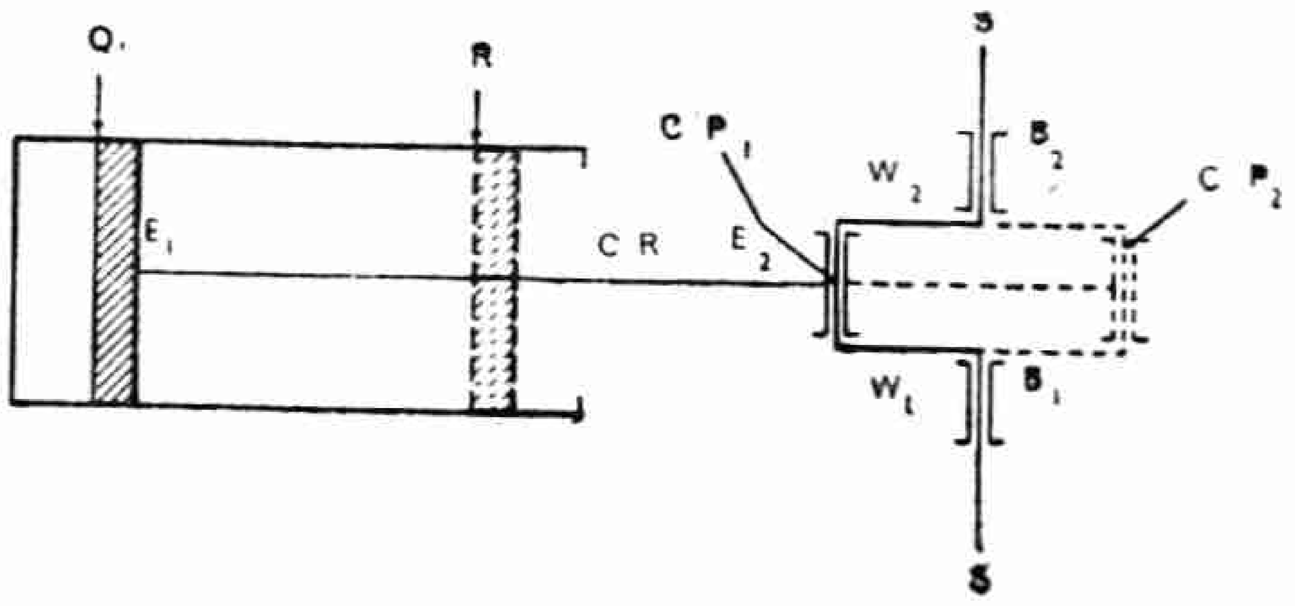
పెద్ద పెద్ద మెరైన్ ఇంజనులకే గాని, ఇతర ఇంజనులకు అనుకూలములు కావు. అందుచేత అంతర్దహన ఇంజనులలో డబుల్ ఆక్టింగ్ సూత్రము హెచ్చుగా అవలంబింపబడుట లేదు; ఆవిరి ఇంజనులలో మాత్రము అది తప్పని సరిగా అనుసరింపబడును.

స్ఫులింగ జ్వలనము, సంపీడన జ్వలనము: జ్వలనము అనగా ఇంధన - వాయు మిశ్రమము నిప్పంటుకొనుట రెండు పద్ధతులలో సంభవింపవచ్చును. విద్యుత్ స్ఫులింగమువంటి బహిస్సాధనములవలన జరుగుట మొదటి పద్ధతి. మిశ్రమము సంపీడనమునకు గురియయి, దానిలో జనించిన అధిక ఉష్ణమువలన జరుగుట రెండవది. వీటికి క్రమముగ స్ఫులింగ జ్వలనము, సంపీడన జ్వలనము అని పేర్లు. మొదటి పద్ధతిని అవలంబించు ఇంజనులను స్ఫులింగ జ్వలన ఇంజనులు అనియు, రెండవ పద్ధతిని అవలంబించు వాటిని సంపీడన జ్వలన ఇంజనులు అనియు అందురు. గాస్, పెట్రోలు ఇంజనులలో మొదటి పద్ధతి, చమురు ఇంజనులలో రెండవ పద్ధతి తరుచుగా అవలంబింపబడును.

మొదటి పద్ధతియందు పీల్పుడు దెబ్బలో సిలిండరులోనికి తీసికొనబడిన ఇంధన - వాయు మిశ్రమము సంపీడన దెబ్బలో సంపీడనమునకు గురి అగును. సంపీడనము పూర్తి కాగానే దానికి విద్యుత్ స్ఫులింగముచే నిప్పంటింతురు. రెండవ పద్ధతియందు పీల్పుడు దెబ్బలో గాలిని మాత్రమే సిలిండరులోనికి ప్రవేశింపనిచ్చి, సంపీడన దెబ్బలో దానిని సంపీడనమునకు గురి చేయుదురు. ఇందువలన గాలి యొక్క తాపక్రమము ఇంజనులో వాడుకొను ఇంధనము తనంతట తానే నిప్పంటుకొనగల తాపక్రమమునకు హెచ్చును. ఈ క్షణమున ఇంధన తైలమును ఆ గాలిలోనికి పంపు చేయుదురు. వెంటనే అది నిప్పంటుకొని మండును. మొదటి పద్ధతి జ్వలన వ్యవస్థలో ఒక బ్యాటరీ, ఒక ఇండక్షన్ కాయిల్ (లేదా ఒక మాగ్నెటో) స్ఫులింగ ప్లగ్‌తో సహా ఒక విద్యుత్‌వలయము సిలిండరుపై అమర్చబడి ఉండును. రెండవ పద్ధతిలో అట్టి ప్రత్యేక పరికరముల అమరిక అనవసరము.

నిర్మాణమునందలి ఇతర ముఖ్యాంశములు: ఇంతవరకు ఇంధనములో అంతర్గతమై ఉన్న శక్తిని ముషలకము యొక్క గమన శక్తిగా మార్చుటకు ఉపయోగపడు భాగములను గురించి మాత్రమే వివరించితిమి. కాని, అనుభవములో ముషలకము ఒక వైపునుండి మరొక వైపునకు కదలునట్టి యాంత్రికశక్తి అంతగా ఉపయోగపడదు; దానికన్న భ్రమణ చలన రూపమున ఉండు యాంత్రిక శక్తియే ఎక్కువ ప్రయోజనకారి. అందుచేత ఇంజనులో

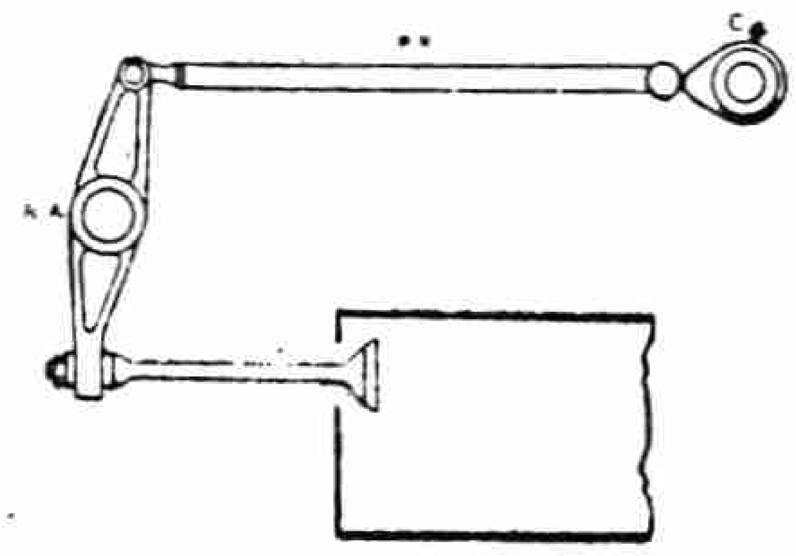
జారుడు (స్లైడింగ్) ను భ్రమణ చలనము (రొటేషనల్ మోషన్) గ మార్చుటకు అవసరమగు భాగములు ఉండవలెను. ఇందుకు సంధానకదండము (కనెక్టింగ్ రాడ్) C.R, క్రాంక్ షాఫ్ట్ C.S [చూ. చిత్రము - 8] అదనముగ అమర్చ



చిత్రము - 8

బడును. క్రాంక్ షాఫ్ట్‌నందు w_1, w_2 అను రెండు వెబ్‌లతో కూడిన ఒక షాఫ్ట్ (ss), ఆ రెండు వెబ్‌ల నడుమ ఒక క్రాంక్ పిన్ను (cp_1) ఉండును. ముషలకమును క్రాంక్ పిన్ వద్ద క్రాంక్ షాఫ్ట్‌తో సంధించునది కావున సంధానకదండమునకు ఆ పేరు సార్థకము. ఈ దండపు కొన E_1 ను చిన్న కొన అని, రెండవ కొన E_2 ను పెద్దకొన అని వాటి పరిమాణ భేదములను బట్టి పిలుతురు. ముషలకమునకు ఋజుగమనము మాత్రమే కలదు. అందువలన సంధానకదండము యొక్క చిన్నకొన కేంద్రమునకు ఋజుగమనము మాత్రమే ఉండును. ఇటులనే క్రాంక్ పిన్నునకు భ్రమణగమనము మాత్రమే ఉండుటచే సంధానకదండపు పెద్దకొన కేంద్రమునకు భ్రమణగమనము మాత్రమే ఉండును. ఆ విధముగ సంధానకదండము పొడవున ఋజుగమనము భ్రమణగమనముగ మార్చబడును. ముషలకము ఒక చివరినుండి మరొక చివరకు - మాటవరసకు అ. ని. మ. నుండి బా. ని. మ. స్థానమునకు - పోయి ఒక దెబ్బను పూర్తిచేయునప్పటికి క్రాంక్ పిన్ను C. P_1 స్థానము నుండి C. P_2 స్థానమునకు పోయి అర్ధభ్రమణమును పూర్తి చేయును. ఈ విధముగ ముషలకము యొక్క ప్రతి రెండు దెబ్బలకు క్రాంక్ షాఫ్ట్ ఒక పూర్ణభ్రమణమును చేయును.

ఇంజను నిర్మాణమున ప్రధానముగ పేర్కొనదగిన మరియొక ముఖ్యాంశము కవాటయంత్రతంత్రము (వాల్వు మెకానిజమ్) [చూ. చిత్రము - 9]. ఇందు ప్రధానముగ ప్రవేశ కవాటము, నిర్గమన కవాటము అని రెండు కవాటములు ఉండును. అయితే, సుస్పష్టతకొరకు చిత్రమునందు ఒకే కవాటము దాని యంత్రతంత్రముతో సహా చూపబడినది. కవాటము V ఆడించే దండము R. A చేత పనిచేయును; తిరిగి త్రోపుడు దండము P. R చేత త్రోయబడును. త్రోపుడు దండము కామ్ ca చే చలింపజేయబడును. కామ్ అనునది భ్రమణము చెందునపుడు త్రోపుడు దండమును త్రోయుటకు అనువుగ ప్రత్యేకముగ రూపొందింపబడిన ఆకృతి కల గుండ్రని బిళ్ళ లేదా రేఖాకృతి (కాంటూర్). కామ్‌షాఫ్ట్ అనబడు ఒక చిన్న షాఫ్ట్‌నకు కామ్ అతుకబడి ఉండును. క్రాంక్ షాఫ్ట్ నుండి కామ్ షాఫ్ట్ నడుపబడును. నాలుగుదెబ్బల ఇంజనులకు మాత్రమే ఈ ఏర్పాటు అవసరము. రెండు దెబ్బల ఇంజనులలో ద్వారములు మాత్రమే ఉండును; అవి ముషలకముతో నే తెరువబడి మూయబడును. కాని, కొన్ని ప్రత్యేక సందర్భములలో రెండు దెబ్బల ఇంజను కార్యములలో ఒకటి ద్వారమునకు బదులు కవాటముచే చేయబడును. అట్టి ఇంజనులలో మాత్రము ఆ కవాటమును పని చేయించుటకు పైన చెప్పిన ప్రత్యేక ఏర్పాటు చేయబడును. సిద్దేశ్వర్.

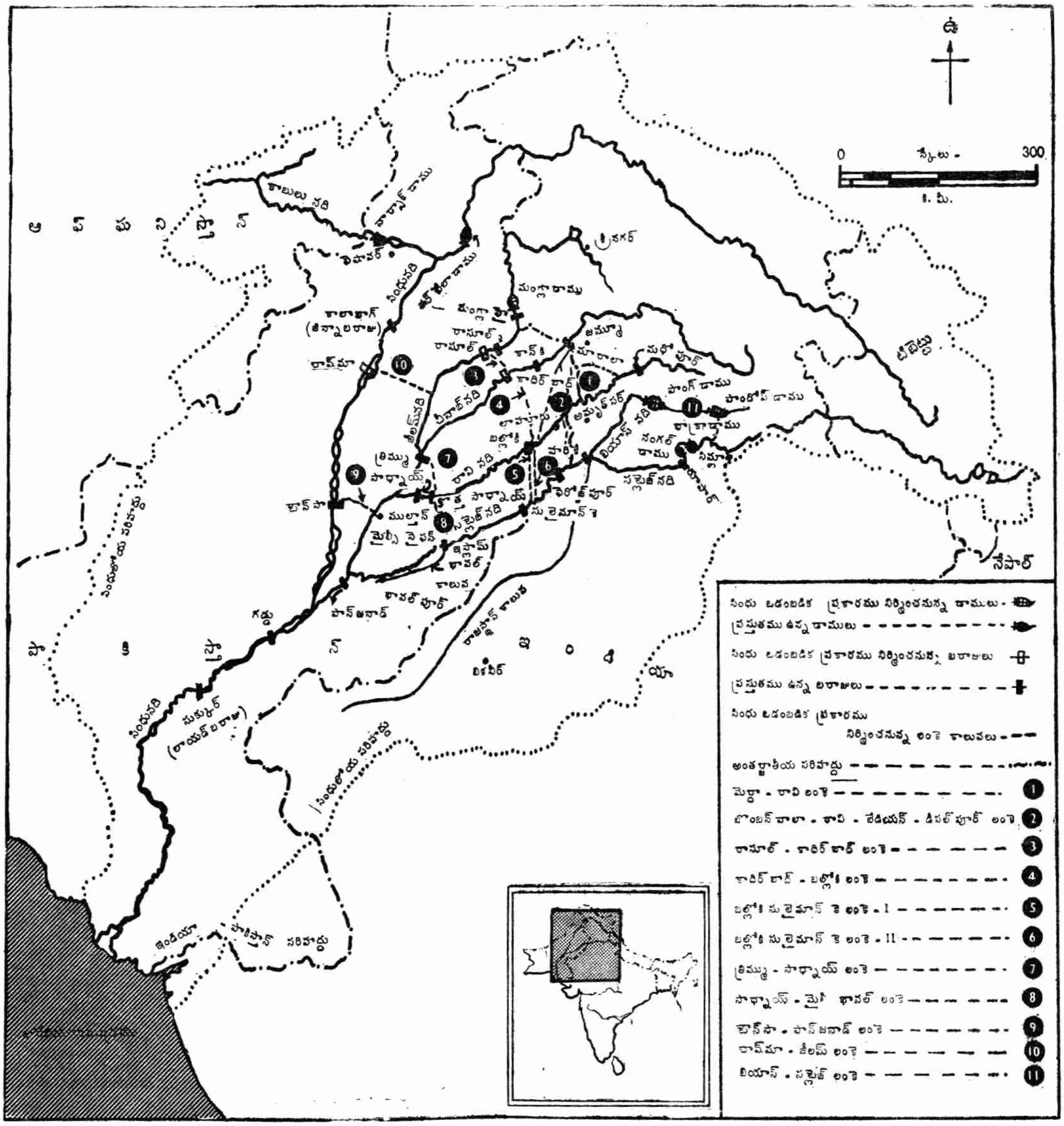


చిత్రము - 9
కవాట యంత్ర తంత్రము

అంతర్జాతీయ నదీజలములు - ఒడంబడికలు : సింధునది, దాని ఉపనదుల యొక్క జలములను సమగ్రముగ, సంతృప్తికరముగ వినియోగించుటకు భారత, పాకిస్తాన్ ప్రభుత్వములు కుదుర్చుకొనిన ఏర్పాటును 'సింధునది ఒడంబడిక (1960)' అందురు. ఈ జలముల వినియోగమునకు సంబంధించిన ఉభయ ప్రభుత్వముల పరస్పర హక్కులు, బాధ్యతలు ఈ ఒడంబడికయందు నిర్దేశింప

సింధునదీ జలముల పరిష్కార సందర్భములో భారత ప్రధాని జవహర్‌లాల్ నెహ్రూ, పాకిస్తాన్ ప్రధాని ఆయూబ్‌ఖానులు సంతకములు చేయుట.

బడినవి. ఒడంబడికలోని ప్రతిపాదనలను వ్యాఖ్యానించుట యందు, అమలు జరుపుటయందు ఉత్పన్నములగు అవాంతర సమస్యలను పరిష్కరించుటకు మార్గములు కూడ అందు పొందుపరుపబడినవి. ఈ ఒప్పందము ప్రకారము సింధునదీ



సింధునది జలముల పరిష్కార ఫలితముగా రూపుగొన్న పంట నీటి నిర్మాణములను సూచించు పటము

డెల్టాలోని జలములలో ఉరమరికగ పాకిస్తాన్‌కు 80%, భారతదేశమునకు 20% లభించును. సింధు, జీలమ్, చీనాబ్ నదులు పడమటివి - వీటి ఏడాది సగటు ప్రవాహ జలరాశి 13.5 కోట్ల ఎకరపుటడుగులు *. సట్లెజ్, రావి, బియాస్ తూర్పునదులు - వీని సగటు ప్రవాహ జలరాశి 3.3 కోట్ల ఎకరపు టడుగులు. భారతదేశము తూర్పు నదుల నీటి నంతటిని, పడమటి నదుల నీటిలో కొంత భాగమును ఉపయోగించుచున్నది. పడమటి నదులలో భారతదేశము ఎంత నీరు ఉపయోగించునో అది మినహా 13.5 కోట్ల ఎకరపుటడుగుల నీటిపై పాకిస్తాన్‌కు హక్కు ఉన్నది. అయితే, పడమటి నదులనుండి మంచి నీటికి, గృహ, నగర, పారిశ్రామిక ప్రయోజనములకు భారతదేశము వాడుకొను జలమునకు పరిమితులు లేవు. అట్టి వాడకములు సహజముగా తక్కువ. సింధు మైదానములో లభ్యమగు 16.8 కోట్ల ఎకరపు టడుగుల నీటిలో 11.2 కోట్ల ఎకరపు

* ఒక ఎకరపు టడుగు = 123·48 ఘనమీటరులు.

టడుగుల నీటితో ప్రవహించు సింధు, జీలమ్ నదులు హిమాలయములనుండి మైదాన ప్రాంతమునకు నిర్గమించుటకు ముందే సరాసరి పాకిస్తాన్‌లో ప్రవేశించుచున్నవి. కావున, వ్యవసాయమునకై ఈ రెండు నదులనుండి నీటిని భారత భూ భాగమునకు తరలించుట కష్టసాధ్యము. ఇంతే గాక, చీనాబ్ నది యొక్క 2·3 కోట్ల ఎకరపుటడుగుల వార్షిక ప్రవాహము నుండి సొరంగముల ద్వారా పంజాబు, రాజస్తాను మైదానములోనికి 40 - 50 లక్షల ఎకరపు టడుగుల నీటికంటె ఎక్కువ మళ్లింపగలుగుట కూడ దుస్సాధ్యము. ఈ భౌతిక జలశాస్త్రీయ పరిస్థితులను గుర్తించియే, ప్రపంచ బ్యాంకుచేసిన ప్రతిపాదన ప్రకారము భారతప్రభుత్వము ఈ నదీజలముల పంపకమును ఆమోదించెను (1954). ఈ ఒడంబడికవలన భారతదేశమునకు వ్యవసాయము నిమిత్తము పడమటి నదులనుండి 70 - 100 లక్షల ఎకరపుటడుగుల నీటిని తరలించుకొనుటకు హక్కు లభించినది. ఇంతేకాక, సింధు మైదానములోని తన భూ భాగమున నీటి పారుదల ప్రాంతమును భారతదేశము 20,32,450 హెక్టేరుల నుండి 60,97,350 హెక్టేరుల వరకు పెంచుకొనవచ్చును.

పాకిస్తాన్‌తో సంప్రదించి, పడమటి నదులనుండి జల విద్యుత్తును అభివృద్ధి పరచుకొనుటకు కూడ పరిపూర్ణమైన హక్కు భారతదేశమునకు ఒడంబడిక ద్వారా లభించినది. తూర్పు నదులనుండి జల విద్యుత్తును అభివృద్ధి చేసికొనుటకు పరిమితులు లేవు. ఈ విధముగ సింధు మైదానములో భారతదేశమునకు లభ్యమగు మొత్తము జలవిద్యుత్తు దాదాపు 50 లక్షల కిలోవాట్‌లు అని అంచనా.

ఈ ఒడంబడికకు పూర్వము పాకిస్తాన్‌లో 16,27,960 హెక్టేరులకు తూర్పు నదులనుండి ఆ దేశపు కాలువల ద్వారా నీరు సరఫరా అగుచుండెను. ఈ ఒడంబడిక ప్రకారము ఈ నీరు భారతదేశమునకు చెందవలసి ఉండుటచే పై 16,27,960 హెక్టేరులకు పడమటి నదులనుండియే నీరు సరఫరా చేసికొనుటకు పాకిస్తాన్ కొన్ని డాములు మున్నగునవి నిర్మించుకొనుటకు సమ్మతించెను. ఈ ప్రత్యామ్నాయపు పనులకు పాకిస్తాన్ వెచ్చింపవలసిన మొత్తములో భారతదేశము 83.3 కోట్ల రూపాయలను భరించుటకు అంగీకరించెను. పాకిస్తాన్‌కు పోవుచున్న ఈ నీరు భారతదేశ వినియోగమునకు వచ్చిన తరువాత లభించు సాంవత్సరిక సస్యోత్పత్తి విలువ దాదాపు రూ. 100 కోట్లు అని అంచనా వేయబడినది. భారతదేశము బియాస్‌నదిపై నిర్మింపవలసిన డాముకు 560 లక్షల డాలర్లు* విదేశీ మారకమును అప్పుగా సమకూర్చుటకు యునైటెడ్ స్టేట్స్ ప్రభుత్వము, ప్రపంచబ్యాంకు అంగీకరించినవి. పైన చెప్పిన ప్రత్యామ్నాయపు ఏర్పాటులను పాకిస్తాన్ పూర్తి చేసికొనుటకు 10 ఏండ్లు గడువుగా ఒడంబడికలో నిర్దేశింపబడినది. ఏర్పాటులు పూర్తి అయినను, కాకున్నను గడువును 31-3-1973 తరువాత పొడిగింపరాదని కూడ నిర్ణయింపబడినది.

ఈ ఒడంబడికలోని నిబంధనలను అమలుపరచుటకు భారత, పాకిస్తాన్ ప్రభుత్వములు చెరియొక కమిషనర్‌ను నియమించినవి. ఈ ఇద్దరు కలిసి శాశ్వత సింధు కమిషన్‌గా వ్యవహరింతురు. ఈ ఇరువురి మధ్య సాంకేతిక విషయములలో అభిప్రాయ భేదములు ఉన్నప్పుడు వాటిని తటస్థుడైన మరియొక సాంకేతిక నిపుణునికి నివేదించి పరిష్కరించుకొందురు. ఇతర విషయములలో వచ్చిన అభిప్రాయ భేదములు ప్రభుత్వస్థాయిలో జరిపిన చర్చల ద్వారాను, ఆ చర్చలవలన గూడ అంగీకారము కుదరనిచో మధ్యవర్తి తీర్పుద్వారాను పరిష్కరింపబడును. మ.రే.

అంతర్జాతీయ రేడియో ప్రసారము : చూ. రేడియో ప్రసారము.

అంతస్తుల మేడలు : భవనములు ఎత్తుగా నిర్మించుట మానవునకు అనాదిగా పరిపాటి అయిన ఉబలాటము. దక్షిణ భారతదేశపు హిందూ దేవాలయముల గాలిగోపురములు, యూరప్‌లోని మధ్యయుగము నాటి కేతడ్రిల్ శిఖర నిర్మాణములు, మధ్య ప్రాచ్యమున, భారతదేశములోను గల మసీదుల ఉన్నత స్తంభములు - వీటి అన్నిటిలోను ద్యోతకమగు మూల భావము ఆధునిక భాషలో చెప్పవలెనన్న మానవుడు ప్రకృతిపై విజయమును సాధించుటకు చూపెడి తహతహయే.

ఒకే ఆవరణలో నెలకొల్పబడిన వివిధ శాఖల మధ్య స్వతస్సిద్ధమైన సహకారము కుదురుటకు చక్కని అవకాశము కలదు. అందువలన పెద్ద కార్యాలయములకు, ప్రజా సంస్థలకు వసతులు ఏర్పరచుటకు అనేక అంతస్తుల కట్టడములు చాల అనుకూలము.

జనాభా పెరుగుదల వలన ప్రజలు పల్లె ప్రాంతములను విడిచి, జీవనోపాధి కొరకు నగరములలో స్థిరపడ మొదలిడుటవలన కూడ పలు అంతస్తుల మేడలు అవసరమయినవి. పూర్వరీతిని ఒకటి, రెండు అంతస్తుల భవనములనే నిర్మించుకొనుచు పోయిన, నగరము అడ్డముగా

* డాలరు విలువ సుమారు రూ. 4·53 (1966 వరకు); 1966 జూన్‌లో రూపాయి మారకపు విలువ తగ్గించడముతో డాలరు విలువ రూ. 7·50 అయినది.

పెరిగి, నగరములోని ఆ యా ప్రాంతముల మధ్య రవాణా వంటి పెక్కు సమస్యలు రాకమానవు. ఇంతేకాక, నగరములలో అందుబాటులో ఉండు నేలనంతటిని బారు గృహ నిర్మాణముననే పూర్తిగ వినియోగించుట ఆర్థికము గను, తార్కికముగను సమంజసము కానేరదు. నగర ప్రాంతములలో నివేశన స్థలముల ధరలు విపరీతముగ పెరుగుచుండును. కాబట్టి, అధిక ధరలకు కొన్న నేలపై వసతి గృహములకు, కార్యాలయములకు మిగుల అనుకూల ముగ అనేక అంతస్తుల కట్టడములు నిర్మించినచో పెట్టుబడిపై తగిన లాభము తీయవచ్చును.

కట్టడముల ఎత్తు అధికమయినకొలది నిర్మాణము క్లిష్టమై సాంకేతిక సమస్యలు కూడ తల ఎత్తును. గాలి తాకిడి, వేడిమి తగ్గిపోవుట, సూర్యవికిరణము వంటి సమస్యలు మరింత జటిలములు అగును. ఎత్తును పెంచిన కొలది బరువును తగ్గించు మార్గములను తీవ్రముగ అన్వేషింపవలసి ఉండును. అంతేకాక, గాలి తాకిడి, భూకంపముల వలన కలిగెడు భారములకు నిలువగలుగు పార్శ్వ స్థైర్యము మరింత ఆవశ్యకము.

ఉక్కు చట్రములపైనగాని, ప్రబలిత (రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్) కాంక్రీట్ చట్రములపైన గాని భవనములను నిర్మించి అందువలన భవనముల నిజభారము (డెడ్ లోడ్) లను కనిష్ఠస్థాయికి తగ్గించవచ్చునను సూత్రము ఆవిష్కరింపబడిన తరువాతనే యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌లోను, యూరప్‌లోను అంతస్తుల మేడల నిర్మాణము ఉద్ధృతముగా విశేష వ్యాప్తి చెందినది. ఇంతేకాక, లిఫ్టులు, విద్యుద్దీపములు, వాతానుకూలనము (ఎయిర్ కండిషనింగ్), విద్యుత్ సరఫరా మొదలైన యాంత్రిక, విద్యుత్ సౌకర్యములు గనుక రూపొందింపబడి, ఉన్నత ప్రమాణస్థాయికి రాకుండినచో పై నిర్మాణములు సాధ్యములు అయ్యేడివి కావు. ఈ సౌకర్యముల వలన మొదట సాధ్యములని అనుకొనిన వాటి కన్న ఎక్కువ ఎత్తుగల భవనములను నిర్మించుటకు వీలు పడినది.

ఉక్కు చట్రముల ఉపయోగమువలన చాల ఎత్తయిన నిర్మాణము సుసాధ్యమని తేలినతోడనే యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో అట్టి కట్టడములు మొదట లేచినవి. ఆ దేశమున గత శతాబ్దము రెండవ భాగమున కార్యాలయ భవనము లలో బయటి గోడలు మాత్రమే దట్టముగా రాయి, ఇటుక వంటి నిర్మాణ సామగ్రితో కట్టబడినవి. లోపల పోత ఇనుప స్తంభములు, వాటిపై మోపబడిన పోత లేదా చేత ఇనుప దూలములు అంతస్తుల బరువులను మోయునట్లు ఏర్పాటు చేయబడినవి. ప్రస్తుత శతాబ్ది ఆరంభమునుండి అంతస్తుల మేడల నిర్మాణమునకు ఉక్కు చట్రములను ఉపయోగించుట పరిపాటి అయినది. కాని, ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధము ముగిసిన నాటినుండి ఉక్కుకు బదులు ప్రబలిత కాంక్రీట్ ముమ్మరముగ వాడుకలోనికి వచ్చినది. దానితో 30 అంతస్తుల నిర్మాణము కూడ సుకర మయినది.

పలు అంతస్తుల భవన నిర్మాణమున సాధారణముగ క్రింది నిర్మాణ సామగ్రి, పద్ధతులు ఉపయోగింపబడును: 1. ప్రబలిత కాంక్రీట్; 2. సిద్ధపీడిత (ప్రీస్ట్రెస్‌డ్) కాంక్రీట్; 3. ఉక్కు చట్ర నిర్మాణము; 4. రాయి, ఇటుకలతోగాని, కాంక్రీట్ గుల్ల ఇటుకలతోగాని, రెండింటిని ఉపయోగించి గాని బరువు మోయు గోడలను నిర్మించుట; 5. మిశ్రమ నిర్మాణ విధానములను వినియోగించుట; (i) కాంక్రీట్‌తో గాని, ప్రబలిత కాంక్రీట్ స్లాబ్‌తోగాని ఉక్కు దూలము లను అంతర్భాగముగ చేయుట; (ii) ఉక్కు దూలములను, ప్రబలిత కాంక్రీట్‌స్లాబ్‌లో అంతర్భాగము చేయకుండ దూలము పై భాగమున బలమునకై ఇనుప చువ్వలను ఉపయోగించుట; (iii) ముందుగనే పోతపోసిన సిద్ధ పీడిత కాంక్రీట్ దూలములను, కాంక్రీట్ స్లాబ్‌లను ఏకాండముగ జోడించుట.

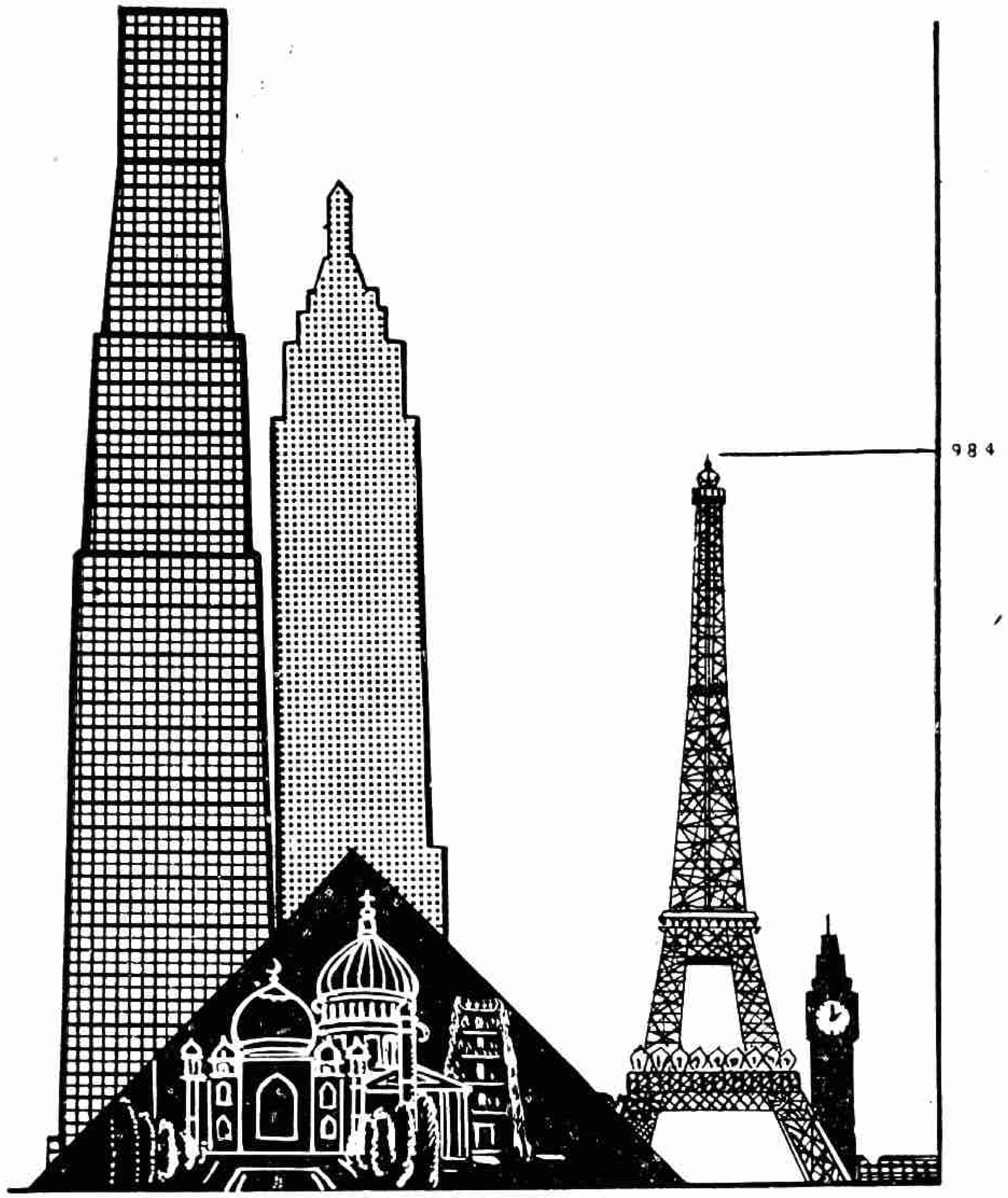
మూడు, నాలుగు అంతస్తులు మాత్రమే కల భవన ములు సాధారణముగ ఉక్కు లేదా కాంక్రీట్ చట్రము లపైగాక, కట్టడపు గోడలమీదనే నిర్మింపబడును. ఇంతకన్న ఎక్కువ అంతస్తులు కల భవనములను గోడలపై నిర్మించినపుడు గోడల మందమువలన అంతస్తులలో ఉపయోగస్థలము తగ్గిపోవును; అంతేకాక, గోడల అపరి మిత భారములకు తగిన పునాదులు వేయుటకు ఎక్కువ ధనవ్యయమగును. కావున, అట్టి నిర్మాణములు ఆర్థికముగ గిట్టుబాటు కావు.

సాధారణముగ 30 వరకు అంతస్తులు గల భవనముల నిర్మాణమునకు తదితర సామగ్రి కంటె ప్రబలిత కాంక్రీట్ ఎక్కువ అనుకూలము. ఎత్తు 150 మీ. పైబడినచో ప్రబలిత కాంక్రీట్ అంతగా ఉపయోగించుట లేదు. ఉక్కు కూడ పలు అంతస్తుల భవన నిర్మాణమునకు సర్వసాధారణ ముగ వాడబడును [చూ. ఉక్కు, నిర్మాణములు].

మూడు అంతస్తుల నిర్మాణమునకు నిర్మాణ స్థలమువద్ద ముందుగా పోతపోసిన విడిభాగములను సమకూర్చి బరువు మోయు గోడలను కట్టుట కూడ కలదు. మూడు అంతస్తుల మేడలను కట్టవలసి వచ్చినపుడు ఈ పద్ధతి చాల సౌకర్యము. ఒకే విధమైన విడిభాగముల సంఖ్య చాల ఎక్కువగా ఉన్నపుడు, నిర్మాణము శీఘ్రముగా పూర్తి కావలసి వచ్చి

న్యూయార్క్‌లో ఆకాశమును అంటుచుండు అంతస్తుల మేడలు. పటమున ఎడమ వైపున యునైటెడ్ నేషన్స్ కార్యకేంద్రము కలదు

మద్రాసు నగరములో ప్రజా నివాసమునకై నిర్మించిన 11 అంతస్తుల మేడ



మిన్ను సందుకొను భవన నిర్మాణములు :

పటములో ఎడమ ప్రక్కన ఉన్న భవనము ప్రపంచమున మిక్కిలి ఎత్తయినది. ఈ భవనము చికాగో (యునైటెడ్ స్టేట్స్) నగరమున 1974 నాటికి సిద్ధమగును. ఇది ఎంపైర్ స్టేట్ బిల్డింగు (న్యూయార్క్) కంటె 60 మీ. (200′) ఎత్తయినది. కుడిప్రక్కన ఉన్న ఎత్తయిన గోపురము ఫ్రాన్సులోని పారిస్ నగరమున ఉన్న ఐఫిల్ టవర్. దాని ఎత్తు 299 మీ. (984′). దానిప్రక్కన ఉన్నది లండనులోని బిగ్ బెన్ క్లాక్ టవర్ ; దాని ఎత్తు 96 మీ. (316′). ఇక ఈజిప్టులోని చియాప్స్ పిరమిడ్ పటమున చూడ నగును. దాని ఎత్తు 136 మీ. (449′). పటమున ఇంకనూ ఇటలీలోని సెంట్ పీటర్ చర్చి, భారతదేశములోని తాజ్ మహల్, హిందూ దేవాలయ గోపురముల తాదాత్మ్య స్వరూపములు చూపబడినవి.

నపుడు ఈ పద్ధతి కొన్ని సందర్భములలో ఇంకను ఎత్తయిన నిర్మాణములకు గూడ ఉపకరించును.

అంతస్తుల మేడలు గాలిని, భూకంప శక్తులను తట్టుకొనుటకు క్రింది మార్గములను అవలంబించవచ్చును: 1. చట్రములపై నిర్మించినపుడు దృఢమైన జాయింట్లను ఉపయోగించుట; 2. విడి భాగములకు బద్దీలు వేయుట; 3. సంపూర్ణ విరూప (షియర్) ట్రస్‌లు, కూర్పులు చట్రముతో కలిసి పనిచేయునట్లు చూచుట; 4. చట్రములను విరూపము చెందని విభాగములతో నింపుట; 5. పార్శ్వ్యశక్తులకు నిలువగలిగే గోడలను నిర్మించుట.

ప్రస్తుతము ఎత్తయిన భవనములలో విరూప కుడ్యముల వాడకము తప్పనిసరి అగుచున్నది. లిఫ్టులు, మెట్లు, అంతర్గత నాళముల చుట్టు గోడలు కట్టవలసిన అవసరము కలదు. ఈ గోడలనే విరూపకుడ్యము (షియర్ వాల్)లుగ పనిచేయునట్లు రూపొందింపవచ్చును.

అందుబాటులో ఉన్న నిర్మాణ సామగ్రిని, కార్మికులను, నిర్మాణమును పూర్తిచేయవలసిన గడువును బట్టి వేరువేరు నిర్మాణ సాంకేతిక పద్ధతులు అవలంబింపబడుట కద్దు. వాటిని దిగువ స్థూలముగ పరిచయము చేయడమయినది.

అక్కడి కక్కడ పోతపోయుట (కేస్ట్ - ఇన్ - సిటూ): ఇందు నిర్మాణ స్థలము వద్దనే కాంక్రీట్ పని అంతయు చేయబడును. ఇది సర్వసాధారణముగ అనుసరింపబడు పద్ధతి; కార్మికుల మజూరీ తక్కువగా ఉండుచోట ఈ పద్ధతి లాయఖు.

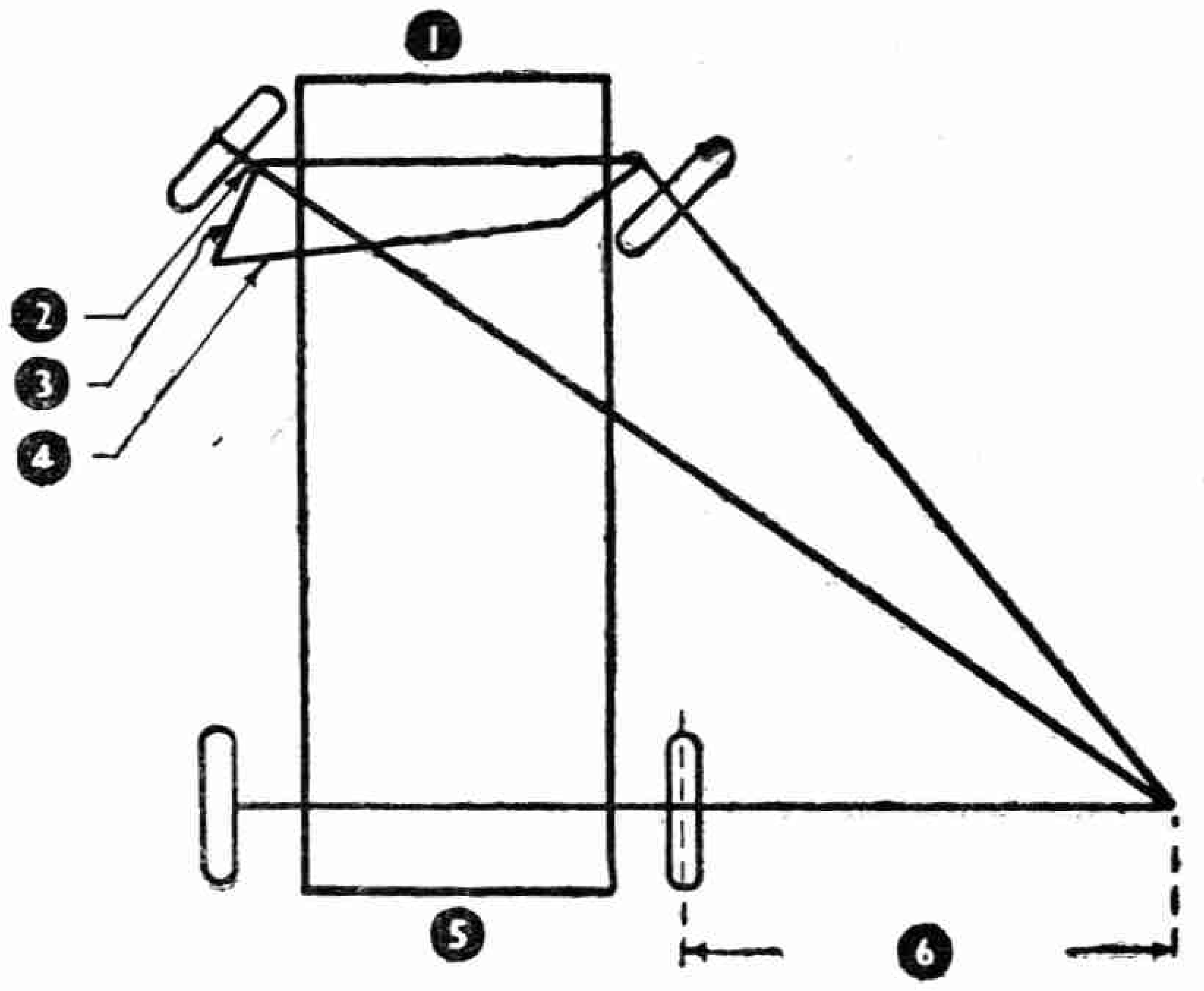
ముందుగా పోతపోయుట (ప్రీ కేస్ట్): దీనిని పై పద్ధతికి జోడించుట; కార్మికులకు ఎక్కువ కూలి చెల్లింప వలసిన చోట, మిక్కిలి నాణ్యము కల పనితనము అవసరమగు చోట, వేరువేరు విడి భాగములను నిర్మాణ స్థలము వద్దనో, ప్రత్యేక కర్మాగారములలోనో ముందుగా పోతపోసి, నిర్మాణ స్థలము వద్దకు తీసికొనివచ్చి వాటిని కూర్తురు. మరలమరల వాడవలసిన విడి భాగముల సంఖ్య ఎక్కువగా ఉన్నచో ఈ పద్ధతివలన మూస కట్టుట (షట్టరింగ్) లో ఖర్చులు కలసి వచ్చును.

స్లాబ్‌లను ఎత్తుట (లిఫ్ట్ స్లాబ్): ఇందు అంతస్తుల స్లాబ్‌లు నేలమీదనే ఒక దానిపై ఒకటి పోతపోయబడును. స్లాబ్‌లకు మధ్య చెట్ల రెమ్మల పొరలు వేసిన అవి ఒక దానితో ఒకటి అంటుకొని పోవుట నివారింపబడును. కాంక్రీట్ పూర్తిగా తోడుకొని బలపడిన పిదప, ప్రత్యేకముగ నిర్మింపబడిన జాక్ యంత్రముల సహాయమున స్లాబ్‌లను ఎత్తి, కావలసిన చోట స్తంభములపై బిగింతురు. ఈ పద్ధతిలో స్లాబ్‌లను విడివిడిగా నిర్మింప పనిలేదు. వాటి నిర్మాణము కూడ నేలమీదనే జరుగును. అందువలన భద్రత, సామర్థ్యము మెరుగగును.

జాక్ బ్లాక్ పద్ధతి: ఇందు నిర్మాణము తలక్రిందుగా - అనగా పై నుండి క్రిందికి - జరుగును. మొదట పై కప్పు నేలపై నిర్మింపబడి అది జాక్‌ల సాయమున చివరి నిలువునకు ఎత్తబడును. తరువాత క్రింది అంతస్తులు కూడ క్రమముగ అదే విధమున నిర్మింప బడును. స్లాబ్‌లను ఎత్తు పద్ధతి వలన కలుగు ప్రయోజనములు అన్నియు దీనివలన కూడ సమకూర గలవు.

కాంటిలీవర్ నిర్మాణ పద్ధతి: ఇందు లిఫ్టులు, మెట్లు, తదితర ఆవశ్యక సౌకర్యములు కల భవన మధ్యభాగము తొలుత నిర్మింపబడును. తరువాత పై కప్పు మట్టము వద్ద గాని, నిలువున మధ్యనున్న మరియొక స్థానము వద్ద గాని సమర్థవంతమగు ఒక కాంటిలీవర్ నిర్మింపబడును. కాంటిలీవర్ నుండి తగిన సాధనముల సహాయమున అంతస్తులు వ్రేలాడజేయబడును. ఇందు స్తంభములతో పనిలేక పోవుటచే వాటికి కావలసిన జాగా ఉపయోగ్య స్థలముగ కలసి వచ్చును [చూ. ప్రాక్ నిర్మాణములు]. రమేష్.

అకర్మన్ స్టీరింగ్: ఒక మోటారు కారుయొక్క టైరులు నేలపై దొర్లుచు పోవలెను కాని జారకూడదు. వాహనము మలుపు తిరుగునపుడు జారుడు నివారింపబడవలెనన్న ప్రతి చక్రము ఒక వృత్త చాపముపై - ఈ చాపమునకు ఇతర చక్రముల చాపములకు

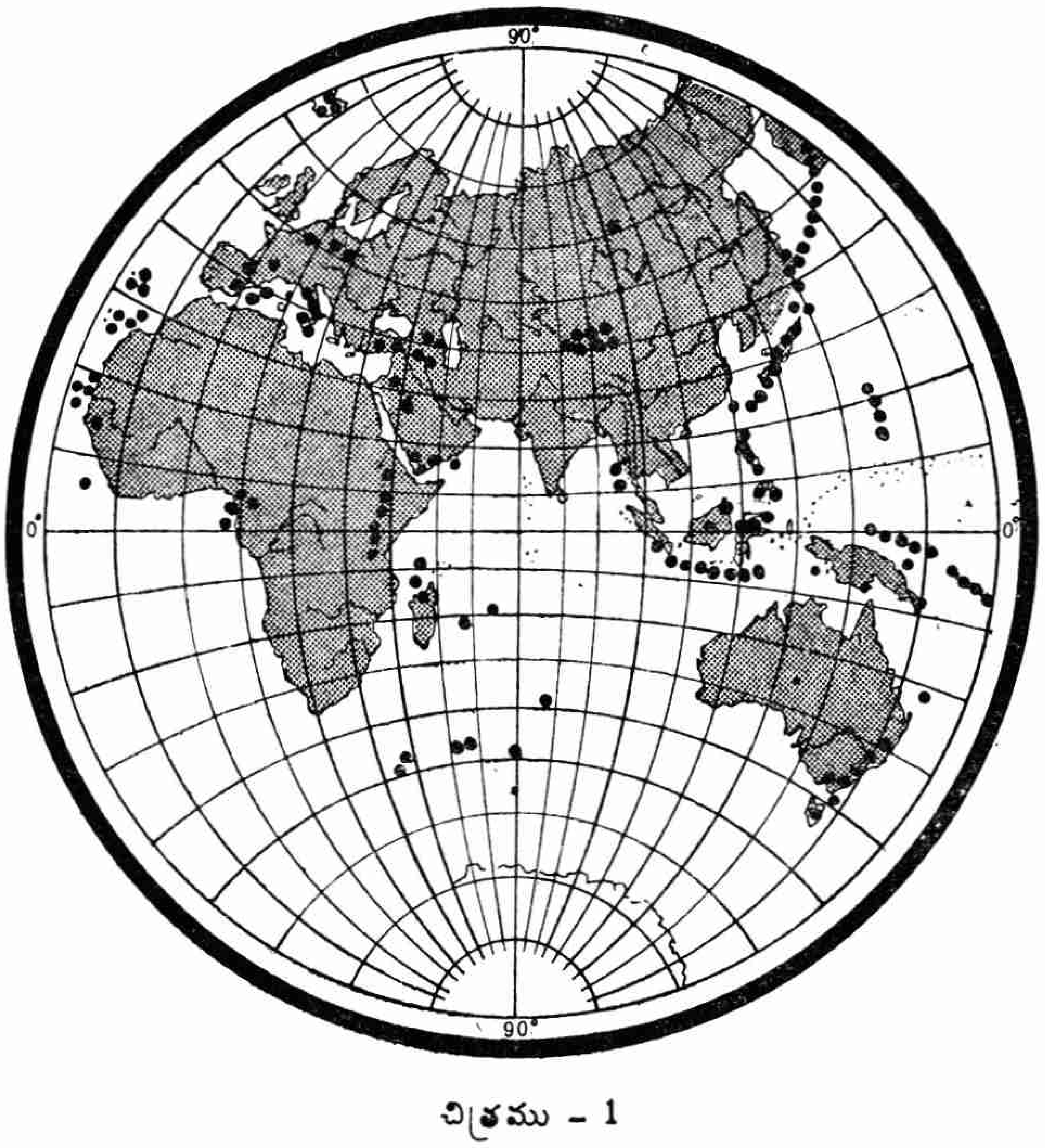


చిత్రము

1. ముందు భాగము; 2. కింగ్ పిన్; 3. నకుల్ భుజము; 4. బంధన దండము; 5. వెనుక భాగము; 6. టర్నింగ్ వ్యాసార్ధము.

కేంద్రము ఉమ్మడిగా ఉండునట్లు - దొర్లుచు పోవలసి ఉండును [చూ. చిత్రము]. వాహనము మలుపు తిరుగునపుడు (కుడి ప్రక్కకు అనుకొందము) వెలుపలి చక్రము కన్న లోపలి చక్రము గురుతర కోణముగుండా తిరుగువలసి ఉండునని కూడ ప్రక్కపుటలోని చిత్రమువలన సుస్పష్టము కాగలదు. ఈ ప్రయోజనము కొరకు తరుచుగా వినియోగింపబడు యాంత్రిక పద్ధతి 'అకర్మన్ స్టీరింగ్' పద్ధతి అని పేర్కొనబడును. నకుల్ భుజములకును, బంధన దండమునకు తగిన సంబంధ సామ్యమును సమకూర్చి ఒక టర్నింగ్ వ్యాసార్థమునకు చక్రముల సక్రమభ్రమణమును సాధింపవచ్చును. మిగిలిన టర్నింగ్ వ్యాసార్థములకు చక్రములు కొంత దొర్లును; కొంత జారును [చూ. ఆటోమోటివ్ స్టీరింగ్]. ఎన్. ఎన్. నా. రా.

అగ్నిపర్వతములు : అగ్నిపర్వతము అను పదము పర్వత ఉపరిప్రదేశమును భూగర్భముతో కలుపుచు గొట్టము వలె ఉండు భాగమునకే శాస్త్రరీత్యా వర్తించును. దీనిని 'పైప్' అనియు, 'కండ్యూట్' అనియు పిలుతురు. దీని ద్వారా విరజిమ్మబడిన రాతి ముక్కలతో, వేడి వాయువులతో సహా పైకి ప్రవహించి, ముఖద్వారము చుట్టు ఘనీభవించిన శిలాద్రవము ఎత్తుగా పేరుకొని, పర్వతాకృతిని పొంది, 'అగ్నిపర్వతము' అని వ్యవహరింపబడును. దాని పై భాగమున పళ్ళెమువలెఉండు ముఖద్వారమునకు బిలము (క్రేటర్) అని పేరు. దానియందు వాన నీరు నిలుచుటచే తటాకము ఏర్పడును.



చిత్రము - 1

తూర్పు భూగోళార్ధమున కల అగ్నిపర్వతముల, ఇటీవలనే చల్లారిపోయిన అగ్నిపర్వతముల వ్యాపనమును చూపించు చిత్రము.

అగ్ని పర్వతము ప్రేలుటకు ముందు కొన్ని సూచనలు కనపడవచ్చును: 1. ఆ ప్రాంతమున చిన్న చిన్న భూకంపములు కలుగుట; 2. భూగర్భమునుండి అసాధారణ ధ్వనులు కొన్ని వినబడుట; 3. ఆ ప్రాంతమున, అచటి అనతి దూరమున కల ఊటజలములు వేడెక్కుట, ఊటలలోనే మార్పువచ్చుట; 4. బిలమునుండి, దాని పరిసరముల నుండి పలు రకముల వేడివాయువులు వెలువడుట; 5. బిలములో తటాకము ఉన్నచో, తటాకజలము వేడెక్కుట, అప్పుడప్పుడు మరుగుట.

అగ్నిపర్వతములు ప్రేలునపుడు భూగర్భమునుండి శిలాద్రవము, రాతి ముక్కలు వెలువడునని ఇపుడే చెప్పితిమి. శిలాద్రవము 'మాగ్మా', 'లావా' అని రెండు రకములు. భూగర్భములోనికి పోయినకొలది పెరుగుచుండు ఉష్ణము వలన అక్కడి శిలలు కరగి, శిలాద్రవముగ మారును. పైనున్న రాతి పొరల బరువుచే కలుగు ఒత్తిడి వలన అక్కడి వాయువులు శిలాద్రవములో మిశ్రితములు అగును. దీనినే 'మాగ్మా' అందురు. మాగ్మా పై పొరల లోనికి వచ్చినకొలది రాతిపొరల ఒత్తిడి క్రమముగా తగ్గుటచే దానిలో కలసి ఉన్న వాయువులు పైకి వచ్చును. ఇటుల వాయువులను కొంతవరకు పోగొట్టుకొనిన శిలాద్రవమునే 'లావా' అని పేర్కొందురు.

బిలమునుండి వెలువడు లావా వలన, రాతి ముక్కల వలన చుట్టుప్రక్కలు బీభత్సము పాలగుట అందరకు తెలిసినదే. బిలమునుండి వెలువడు ద్రవ్యములను బట్టి అగ్నిపర్వతములను మూడు రకముల క్రింద వింగడింపవచ్చును.

షీల్డ్ అగ్ని పర్వతములు : ఇవి తక్కిన రెండిటికన్న సాధుస్వభావము కలవి. వీటి నుండి వెలువడు 'లావా' కొంతపలుచగాఉండును. అందువలన దానిలో లీనములై ఉన్న వాయువులు త్వరగా బహిర్గతములు అగును. అది ఘనీభవించుట వలన ఏర్పడు వాలు (స్లోప్) అరుదుగా 10 - 12° వరకు ఉండవచ్చును. కాని, చాల తరుచుగా 2 - 6° మాత్రమే ఉండును. పలుచని లావా వేగముగ

చాల దూరము ప్రవహింపగలుగుటయే వాలు తక్కువగ ఉండుటకు కారణము. ఘనీభవించిన లావా మందము 6 - 7.6 మీ. వరకు ఉండును. అగ్నిపర్వతములనుండి లావా వెలువడునపుడు ఒక్కొకసారి పెక్కు చిన్న చిన్న ద్వారము (పారాసైటిక్ కోన్) లు ఏర్పడును. ఇవి మధ్యన ఉన్న పైప్‌తోనో, మాగ్మా ఉన్న ప్రదేశముతోనో కలసి ఉండును. ఒక్కొకసారి లావా ప్రవహించిన తరువాత అది మరల ప్రవహించుటకు చాల కాలము పట్టును. పెద్ద పెద్ద ఫీల్డ్ అగ్ని పర్వతములలో మాగ్మా భూమిలో పై భాగమునకు వచ్చినపుడు ఏర్పడు ఖాళీ ప్రదేశము పైన ఉన్న రాతిపొరల బరువును ఆపలేక పోవుటచే, ఆ రాతిపొరలు స్థానభ్రంశము చెంది క్రుంగి పోవును. అటుల క్రుంగిన ప్రదేశము వలయాకారమున గాని, అండాకారమున గాని చూపట్టును. అది చూచుటకు బిలము వలెనే ఉండి, దానికన్నను చాల రెట్లు పెద్దదిగ ఉండును. దానినే 'కాల్డారిన్' అనిఅందురు. మౌనలోవా, కిలౌ (హవాయీ దీవులు), ఎట్నా (సిసిలీ) అగ్ని పర్వతములు ఫీల్డ్ అగ్ని పర్వతములు.

ప్రేలుడు అగ్ని పర్వతములు: ఇవి చిన్నవి చిన్నవిగ ఉండును. వీటి చుట్టు రాతి ముక్కలు విరజిమ్మబడి, 25 - 40^0 వరకు వాలు చాల నిట్రముగ ఉండును. పర్వతము భూమట్టము నుండి రమారమి 300 మీ. ఎత్తు ఉండును. వీటి శిఖరములందు బిలములు గరాటులవలె ఉండును. వాయువులు వెలువడకుండ వీటి ముఖద్వారములందు శిలాద్రవము ఘనీభవించుటవలన, ఇవి వాయుప్రేషము ఎక్కువగుటతో ఒక్కసారిగ ప్రేలును. వాయుప్రేషము తక్కువగుటవలన గాని, ఘనీభవించిన శిలాద్రవము యొక్క మందము ఎక్కువగుటవలన గాని కొన్ని ఏండ్లపాటు ప్రేలుడు సంభవింపక పోవచ్చును. ప్రేలుడు అగ్ని పర్వతములు సాధారణముగ రాతి పొరలు విరుగునట్టి వాలుతలములు కల ప్రాంతములను అనుసరించి ఉండును. స్ట్రాంబోలీ (మధ్యధరా సముద్రప్రాంతము), క్రకటౌ (ఇండోనీషియా) అగ్ని పర్వతములు ప్రేలుడు రకమునకు చెందినవి.

మిశ్రమ అగ్ని పర్వతములు: ఇవి పై రెండు రకముల అగ్ని పర్వతముల స్వభావములతో కూడినవి. వీటిలో వాలు శిఖరాగ్రమువద్ద చాల నిట్రముగ (30 - 40^0), మిగిలిన చోట్ల చాల తక్కువగ ఉండును. వీటి నుండి వెలువడు శిలాద్రవము చిక్కగా ఉండి, బహుదూరము ప్రవహింపక ముఖద్వారము చుట్టుప్రక్కలనే రాయిగా ఘనీభవించుటవలన అచటి వాలు నిట్రముగ ఉండును. వీటివలన ప్రేలుడుల కన్న శిలాద్రవము వెలువడుటయే ఎక్కువ పర్యాయములు జరుగును; ప్రేలుడులు కూడ ఎల్లపుడు ఒకే విధమున ఉండవు. ఒంటరి రైనియర్ పర్వతము, గుంపులు గుంపులుగా ఉండు శాన్‌ఫ్రాన్సిస్కో శిఖరములు, అరిజోనా, వెసూవియస్ మిశ్రమ అగ్ని పర్వతములు.

అగ్ని పర్వతముల పరిసర ప్రదేశములలో భూమియందు ఏర్పడు పెక్కు పగుళ్ళనుండి పలుచని శిలాద్రవము వెలువడి, వాననీరువలె నేల వాలున ప్రవహించి, కొన్ని కి. మీ. విస్తరించి నిలిచి, అచటి భూనైసర్గిక స్వరూపమును పూర్తిగా మార్చి, సమతలములను గాని, పీఠభూములను గాని రూపొందించును. సాధారణముగ ఈ శిలాద్రవ (లావా) ప్రవాహ మందము 15 మీ. (ఒక్కొకసారి 90 మీ.), పొడవు 96 కి. మీ. ఉండవచ్చును. భారతదేశమున సుమారు 6,7 కోట్ల సంవత్సరముల క్రితము దక్కను పీఠభూమి పై విధమున ఏర్పడినదని విజ్ఞానుల విశ్వాసము. ఈ పీఠభూమిలో ఒక దానిపై ఒకటిగా 29

చిత్రము - 2

పశ్చిమ భూగోళార్ధమున కల అగ్నిపర్వతముల, ఇటీవలెనే చల్లారిపోయిన అగ్నిపర్వతముల వ్యాపనములను చూపించు చిత్రము.

శిలాద్రవ ప్రవాహములు కలవని తెలియవచ్చినది. బొంబాయి తీరప్రాంతమున వీటి మొత్తము మందము 2,000 మీ. పై బడి ఉన్నది. తూర్పువైపున మాత్రము వీటి మందము తక్కువ. ఐస్‌లాండ్, తూర్పు ఆఫ్రికా, కొలంబియా, వాయవ్య అమెరికా ప్రాంతములలో ఈ రకపు శిలాద్రవ ప్రవాహములు నేడు గోచరించును.

వేరు వేరు అగ్ని పర్వతముల నుండి రకరకముల వాయువులు, శిలాద్రవము, రాతి ముక్కలు వెలువడునని చెప్పితిమి. ఈ రాతి ముక్కలు పెక్కురకములు.

శిలా భస్మములు : అగ్ని పర్వతము ప్రేలునపుడు దాని నుండి అనేక వాయువులతో పాటు దుమ్ముకూడ వెలువడును. ఒక్కొకసారి ఈ దుమ్ము సూర్యరశ్మిని ఆటంకపరుపగల పెద్ద పెద్ద మొత్తములలో ఆకాశములోనికి చిమ్మబడి, సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయములు రంగు రంగులతో ఆశ్చర్యకరముగ కనిపించును. నీటి ఆవిరి కూడ భూగర్భమునుండి వెలువడి, నీరుగా మారి, ఈ దుమ్మును కలుపుకొని వేడి వరదగా పారును. ఈ బురద వరదలు ఏ దిక్కు నుండి వచ్చునో తెలియకపోవుటవలన అవి లావా ప్రవాహముల కన్న అధిక ప్రమాదకరములు.

టుఫ్ : పైన వివరించిన బురద ఎండి, రాయిగా గట్టిపడి నపుడు దానిని 'టుఫ్' అని అనెదరు. ఈ శిలలు పంక శిలలను పోలి పొరలు పొరలుగ ఉండును. బురదవరదలో మునిగి చనిపోయిన జంతువుల శిలాస్థులు ఈ రాతి పొరల నడుమ దొరకును.

స్కోరియా : నురుగులు గ్రక్కు శిలాద్రవము పై భాగమున ఘనీభవింపగా ఏర్పడిన శిలలకు 'స్కోరియా' అని పేరు. తనలో మిళితములై ఉన్న వాయువులు బహిర్గతములు కాకపూర్వమే శిలాద్రవము ఘనీభవించి, తదుపరి వాయువులు వెలువడునపుడు శిలలలో గుండ్రని రంధ్రములు ఏర్పడును. రంధ్రములు కల ఈ శిలలు మిగిలిన శిలల కన్న తేలిక.

ప్యూమిస్ : ఇది స్కోరియాను పోలి ఉండును. కాని, దాని కన్న తేలికైనది; బెండువలె నీటిలో తేలును; ప్రేలుడు అగ్ని పర్వతములనుండి వెలువడును. కొన్ని అగ్ని పర్వతపు ప్రేలుడులనుండి అపరిమితముగ వెలువడిన ప్యూమిస్ సముద్రముపై తేలుచు నౌకా ప్రయాణములను ఆటంకపరచును.

ఎగ్లామరేట్ : శిలా భస్మము, స్కోరియా, ప్యూమిస్ కలిసి ఏర్పడిన మిశ్రమ శిలనే 'ఎగ్లామరేట్' అని అనెదరు. ఇది చాల గట్టిది.

లాపల్లి : గులకరాళ్ళవలె ఉండు రాళ్ళను 'లాపల్లి' అని పిలుతురు.

అగ్ని బాంబులు : అగ్నిపర్వత శిఖరము నుండి ఆకాశములోనికి చిమ్మబడిన శిలాద్రవము గాలిలోనే ఘనీభవింపగా ఏర్పడు శిలలకు 'అగ్ని బాంబులు' అని పేరు. వీటి ఆకారపరిమాణములు శిలాద్రవము ఆకాశములోనికి విసరబడిన వేగము మీద ఆధారపడి ఉండును. ఇవి గోళాకారమున గాని, చుట్టిన నూలు కండెవలె గాని ఉండును.

పిలిజుత్తు : బిలమునుండి విరజిమ్మబడినపుడు శిలాద్రవము గాజువలె సన్నని గొట్టములుగ ఏర్పడి, జుత్తువలె కనిపించును. దీనికి 'పిలిజుత్తు' అని పేరు.

బ్రెఖియా : లావా ప్రవహించునపుడు మీది భాగము ముందుగా చల్లారి గట్టిపడును. దాని క్రింది భాగము ఇంకను ద్రవరూపముననే ఉండి ప్రవహించును. ఆ ప్రవాహపు కదలికవలన మీది భాగము విరిగి ముక్కలై క్రింది లావాతో కలిసి గట్టిపడి రాయి అగును. ఘనీభవించునపుడు లావా కొన్ని వంపులు కల ముక్కలుగ ఏర్పడును. వాటికి 'దిండు ముక్కలు' (బ్రెఖియా) అని పేరు. మిక్కిలి చిక్కని లావా నుండి గుండ్రని పూసలతోకూడిన శిలలు రూపొందును.

రాతి స్తంభములు, రాతిపలకలు : బురద ఎండినపుడు దానిలో కనిపించు పగుళ్ళవలె శిలాద్రవము చల్లబడి శిలలుగా మారునపుడు దాని పరిమాణము తరుగుటచే జనించిన తన్యత (టెన్షన్) వలన శిలలు బీటలు వేయును. ఇవి షట్కోణ స్తంభాకారముగ, క్రమబద్ధముగ కనిపించును. ఒకదాని కొకటి దగ్గరగా, ప్రకృతి సిద్ధముగ పేర్చబడినట్లు ఉండును. ఇవి రాతి స్తంభములు లేదా రాతి పలకలు అని పిలువబడును.

వాయువులు : అగ్నిపర్వతమునుండి వెలువడు వాయువులు అన్నిటిలోను ముఖ్యమైనది నీటి ఆవిరి. అది మొత్తము వాయురాశిలో 80 - 95% ఉండవచ్చును. శిలాద్రవములో నీటి శాతము, వాయువులలో నీటి ఆవిరి శాతము ముమ్మరముగ ఉన్నపుడు అగ్ని పర్వతస్ఫోటనము పెద్ద పెట్టున సంభవింపవచ్చును.

భూగర్భమున నీరు, నీటి ఆవిరి ఉండుటకు కారణములు: 1. భూమి పుట్టుకతో ఏర్పడిన నీరు భూగర్భమున నిలిచి పోవుట; 2. భూమి పుట్టుకతో వచ్చిన హైడ్రోజన్ గాలిలోని ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించుట; 3. భూమిపై ప్రవహించు నీరు క్రమేణ భూగర్భములోనికి ఇంకుట - అయితే, భూమిలో కొంత లోతునకు పోయిన తరువాత

శిలలలో బీటలు, పగుళ్లు ఉండవు. కనుక, పైన ప్రవహించు నీరు భూగర్భమువరకు ఇంక లేదని కొందరి అభిప్రాయము; 4. నీరు కల ఖనిజములతో మాగ్మా కలుషితము అగుట; 5. పెక్కు అగ్నిపర్వతములు సముద్రములకు చేరువగ ఉండుటవలన సముద్రపు నీరు లోనికి ఇంకుట - ఇది కొందరి అభిప్రాయము.

కొన్ని అగ్ని పర్వతములనుండి నీటియావిరితో సహా క్లోరీన్, గంధకము బహిర్గతములు అగును. ఈ రెండేకాక, హైడ్రోజన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్, హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్ వాయువు, మీథేన్, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ వాయువులు, అప్పుడప్పుడు ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, ఆర్గాన్, అమోనియా, హైడ్రో ఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ వాయువు, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వాయువు - ఇత్యాది వాయువులు కూడ వెలువడును. ప్రేలుడుతగ్గి అగ్ని పర్వతము చల్లారునపుడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ మాత్రమే ఉద్గమించును. పరమాణు శక్తి ద్రవ్యములు విచ్ఛిన్నమగుటవలన జనించిన ఉష్ణతచే భూమిలోనికి ఇంకిన సముద్రపు నీరు విసంయోజనము చెందిన ఫలితముగ ఆ వాయువులు కొన్ని పుట్టి ఉండును. వేడి మాగ్మా ఆ ప్రాంతపు సున్నపు రాళ్ళతో కలిసినపుడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ విడుదలయై ఉండును. ఇది ఒక్కొక్కపుడు అగ్ని పర్వతము ప్రేలుటకు దోహదము చేయవచ్చును. హైడ్రో కార్బన్ వాయువులు, గంధకపు వాయువులు మొదటినుండి మాగ్మాలో ఉండును.

బురద గుండములు : నూనె గనులు కాని, అగ్నిపర్వతములు కాని కల ప్రాంతములలో భూమట్టమున ఉండు గుండములనుండి ఒక్కొక్కసారి నీటి ఆవిరి, వేడి ఉప్పు నీరు, మీథేన్, ఇతర హైడ్రో కార్బన్ వాయువులు వెలువడును. ఇవి తమతోపాటు ఇసుక రేణువులను, మట్టి కణములను తీసికొని వచ్చి, గుండములకు నలువైపుల పేర్చుచుండుటచే కొంతకాలమునకు గుండములు కొండల ఆకారమును తాల్చును. ఇవియే బురదగుండములు. పై భాగమున మన్ను, ఇసుక ఎండి గట్టిపడి ఇవి భూమట్టము నుండి 9 - 12 మీటర్లు ఎత్తు పెరుగును. ఆ ప్రదేశమున భూకంపములు సంభవించినపుడు బురద గుండములు అగ్ని పర్వతములవలె ప్రేలును. ఇట్టివి బర్మాలో ఆరకాన్, యోమాపర్వతములకు రెండు వైపుల, హిమాలయములలోను, బెలూచిస్తాన్‌లో మెక్రాన్ తీరమున కలవు.

జలాంతర్గత అగ్నిపర్వతములు : అగ్ని పర్వతములు భూమిమీదనేకాక సముద్రగర్భమున కూడ కలవు. ఇవి భూమిమీద వాటికంటె చాల చిన్నవి. ఇందుకు బహుశః వీటికి తగినంత ఉష్ణము, శిలాద్రవము లేకపోవుటయే కారణము కావచ్చును. ప్రేలుడు హెచ్చుగా ఉండు అగ్నిపర్వతములు అట్లాంటిక్ దీవులలోను, పసిఫిక్ మహాసముద్రముననను కలవు. ప్రేలుడు అగ్నిపర్వతముల సంఖ్య భూమిమీద కంటె జలగర్భముననే ఎక్కువ. జలాంతర్గత అగ్నిపర్వతములు ప్రేలినపుడు వెలువడు శిలాద్రవము దిండ్లు పేర్చిన విధమున ఘనీభవించును. శిలాద్రవము, విరజిమ్మబడిన రాతి ముక్కలు కలసి క్రొత్త ద్వీపములుగ రూపుగొనును. పసిఫిక్ దీవులు చాలవరకు ఇటుల ఏర్పడినవే. జలాంతర్గత అగ్నిపర్వతములు ప్రేలినపుడు సముద్రతరంగములు విపరీతముగ వచ్చి కోస్తా ప్రాంతములను ముంచివేయును. ఇట్టివి జపాన్ తీరమున ఎక్కువ తరుచుగ వచ్చును.

అగ్ని పర్వతముల అంత్యదశ : అగ్ని పర్వతములు వాయుగుండములు (ఫ్యూమ్ రోల్స్)గ, వేడినీటిగుండములుగ, తదుపరి చన్నీటి ఊటలుగ మారి అనేక దశలలో క్షీణించును. వాయుగుండములనుండి గంధకపువాయువులు వెలువడుట నేపిల్స్ (ఇటలీ)లో నేడు కూడ కనవచ్చును. 1198 ప్రాంతమున అది ఒక అగ్నిపర్వతము. ఎల్లోస్టోన్ నేషనల్ పార్కులోని వాయుగుండములనుండి నేడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వెలువడుచున్నది; ఇది గుండము అడుగున చేరి, నీట కరగి, అందు దిగిన జంతుజాలమును చంపుచున్నది.

అగ్నిపర్వతములు - మానవ ప్రయోజనము : ఈ మాట విడ్డూరముగ, పరస్పర విరుద్ధముగ తోచుట ఆశ్చర్యకరము కాదు. కాని, అగ్నిపర్వతపు క్షీణదశలో దానినుండి వెలువడు శక్తిని స్వప్రయోజనములకు వినియోగించుకొనుట మానవుడు ఇటీవలనే నేర్చుకొనెను. ఇటలీలో రోమ్‌కు ఉత్తర దిశగ టస్కనీ ప్రాంతమున పూర్వముండిన అగ్ని పర్వతములు క్షీణించి నేడు వాయుగుండములుగ మారినవి. వీటినుండి వచ్చు నీటి ఆవిరిని విద్యుచ్ఛక్తిగ మార్చి దానిని అచటికి 90 కి. మీ. దూరమున ఉన్న ఫ్లారెన్స్, పీసానగరములకు సరఫరా చేయుచున్నారు. అగ్నిపర్వతములనుండి వెలువడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను తదితర వాయువులనుండి వేరుపరచి, దానిని శీతలీకరణ యంత్రములలో ఉపయోగించుట జరుగుచున్నది. అటులనే సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్, మీథేన్, హీలియమ్ మున్నగు వాయువులను కూడ వేరు చేసి వినియోగించుకొన యత్నములు సాగుచున్నవి. కామ్‌చట్కా, గ్రీన్‌లాండ్ వంటి శీతల దేశములలో కూరగాయల పంటకు కావలసిన ఉష్ణము వాయుగుండములనుండి నిర్గమించు నీటి ఆవిరినుండి

తీసికొనబడుచున్నది. కొన్ని అగ్నిపర్వతముల పైప్‌లలో వజ్రములు దొరకును. దక్షిణాఫ్రికాలో కింబర్లైట్ శిలలతో కూడిన పైప్‌లు వజ్రోత్పత్తికి ప్రసిద్ధికెక్కినవి. వాటితో పోల్చదగిన పైప్‌లు భారతదేశమున వజ్రకరూరులో కలవు. భూగర్భమున చిక్కి మానవునకు అందుబాటులో లేని పలు రకముల ఖనిజములు అగ్నిపర్వతములు ప్రేలినపుడు శిలాద్రవముతోపాటు భూమి ఉపరితలమునకు తేబడును. కాబట్టి, అగ్నిపర్వతములు మానవ ప్రయోజనములకు కొంత సహాయపడుచున్నవనుటలో విప్రతిపత్తి లేదు.

ఏ. వి. ఆర్. శాస్త్రి.

అగ్ని పర్వత శిలలు : చూ. అగ్ని శిలలు.

అగ్ని శిలలు : భూ పృష్ఠపు అడుగు పొరలు ఆగ్నేయ చైతన్యమునకు లోబడినపుడు జనించు అపార తాపమునకు అచటి శిలలు కరగిపోవుననియు, మాగ్మా అని వ్యవహరింపబడు ఆతప్త శిలాద్రవ్యము పై పొరలలోనికి చొచ్చుకొనివచ్చుననియు తెలిసికొంటిమి [చూ. పు. 143]. చలనశీలమైన ఈ మాగ్మా క్రమేణ చల్లబడి, ఘనీభవింపగా ఏర్పడు శిలలను 'అగ్నిశిలలు' అని అందురు. ఇవి ప్రాథమిక శిలలు.

విభాగములు : అగ్నిశిలలలో నిర్మాణరీత్యా మూడు విభాగములు కలవు :

నిమ్నస్థాయి (ప్లూటానిక్) శిలలు : ఇవి మాగ్మా లోలోతులలోనే క్రమముగా చల్లబడి ఘనీభవింపగా రూపొందినవి. లోలోతులలో మాగ్మాయొక్క తాపక్రమము, ప్రేషము చాల ఎక్కువగ ఉండుటవలన అది నెమ్మదిగా గాని చల్లబడి ఘనీభవింప లేదు. అందువలన ప్లూటానిక్ శిలలలో కణములు కొంతవరకు ముతుకగా, పెద్దవిగా ఉండును. అయితే, ఆ శిలలు స్వభావతః సమాన కణమయములై దట్టమైన కూర్పుతో గట్టిగా ఉండును. ప్లూటానిక్ శిలానిర్మాణము సందర్భానుసారముగ భిన్నమైన లోతులలో జరుగవచ్చును. భూతలముపై నేడు కనిపించు ప్లూటానిక్ శిలలలో అధికభాగము కొన్ని వందల మీటరులనుండి రమారమి 20 కి మీ. వరకు గల లోతులలో రూపొంది ఉండవచ్చును.

ఆగంతుక (హైపాబిస్సల్) శిలలు : ఇవి మాగ్మా శిలలను త్రోసికొనుచు పై పొరలలోనికి వచ్చి, మధ్యంతరపు లోతులలో ఘనీభవింపగా నిర్మితములైనవి. పై పొరలలోనికి వచ్చునపుడు మాగ్మా తన తాపక్రమమును, ప్రేషమును కొంత కోలుపోవును. అందువలన అది కొంత వేగముగ చల్లబడి ఘనీభవింప గలదు. కాబట్టి, హైపాబిస్సల్ శిలలు తరచుగ అసమానకణమయమైన పోర్ఫిరిటిక్ కూర్పు కలిగి ఉండును. అవి సాధారణముగ నాటుశిలలలోనికి చొచ్చుకొని, వాటి పరుపుకు విరుద్ధముగా గాని, అనుగుణముగా గాని ఘనీభవించును. నాటుశిలల విన్యాసమునకు విరుద్ధముగ ఉండునవి 'డైక్' లు అనియు, అనుగుణముగ ఉండునవి 'సిల్' లు అనియు పేర్కొనబడును.

అగ్నిపర్వత శిలలు : ఇవి లావా అను పేర అగ్నిపర్వత ముఖములనుండి నిర్గమించి భూతలమువద్ద ప్రకోపించిన మాగ్మా చల్లబడి ఘనీభవింపగా ఏర్పడినవి. భూమి ఉపరితలమున లావా అతివేగముగ చల్లబడి ఘనీభవించును. అందువలన అగ్నిపర్వత శిలలు తరచుగా సూక్ష్మకణమయములై ఉండును. అవి ఒకప్పుడు అస్ఫాటికమైన గాజు రూపముననో, గుప్త స్ఫటికాకృతులతోనో కనిపించవచ్చును.

పైన చెప్పిన లక్షణములను బట్టి, శిలలలోని ఖనిజముల సంపుటీకరణమును బట్టి పై మూడు రకములను వేరువేర గుర్తింపవచ్చును.

అగ్నిశిలల వర్గీకరణము: రాసాయనిక రచన ప్రకారము అగ్నిశిలలలో గల ప్రబల మూలద్రవ్యము ఆక్సిజన్. అగ్నిశిలలను అనేక ఆక్సైడ్‌ల రూపమున వ్యక్తీకరింపవచ్చును. ఈ ఆక్సైడ్‌లలో ప్రధానమైనది సిలికా ($Si\ O_2$). శిలలలో దాని బరువు 35% నుండి 75% వరకు మారుచుండవచ్చును. సిలికా పరిమాణములోని వ్యత్యాసమును అనుసరించి అగ్నిశిలలను నాలుగు వర్గములుగ విభజింపవచ్చును. ఆమ్లక అగ్ని శిలలలో సిలికా 66% కంటె ఎక్కువ ఉండును. ఇవి సిలికా విషయమున అతి సంతృప్తములు; మధ్యమ అగ్నిశిలలలో సిలికా 55% నుండి 66% వరకు ఉండును; క్షారక అగ్నిశిలలలో సిలికా 45% నుండి 55% వరకు ఉండును. పైవి రెండును సిలికా విషయమున సంతృప్తములు; అతిక్షారక అగ్నిశిలలలో సిలికా 45% కంటె తక్కువ ఉండును. ఇది సిలికా విషయమున న్యూన సంతృప్తములు.

సిలికా తరువాత అగ్నిశిలలలో ఎక్కువ విరివిగా ఉండు ఆక్సైడ్ అల్యూమినా (Al_2O_3); దాని పరిమాణము 12% నుండి 18% వరకు మారవచ్చును. ఇనుము, కాల్సియమ్, పొటాసియమ్, మగ్నిషియమ్, సోడియమ్ ధాతువుల ఆక్సైడ్‌లు కూడ వేరువేరు రాశులలో ఉండును. అగ్ని శిలల వర్గీకరణము పట్టికరూపమున ఎదురుపుటలో చూపబడినది. అందు ప్రముఖములైన పెద్ద రకములు మాత్రమే చేర్చబడినవి. పట్టికను పరిశీలించినచో క్రింది విషయములు విశదము కాగలవు.

అగ్నిశిలల వర్గీకరణము

	అతి సంతృప్త (ఆమ్లక) ములు			సంతృప్త (మధ్యమ, క్షారక) ములు			న్యూన సంతృప్త (అతిక్షారక) ములు		
	1	11 క్వార్ట్జ్ + ఫెల్డ్ స్పార్		111 ఫెల్డ్ స్పార్ లు			IV ఫెల్డ్ స్పార్ + ఫెల్డ్ స్పాతోయిడ్ లు	V ఫెల్డ్ స్పాతోయిడ్ లు	VI మాఫిక్ లు (ప్రబలము)
ప్రధాన ఖనిజములు	క్వార్ట్జ్	ఆర్థోక్లేజ్ (ప్రబలము)	ప్లాజియోక్లేజ్ (ప్రబలము)	K—Na ఫెల్డ్ స్పార్ (ప్రబలము)	Na—Ca ఫెల్డ్ స్పార్ (ప్రబలము)	Ca—Na ఫెల్డ్ స్పార్ (ప్రబలము)			
నిమ్నస్థాయి (ప్లూటానిక్) శిలలు	క్వార్ట్జ్ ఈనెలు	గ్రానైట్	గ్రానోడియోరైట్	సైనైట్	డయోరైట్	గాబ్రో	నెఫిలీన్ సైనైట్	ఇజోలైట్	పైరోక్సనైట్, డునైట్, పిక్రైట్, పెరిడోటైట్.
ఆగంతుక (హైపాబిస్సల్) శిలలు		గ్రానోఫైర్ ఫెల్సైట్		అప్లైట్ లు పోర్ఫిరైట్ లు	లాంప్రోఫైర్ లు				
అగ్నిపర్వత శిలలు		రియోలైట్	డాసైట్ తారురాయి	ట్రాకైట్	ఆండెసైట్	బసాల్ట్ టాకిలైట్	ఫోనోలైట్	లూసిటోఫైర్	ఆలివీన్ బసాల్ట్, లింబర్గైట్.
			అబ్సిడియన్						

ఆమ్లక, మధ్యమ అగ్నిశిలలలో క్వార్ట్జ్, ఫెల్డ్‌స్పార్ ఖనిజములు ప్రబల స్థానమును ఆక్రమించి, వాటి లేత రంగులు ఆ శిలలకు ఆపాదించును. కావున, అవి ధవళ కాంత (లూకో క్రాటిక్) శిలలు అనబడును.

క్షారక, అతిక్షారక అగ్నిశిలలలో నీలవర్ణ (మాఫిక్) ఖనిజములు ప్రబలస్థానమును ఆక్రమించి, వాటికి తమ నలుపు రంగును ఆపాదించును. కావున, అవి కృష్ణకాంత (మెలనోక్రాటిక్) శిలలు అనబడును. మాఫిక్ ఖనిజములవలన ఈ శిలలకు ఉన్నత విశిష్ట గురుత్వము కూడ అలవడును.

గ్రానైట్ : ఆమ్లక అగ్నిశిలలలో ఎక్కువ తరుచుగను, విస్తరించియును దొరుకునది గ్రానైట్. దీనిలో క్వార్ట్జ్, పొటాష్‌ఫెల్డ్‌స్పార్‌లు, ఆల్బైట్ ప్రధాన ఘటక ఖనిజములు. బయోటైట్, హార్న్ బ్లెండ్ లేదా అరుదుగా ఆగైట్ ఉపాంగ మాఫిక్ ఘటక ఖనిజములు. ఇది సంపూర్ణ స్ఫటికాకృతి కలది; ఒకే మాదిరినుండి పెద్ద పరిమాణము కల కణములు కలది; గట్టిగా, దృఢముగా ఉండును; సులభముగా చతురస్రాకారపు లేదా దీర్ఘచతురస్రాకారపు దిమ్మలుగ పగులును; లేత బూడిదరంగు మొదలు ఊదారంగువరకు పెక్కు చాయలలో గాని, తెలుపుగా గాని ఉండును. ప్రకృతిలో తగరము, టంగ్‌స్టన్ నిక్షేపములతో కలసి మెలసి దొరకును. భవననిర్మాణ శిలగా గ్రానైట్ అత్యంత అపేక్షణీయమైనది.

గాబ్రో : క్షారక ప్లూటానిక్ శిలలలో ఎక్కువ తరుచుగా దొరకునది గాబ్రో. దీనిలో పైరాక్సీన్, ప్లాజియోక్లేజ్ ప్రధాన లాక్షణిక ఘటకములు. ఇది కూడ సంపూర్ణ స్ఫటికాకృతి కలది; ఒక మాదిరినుండి పెద్ద పరిమాణము (సుమారు 5 సెం. మీ.) కల కణములతో నిర్మింపబడును; అతి కఠినమైన సాంద్రశిల.

బసాల్ట్ : క్షారక అగ్నిపర్వత శిలలలో గాబ్రోకు సమానమైనది బసాల్ట్. దీనిని సాధారణముగ నల్లశానపు రాయిగ గుర్తింపవచ్చును; ప్రాధాన్యములో దీనిని మించగలుగునది ఒక్క గ్రానైట్ మాత్రమే; యావత్ప్రపంచమున గల అగ్నిపర్వత శిలలలో విస్తృత వ్యాప్తి చెందినది. భారతదేశమున దక్కను పీఠభూమి అంతయు దక్కను ట్రాప్‌లు అను క్షారక అగ్నిపర్వత శిలలతో నిండి ఉన్నది. వాటిలో అనేక రకముల బసాల్ట్ శిలలు గుర్తింపబడినవి.

అతి క్షారక అగ్నిశిలలలో ప్లూటానిక్ రకములు మాత్రమే ప్రధానములైనవి. అవి తరుచుగా క్రోమైట్, మాగ్నటైట్, నికెల్, ప్లాటినమ్ నిక్షేపములతో సమ్మిళితమై ఉండును.

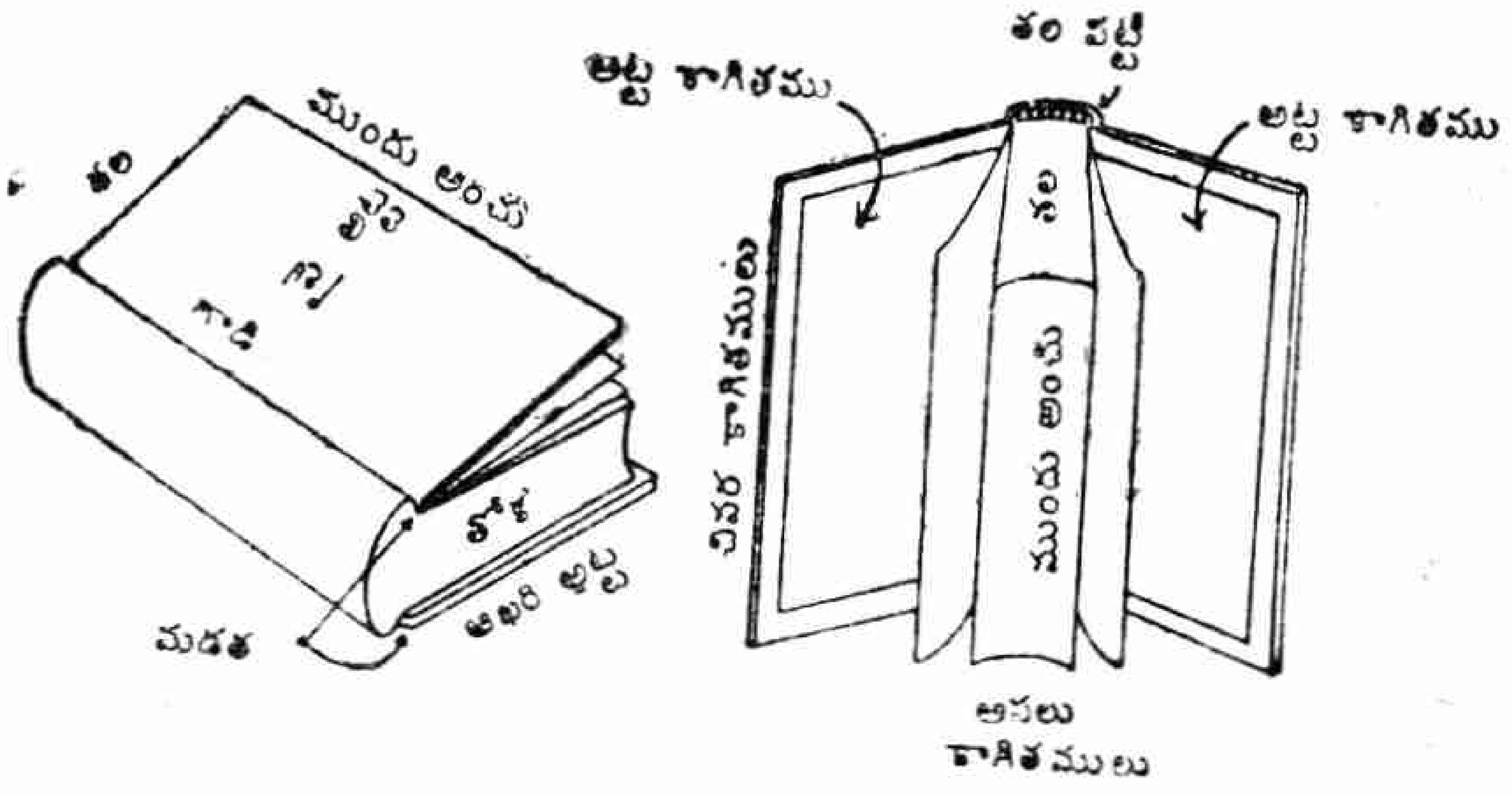
భూ పృష్ఠము యొక్క ఆయతనములో అత్యధిక భాగమును అగ్నిశిలలే ఆక్రమించి ఉండును. అయితే, అవి తరచుగ పంక, రూపాంతర శిలల పొరల క్రింద మరుగు పడి ఉండును. ఎమ్. శ్రీ. రా.

అగ్ని సహమృత్తికలు : చూ. బంకమన్నులు.

అటామిక్ ఎనర్జీ ఎస్టాబ్లిష్‌మెంట్ : చూ. భాభా అటామిక్ రిసెర్చి సెంటర్.

అట్ట కట్టుట (బైండుచేయుట)**:** వ్రాత ప్రతులను, ముద్రిత గ్రంథముల పత్రములను చెదలు పట్టకుండా, క్రిమి కీటకాదులు తినివేయకుండా, చదువుటకు వీలుగా సంపుటీకరించి వాటికి రక్షణ కల్పించు కళ 'అట్ట కట్టుట (బైండు చేయుట)' అనబడును. ముద్రణ వ్యాపారమున పుస్తకములకు అట్టకట్టుట ఆఖరి దశ. ముందు దశలలో జరిగిన జాప్యము ఈ దశలో ఆదా చేయబడుటకు యత్నింపబడును.

అట్ట కట్టుట - రకములు : పూర్ణ, అర, పావు, చెక్, మెత్తని (ఫ్లెక్సిబుల్), గట్టి (హార్డ్) బైండింగు మొదలగునవి అట్టకట్టుటలోని వివిధ రకములు. వీటిలో ప్రతి దాని



అట్టకట్టుటలో వివరములు

యందు ప్రత్యేక సాంకేతిక విధానము అనుసరింపబడును. పూర్తి తోలు బైండింగులో ఒకే తోలు ముక్కతో సంపుటము కప్పబడును. అర తోలు బైండింగులో సంపుటపు వెన్ను, మూలలు తోలుతోను, ప్రక్క భాగములు గుడ్డతోను కప్పబడును. ఇందు పనియొక్క నాణ్యమునుబట్టి తోలు, గుడ్డల పరిమాణములు మారుచుండును. పావు తోలు బైండింగునందు సంపుటముయొక్క వెన్నుమాత్రమే తోలుతో కప్పబడును. పుస్తకము అట్టకట్టుటకు ఉపయోగించు తోళ్ళు: మేక చర్మము (మొరాకో); దూడ చర్మము (కాఫ్ లేదా రస్సియా); గొర్రె చర్మము (రోవాన్, బసిల్, స్కివర్); వీటి అన్నింటిలోను మొరాకో తోలు నాణ్యమైన బైండింగుకు ఎన్నిదగినది.

పూర్తి గుడ్డ బైండింగులో గ్రంథము ఒకే గుడ్డ ముక్కతో కప్పబడును. పావుగుడ్డ బైండింగులో గ్రంథము

వెన్ను భాగము గుడ్డపట్టీతోను, ప్రక్కలు కాగితములతోను కప్పబడును. కట్ - ఫ్లష్ బైండింగులో ప్రక్కలు గుడ్డతో గాని, కాగితముతో గాని కప్పబడును. ఖావిలో ఖరీదయిన తోలుతోను, గుడ్డతోను బైండు చేయుటకన్న చౌకగా కాగితముతోనే బైండుచేసి పాఠకులకు పుస్తకములను అందజేయుటయే మంచిదని విజ్ఞుల అభిప్రాయము.

బైండు చేయుటలో లైబ్రరీ పద్ధతి, జాబ్ బైండింగు, ఎడిషన్ బైండింగు, కరపత్రముల బైండింగు (పాంప్లెట్ బైండింగు), బ్లాంక్ బైండింగు అనబడు వివిధ రకముల అట్టకూర్పు పనులు కలవు. లైబ్రరీ పద్ధతిలో గ్రంథములను విడి విడిగా చేతితో బైండు చేయుదురు. మిశ్రములైన చిన్న చిన్న పనులుగా చేయబడు అట్టకూర్పులు జాబ్ బైండింగు అనబడును. క్రొత్తగా అచ్చయిన పుటలను పుస్తకముగా సంపుటీకరించుట ఎడిషన్ బైండింగు అనబడును. దీనిని ప్రచురణ కర్తల బైండింగు (పబ్లిషర్స్ బైండింగు) అని కూడ అందురు. ప్రస్తుతము ఎడిషన్ బైండింగు యంత్రములచే చేయబడుచున్నది. కరపత్రముల బైండింగు (ప్లాంప్లెట్ బైండింగు) నందు పై కవర్ అట్టలు గుడ్డతో కాక కాగితముతోనే కప్పబడును. బ్లాంక్ బైండింగు పెద్ద పెద్ద చిట్టా, ఆవర్జా పుస్తకములకు (ఎకౌంట్ పుస్తకములు) చేయబడును. ఇది బరువైన లావుపాటి పెద్ద పుస్తకములకు వాడుదురు. ప్లాస్టిక్ బైండింగు, వైర్ బైండింగు, కార్డ్ బైండింగు, రింగు బైండింగు, స్ప్రింగు చానల్ బైండింగు నేడు వాడుకలో ఉన్న యాంత్రిక విధానములు. పరిశుద్ధమైన అట్టకూర్పు పనిలో పత్రములను కుట్టకయే వెనుక భాగమున జిగురుతో ఒక దానితో ఒకటి బంధింపబడునట్లు చేయబడును. ఇది పరిశుద్ధ అట్టకూర్పరి (పర్ఫెక్ట్ బైండరు) అనబడు యంత్రముచే నిర్వహింపబడును. ఇది స్వతశ్చలన యంత్రము. దీనికి అందించబడు పత్రములు అన్నియు బైండు చేయబడి పుస్తక రూపమున వెలువడును.

ఆధునిక బుక్ బైండింగు (కరపత్రముల బైండింగు, ఎడిషన్ బైండింగు)లో అన్ని పనులు యంత్ర సహాయమునే నిర్వహింపబడుచున్నవి. అట్టకూర్పుపని సాంకేతిక పరిజ్ఞానములో మార్పులు క్రమక్రమముగా వచ్చుచున్నవి. జిగురుల వాడుక మినహాయించి బైండింగునందు ఉన్న యంత్రములను అభివృద్ధి పరచుకొనుట, వివిధ ప్రక్రియలను సమన్వయపరచుట జరుగుచున్నది. ఇప్పటికిని కాగితములను మడచుట (ఫోల్డింగు), పుటలు క్రమముగా కూర్చుట (గేదరింగు), కుట్టుట, అదుముట, మూడు అంచులు కోయుట (కట్టింగు మెషీన్‌తో), వెన్ను సరిచేయుట వంటి బైండింగులో తారసిల్లు పనులు చేతితోనే చేయవచ్చును.

ఇటీవల బైండు చేయు యంత్రములో వచ్చిన అభివృద్ధి ప్రణాళికా బద్ధముగా పనిచేయు (ప్రోగ్రామ్డ్ గిల్లొటిన్) యంత్రసాధనమును రూపొందించుట; దీనిలో అనేక నూతన సౌకర్యములు ప్రవేశపెట్టబడుటచే చేయవలసిన పనిని సులభముగను, శీఘ్రముగను పూర్తిచేయుటకు, అంచులను కోయుటలో మార్పుకు మంచి అవకాశము ఏర్పడినది. ప్రక్కలను ఎత్తుటకు (సైడ్‌లిఫ్ట్) గాలి ప్రవాహపు బల్లలు యంత్రములో అమర్చుటకు అవకాశము కలదు. ఈ రకపు గిల్లొటిన్ యంత్రములో రెండు ప్రధాన ప్రయోజనములు కలవు. సక్రమముగ కోత పడుట, నూతన కార్యక్రమమునకు యంత్రమును ఒక సారి సవరించి ఉంచుకొనిన తరువాత, తిరిగి తిరిగి సవరించుకొనుట అవసరము లేకపోవుటచే కాలము వృథా కాకపోవుట. అధునాతన నమూనాలలో ట్రాన్సిస్టార్ ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్‌లను ఉపయోగించుట ద్వారా పనిచేయని భాగములను తొలగించి క్రొత్త వాటిని ప్రతిష్ఠేపించి ఉత్పత్తిలో జాప్యము జరగకుండా చూడవచ్చును.

చిమ్మటలు, బొద్దింకలు పుస్తకములను నాశనము చేయును. షెల్లాక్, సెల్యులోస్ నైట్రేట్, పోలీ విసైల్, ఆసిటేట్ ఎమల్షన్, లిన్సీడ్ ఆయిల్, వార్నిష్ వంటి ఏ వార్నిష్ పూత పూసినప్పటికి పుస్తకములు సురక్షితములు అగును. వీటిలో పలుచగా ఉండి, త్వరితముగా ఆరిపోయి, ముడతలు పడకుండ చేయు స్వభావము గల మొదటి రెండింటిని ఉపయోగించుట మంచిది. వి. కె. శ్రీ.

అడ్ హెసివ్‌లు : రెండు లేదా ఎక్కువ తలములను ఒకే తలముగా ప్రవర్తించునట్లు అతుకుటకు ఉపయోగపడు పదార్థమును 'అడ్ హెసివ్' అని అందురు. వీటిని బంకలు, జిగురులు, గోదులు అని కూడ వ్యవహరింతురు. ప్రాచీనులకు అడ్ హెసివ్‌ల వినియోగమున మంచి నిపుణత కలదని నిరూపించుటకు మధ్య ప్రాచ్యములోని గుహా చిత్రములు, భారతదేశములోని అజంతాకుడ్య చిత్రము (ఫ్రెస్కో) లును సాక్ష్యములు. సముద్రపు ఓడలలోనికి నీరు రాకుండ చేయుటకు ప్రాచీనులు శిలాజిత్తు (బిటుమిన్) వాడిరి. కోడిగ్రుడ్డు సొనతో బంగారురేకును కాగితమునకు అంటించు పద్ధతిని ప్లినీ వివరించెను. చేపల నుంచి, జింక కొమ్ములనుంచి, జున్నునుంచి బంకను తయారు చేయుట 11 వ శతాబ్దిలోనే జరిగినది. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున పాలవిరుగు (కెసీన్) [చూ.] నుంచి తయారు చేసిన జలనిరోధపుజిగురులు విమాన

నిర్మాణమున ఉపయోగింపబడెను. కృత్రిమ జిగురులకు గల మేలిగుణముల వలన ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున వాటిని పలు క్రొత్త, క్రొత్త వాడకములలో ప్రవేశపెట్టిరి. అతి ముఖ్యమైన అడ్ హెసివ్ లు దిగువ పేర్కొన బడినవి :

స్టార్చి అడ్ హెసివ్ లు : ఆరోరూట్, కర్ర పెండలము (కసావా), బంగాళాదుంప, గోధుమ, వరిబియ్యము, మొక్కజొన్న మొదలగువాటి పిండి నుండి తయారైనవి.

ప్రొటీన్ అడ్ హెసివ్ లు : జంతువుల గోదు, చేపల గోదు, కెసీన్ గోదు, సోయాబీన్ గోదు, వేరుశనగ పిండి ఉడికించి తయారు చేసిన జిగురులు, ఆల్బుమిన్ (గ్రుడ్డు లోని) జిగురులు మొదలగునవి.

సహజముగా దొరుకునవి : తుమ్మ బంకలు, రెసిన్ లు [చూ.], మైనములు, ఓడకీలు (అస్ ఫాల్ట్), శిలాజిత్తు, రబ్బరులు.

అర్ధసంయోజితములు (సెమి సింథటిక్స్) : ఆక్సీకరింప బడిన ఓడకీలు, సంస్కరింపబడిన టానిన్ లు, సెల్యులోస్ ఈతర్ లు, సెల్యులోస్ ఎస్టర్ లు.

సంయోజిత రెసిన్ లు : రబ్బరులు, మైనములు.

ఒక నిర్దిష్ట ప్రయోజనమునకు పనికివచ్చు అడ్ హెసివ్ లకు క్రింది లక్షణములు ఉండవలెను. తలమునకు పూయ బడునపుడు తగినంత ద్రవముగ నుండి, తల పదార్థమును తడిపి, గట్టిపడిన తరువాత వాడకమునకు కావలసిన బలమును, వంపుదలను ఇచ్చునవి గాను, తగు మన్నికను ఇవ్వగలవి గాను ఉండవలెను. నిర్మాణపు అడ్ హెసివ్ లు ఎడ తెగని పెద్ద భారములకు వీడిపోకూడదు. కలియగట్టు అడ్ హెసివ్ లు పెద్ద భారములు ఏమియు మోయకుండ అట్టి తలములను కూడగట్టును. మిగిలినవి నీటిని లోనికి రానీయకుండ చేయుటకు చెక్కలమధ్య ఒత్తుటకును, సీలు చేయుటకును వాడబడును. వాటిని కుంచెతో పూయ వచ్చును; స్ప్రే చల్లవచ్చును; పొర్లింప వచ్చును; (పొడి) చల్ల వచ్చును; తాపీతో రాయవచ్చును.

అడ్ హెసివ్ లతో రెండు ధాతు తలములను అతుకుట చాల విధముల లాభకారి. అవి తలములను పరస్పరము తాకకుండ చేసి, వాటి క్షయమును నివారించును. రివెట్లు, బోల్టులు వాడినపుడు ఏర్పడు కేంద్రీకృతశక్తులు మొత్తపు అడ్ హెసివ్ తలమంతట ప్రసరించి, తఫీమని విడిపోవుటను నివారించును. అడ్ హెసివ్ తో మూయబడిన ప్యాకేజీలో తేమ చొరలేదు. అంటుకొను విధము యాంత్రికము కాని, రాసాయనికము కాని లేదా రెండిటి మిశ్రమము కాని కావచ్చును. యాంత్రిక సంశ్లేషలో అడ్ హెసివ్ తలముల లోని చిన్న రంధ్రములలో ప్రవేశించి, వాటిలో కుదురుపడి తగు బలమును ఇచ్చును. అణువుల పరస్పరాకర్షణ ఫలితమే రాసాయనిక సంశ్లేష. అడ్ హెసివ్ ల తయారీకి కొన్ని సులువైన ప్రక్రియలు క్రింద పేర్కొనబడినవి.

మొక్కజొన్న, జొన్న, బంగాళాదుంప, కర్ర పెండలము, సగ్గుబియ్యము, గెనుసు మొదలగు దుంపల, ధాన్యముల పచ్చిపిండి ఒక వంతు రెట్టింపు క్షారపు నీటితో కలిపి, ఆ మిశ్రమమును 5 పాళ్లు మరుగునీటిలో ఉడికించవలెను. తరువాత మైలుతుత్తము, సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ మున్నగు సంరక్షకద్రవ్యములను తగు పాళ్ళలో చేర్చిన నిల్వకు వీలగును.

డెక్స్ట్రిన్ గాని, ఆమ్ల, క్షార, ఎన్ జైమ్ లలో దేనితో నైన స్వల్పస్థితికి తెచ్చిన పచ్చిపిండిని గాని తగుపాలు నీటి తోను, సంరక్షక ద్రవములతోను కలిపి వాడవచ్చును. పై పిండిపదార్థములకు ఫీనిల్, సాలిసిలిక్ ఆసిడ్, తైమోల్, జింకు క్లోరైడ్ మున్నగునవి సంరక్షక పదార్థములు.

మ్యూసిలేజ్ లు : తుమ్మ (అరబిక్) జిగురు, గట్టి జిగురు, డ్రాగకాంత్, ఎలెమీ, జాంజిబారు జిగురులు, చన్నీరు గ్లిసరాల్ తోగాని, గ్లైకోల్ తోకాని మిశ్రముగా వాడనగును. అవిసెగింజలు, చింత పిక్కలు, క్వింస్ (సీమ దానిమ్మ) విత్తులు, గుర్ లోకస్ట్ చిక్కుడు పిక్కలు, సముద్రపు మొక్కలు, ఐరిష్ మాస్ - వీటినుంచి కూడ జిగురులు తయారుచేయ వీలగును.

గోదులు (గ్లూ) : జంతువుల ఎముకలనుండి, చర్మ ములనుంచి ఉడుకబెట్టినవి. వీటిని నీటిలో సుమారు 5 గంటలు నానబెట్టి, వెడి చేసి, గ్లిసరీన్ కలిపి వాడుదురు.

ప్రొటీన్ గోదు : నీటిలో కరగు కెసినేట్ ను కరగించి, బోరాక్స్ (వెలిగారము) ను సంరక్షకముగా కలుపుదురు. ఇటులనే గ్రుడ్డులోని ఆల్బుమిన్ నుంచి, వేరుశనగ, సోయాబీన్ ప్రొటీనులనుంచి కూడ తయారు చేయవచ్చును.

సిమెంటు జిగురులు : సిమెంటు జిగురులు తయారు చేయుటకు రకరకముల ద్రావణములు వినియోగింప బడును. అట్టి జిగురులలో ప్రధానములైనవి : అల్యూమినియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో కలిపిన తుమ్మ (అరబిక్) బంకలు; ఆసిటిక్ ఆసిడ్ లో కలిపి అవిసె నూనెతోగాని, కర్పూరతైలము (టర్పెంటీన్) తోగాని, రోసిన్ లతోగాని మిశ్రితము చేసిన గోదు; సోడియమ్ సిలికేట్ ద్రావణమునందో, వెలిగారము (బోరాక్స్) ద్రావణమునందో కలిపిన కెసీన్ ; ఈతర్ లో కరగించిన కోపాల్ జిగురు; ఆల్కహాల్ - ఈతర్ మిశ్రమములో గాని, ఆమిల్ ఆసిటేట్ లో గాని, ఆసిటోన్ - ఈతర్

మిశ్రములో గాని కరగించిన సెల్యులాయిడ్ ; కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ద్రావణములో కరగించిన రబ్బరు, రోసిన్, మైనము లేదా వాటి మిశ్రములు ; క్లోరోఫారమ్‌లో కరగించిన రబ్బరు ; అవిసెనూనెలో గాని, దానితో కలుపబడిన కర్పూర తైలము లేదా వార్నిషులో గాని, ఆల్కహాల్ - నవాసారములో గాని కరగింపబడిన మాస్టిక్ బంక ; కార్బన్ డై సల్ఫైడ్‌లోగాని, ఆల్కహాల్ - నవాసారమిశ్రములోగాని కరగించిన షెల్లాక్ (లక్క) లేదా ఇస్లింగ్లాస్ ; టర్పెంటీన్‌లో గాని, అవిసెనూనెలో గాని, వార్నిషులలో గాని, వీటి మిశ్రములలో గాని కరగించిన షెల్లాక్ - రోసిన్‌లు (విడిగా గాని, మిశ్రములుగా గాని).

ప్రస్తుతము సంయోజితముల ద్రావణములు అడ్‌హెసివ్‌లుగ విరివిగా వాడబడుచున్నవి. పై ద్రావకములను గాని, పై యౌగికములను కరగింపగ వచ్చు ద్రవములను గాని, బేరియమ్ సల్ఫేట్, ఆస్‌బెస్టాస్, చీనా బంకమన్ను, గాజుపొడి, గ్రాఫైట్, సున్నము, లితార్జి, మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్, జింకు ఆక్సైడ్, ప్యూమిస్ రాయి, ప్లాస్టర్ ఆవ్ పారిస్, గంగసింధూరము, వైట్‌లెడ్ మున్నగు ఫిల్లర్‌లతో కలిపి సిమెంటు జిగురులను తయారు చేయవచ్చును.

క్రింద చెప్పిన సిమెంటులు తయారుచేయుట సులభము : 1. కోడి గ్రుడ్డు సొన కలిపిన ప్లాస్టర్ ఆవ్ పారిస్‌వంటి ద్రవ్యము ; 2. అవిసె నూనెతో కాని, దానితో తయారు చేసిన వార్నిషుతో గాని కలిపిన సున్నము, లితార్జి, గంగసింధూరము, వైట్‌లెడ్ ; 3. అవిసెనూనెతో కాచిన రబ్బరు, అంబరు, రోడ్‌పిచ్, రోసిన్, గట్టాపెర్చా, పంది క్రొవ్వు - ఆసిడ్ ప్రూఫ్ సిమెంటుగా, నీటిని చొరనీయని సిమెంట్‌గా వీటిని వాడుదురు ; 4. గంధకము - ఇసుకతో కాచినది - ఆసిడ్‌కు నిలబడు సిమెంటు ; 5. ఆక్సిక్లోరైడ్ సిమెంటులు : జింకు క్లోరైడ్‌ను గాని, మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్‌ను గాని వాటి ఆక్సైడ్ ఫిల్లరులతో కలిపిన వచ్చు సిమెంటులు. పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటు, సున్నపు పూత, రోమన్ సిమెంటు, కీన్ సిమెంటు, నగల సిమెంటు, కంటి అద్దపు సిమెంటు, పండ్ల సిమెంటు, తోలు సిమెంటు, రబ్బరు సిమెంటు - ఇవి రకరకములు. వీటికి బదులు సింతటిక్ సిమెంట్లు వాడుకలోనికి వచ్చుచున్నవి. వాడకమునకు ఎన్నిక చేయుటకు ముందు రకరకముల పరీక్షలు చేయుదురు.

నవీన వినియోగములు : అడ్‌హెసివ్‌ల నవీన వినియోగములలో ధాతురేకులు అంటించుట ; నేయబడని గుడ్డల తయారీ ; ఒత్తిడికి అంటుకొను అడ్‌హెసివ్ టేపుల నిర్మాణము ; లామినేషన్ పద్ధతి ప్రకారము ప్లైవుడ్, పేపర్‌బోర్డు, మిషన్ బెల్టులు, మోటారు కారులలో వాడు సేఫ్టీగ్లాస్ మున్నగునవి తయారుచేయుట ముఖ్యములైనవి.

ధాతురేకులు అంటించుట : ఇది ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున విమాననిర్మాణమున తలుపులు, రాక్‌లు, కాబినెట్‌లు మున్నగువాటిని తేలికగను, బలముకలవిగను తయారు చేయుటకు వాడుకలోనికి వచ్చెను. ధాతుపొడిని కలిపి విద్యుత్ ప్రసారమునకు పనికివచ్చు వస్తువుల తయారీకి కూడ వాడబడెను.

నేయబడని గుడ్డల తయారీ : ఇందు దారమును అనుకూలమగు అడ్‌హెసివ్‌తో సహా ఒత్తిడికి గురిచేయుదురు ; ఇటుల దారమును నేయుటకు పట్టు విశేష కాలము కలిసి వచ్చును. అయితే, ఈ పద్ధతి కొన్ని రకముల వస్త్రములకు మాత్రమే వినియుక్తమగుచున్నది. అది విస్తరింపబడినచో జవుళీ పరిశ్రమ ప్రస్తుత స్వరూపమే మారిపోవును.

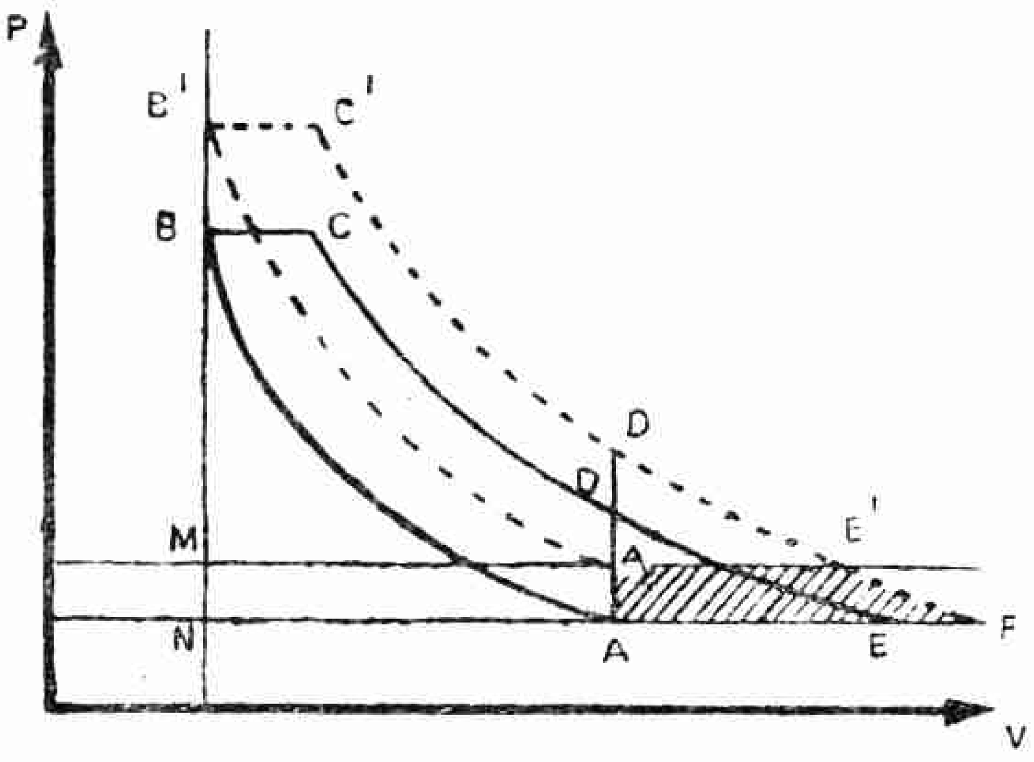
ప్లైవుడ్ నిర్మాణమునకు 1963 లో భారతదేశమున 3,300 టన్నుల కృత్రిమ రెసిన్‌లు తయారైనవి. 1961 లో భారతదేశమున 76 టన్నుల కేసీన్, 1,368 టన్నుల యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు, 524 టన్నుల ఫీనోల్ ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు ఉత్పత్తి చేయబడినవి. జి. వెం.

అతిభరకము (సూపర్ ఛార్జర్) : సాంద్రత తరచుగా మారిపోవు వాతావరణములో పనిచేయు రెండు, నాలుగు దెబ్బల ఇంజనుల సిలిండరును వాయుభరితము (ఛార్జి) చేయుట ఒక క్లిష్ట సమస్య. మాటవరుసకు ఒక విమానపు ఇంజనును తీసికొందము. ఆ ఇంజను పైకి పోవుచున్న కొలది గాలి సాంద్రత పలుచబడుచుండును ; ఇంజనులోనికి ప్రవేశించు గాలి యొక్క ద్రవ్యరాశి తగ్గుచుండును. అందువలన అతి శీఘ్రముగా దాని గమనశక్తి, వేగము పడిపోవును. విమానము తన శక్తిని, వేగమును నిలబెట్టుకొనవలెనన్న సిలిండరును చాలినంత మేరకు వాయు భరితముచేసి, సాధారణ పరిస్థితులను - అనగా నేల మట్టము మీది పరిస్థితులను - కల్పించుట అత్యావశ్యకము. ఎంత ఆవశ్యకమో అంత మేరకు వాయు భరితము చేయుటయో, అంతకన్న ఇంచుక హెచ్చుగా చేయుటయో పరిస్థితిని బట్టి నిర్ణయించు కొనవలెను. ఏమైనను సిలిండరును కొంతవరకు అతిభరితము (సూపర్ ఛార్జిడ్) చేయుట అనివార్యము. అతిభరణము (సూపర్ ఛార్జింగ్) ఆచరణ సాధ్యమైనది. ఏ ఆవృత్తిలో పనిచేయు రెండు, నాలుగు దెబ్బల ఇంజనులకైన అనువర్తింపజేయదగినది మాత్రమే కాదు ; ప్రసిద్ధి కెక్కిన పెక్కు ఇంజనులలో అది ఒక విశిష్ట లక్షణము కూడ అయినది.

సిలిండరును అతిభరితము చేయుటకు రెండు పద్ధతులు కలవు. ప్రధాన ఇంజనులచే నడపబడు కంప్రెసర్ల ద్వారా చేయుట తొలిపద్ధతి. ఇట్టి కంప్రెసర్లకు రూట్స్‌బ్లోయర్, స్లైడింగ్ వేన్, గేర్ పంపు అనునవి కొన్ని ఉదాహరణములు. ప్రధాన ఇంజను అతిభరకమును నడపునపుడు కొంత ప్రత్యక్ష నష్టము కలిగి, అతి భరణమువలన పూర్తి ప్రయోజనము చేకూరక పోవచ్చును.

నిర్గమన గాస్ టర్బయినులచే నడపబడు కంప్రెసర్ల ద్వారా చేయుట మలి పద్ధతి. ఉదా : విమానపు ఇంజనులను వాయుభరితము చేయుటకు ఆచార్య రాటేవు రూపొందించిన పరికరము. దీని మధ్యనుండు ఒక భ్రమణకము (రోటార్) గాలిని గ్రహించును. కంప్రెసర్‌కు గురిచేయబడిన పిదప ఆ గాలి పరికరము కొననుండి సిలిండరుకు అందింపబడును. అవసరమగు అంతిమ ప్రేషమును బట్టి ఒకే కంప్రెసర్‌ను గాని, శ్రేణిరూపమున కొన్ని కంప్రెసర్లను గాని ఉపయోగింపవచ్చును. ఈ విధమున నిర్గమన వాయువులలోని శక్తిని సద్వినియోగము చేసికొన్నచో శక్తిలో నికరపు లాభమును పొందవచ్చును.

క్రిందనున్న $p - v$ చిత్రమును పరిశీలించినచో అతిభరకమును వినియోగించుటవలన కలుగు ఫలితములు స్పష్టపడును.



$p - v$ చిత్రము

1. ముషలకము (పిస్టన్) యొక్క ఒకే స్థానాంతర చలనమునకు అతిభరకమును వాడనప్పటికంటె వాడినప్పుడు హార్స్ పవర్ ఎక్కువగ లభించును. సిలిండరులోనికి పోవు గాలి ద్రవ్యరాశి ఏ నిష్పత్తిలో పెరుగునో, ఇంచుమించు అదే నిష్పత్తిలోనే హార్స్‌పవర్ కూడ పెరుగును ; 2. గాలి ద్రవ్యరాశి ఏ నిష్పత్తిలో పెరుగునో, రమారమి అదే నిష్పత్తిలో ఆవృత్తిలో అన్నిచోట్ల ప్రేషము కూడ పెరుగును.

వైశాల్యము $ABCD = NA$ పొడవున చూషణ, నిర్గమనములతో కూడిన సాధారణ ఆవృత్తి.

DEA = నిర్గమన వాయువుల నుండి సాధింపదగు పని.

$A'B'C'D'$ = అతి భరణముతో కూడిన ఆవృత్తియందు చేయబడిన పని.

ME' = నిర్గమన వాయువులను వినియోగించు ఇంజనుకు సరఫరా అగు ప్రేషము.

వైశాల్యము $A'E'FA$ = వాయువుల నుండి లభ్యము కాగల పని. వి. వి. ఎల్. రా.

అతుకుట : చూ. టంకము వేయుట.

అద్దకపు రంగులు : చూ. వర్ణద్రవ్యములు.

అద్దకము : చూ. వస్త్ర పరిశ్రమ.

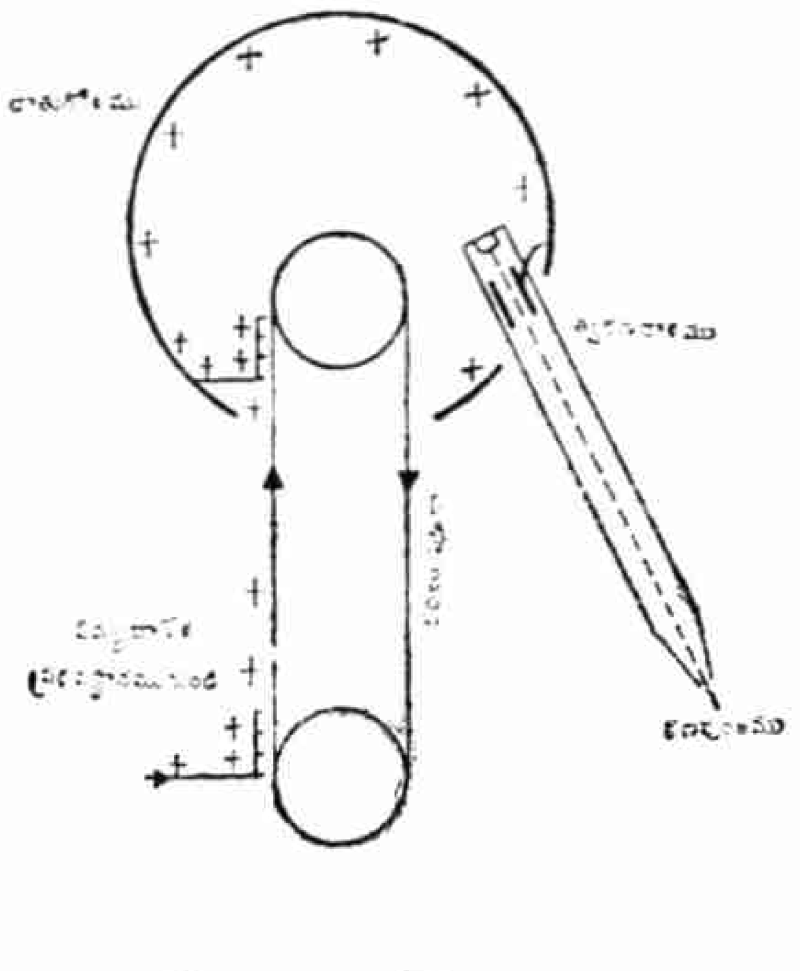
అధిక వోల్టేజి త్వరణమాపి : ద్రవ్యరాశి ప్రాథమిక కణములతో నిండి ఉండును. ఈ ద్రవ్యరాశి యొక్క స్వభావము పూర్తిగా అర్థము చేసికొనుటకు మొట్టమొదట ఈ ప్రాథమిక కణముల స్వభావమును గురించి తెలిసికొనుట అవసరము. ప్రాథమిక కణముల కోవకు చెందిన వానిలో ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, పోజిట్రాన్, న్యూట్రాన్, మీసాన్, ఫోటాన్ మొదలగునవి కలవు. వీనిని సాధించుటకై 'అధిక వోల్టేజి కల త్వరణ మాపి (హెవీ వోల్టేజి పార్టికల్ ఆక్సిలరేటర్)' అను పరమాణు విదళన యంత్రము నిర్మింపబడినది. ఈ యంత్రము పరమాణువులనే కాక, పరమాణువులలోని ప్రాథమిక కణములను కూడ ఛేదించగలదు. కణ విదళనకు సంబంధించిన విజ్ఞానము నేడు భౌతిక శాస్త్రమున సంచలనమును సృష్టించి ప్రధాన భూమికను నిర్వహించుచున్నది. అత్యంతాధికమైన వోల్టేజితో ఈ విదళన యంత్రములు పనిచేయును.

కేంద్రక భౌతికశాస్త్ర (న్యూక్లియర్ ఫిజిక్స్) రంగమున పరిశోధనలలో చాలవరకు అత్యంత శక్తియుక్తమైన కణములకే ప్రసక్తి కలదు. దీనికి కారణము ఈ కణముల యొక్క కాంతి పుంజములు ఒక శక్తిమంతమైన సూక్ష్మదర్శనివలె పని చేయును. అట్టి కిరణ పుంజములు కేంద్రక నిర్మాణములోనికి కూడ చొరబడి, మనకు పరిశీలనావకాశమును కల్పించ గలవు. ఈ ప్రాథమిక కణ శక్తులను 'మేవ్' (పదిలక్షలు) ల లోను, 'బేవ్' (ఖర్వము - లక్ష కోట్లు) ల లోను సాధారణముగా కొలుతురు.

ఈ విధమైన గురుతర శక్తులను సృజించుట సులభసాధ్యము కాదు. అట్టి ఉద్యమమును సంకల్పించిన మొట్టమొదట 'ట్రాన్స్ ఫార్మరు' మన ఊహలో నిలుచును. ఒక ట్రాన్స్‌ఫార్మరు 100 వోల్టుల ఏ. సి. ని, 10,000 వోల్టుల ఏ. సి. కి మార్చగలుగుతే, దానికన్న శక్తిమంతమైన వేరొకటి 10,00,000 ల వోల్టులకు మార్చగలదని సామాన్యముగా ఊహించవచ్చును. కాని, అది సరియైన ఊహ కాదు. లక్ష వోల్టుల కంటె అధికమైన శక్తికి వచ్చు

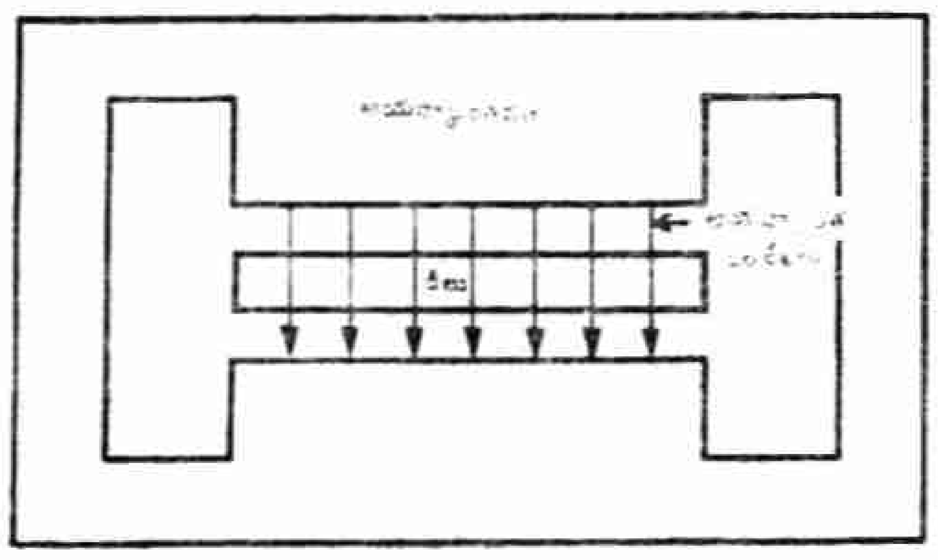
సరికి ట్రాన్స్‌ఫార్మరు తీగెలపై ఆచ్ఛాదన (ఇన్సులేషన్) చెడిపోయి, తీగె చుట్టలో ప్రక్కప్రక్క తీగెల నడుమ విద్యుత్తు ప్రవహించవచ్చును. దీనిని నిరోధించుటకు మార్గములను వెదుకవలసిన అవసరము ఏర్పడును. ఆధునిక ప్రయోగశాలలలో అధిక వోల్టేజీలు సాధించుటకు ఆచరించు కొన్ని మార్గములు క్రింది వివరించబడినవి:

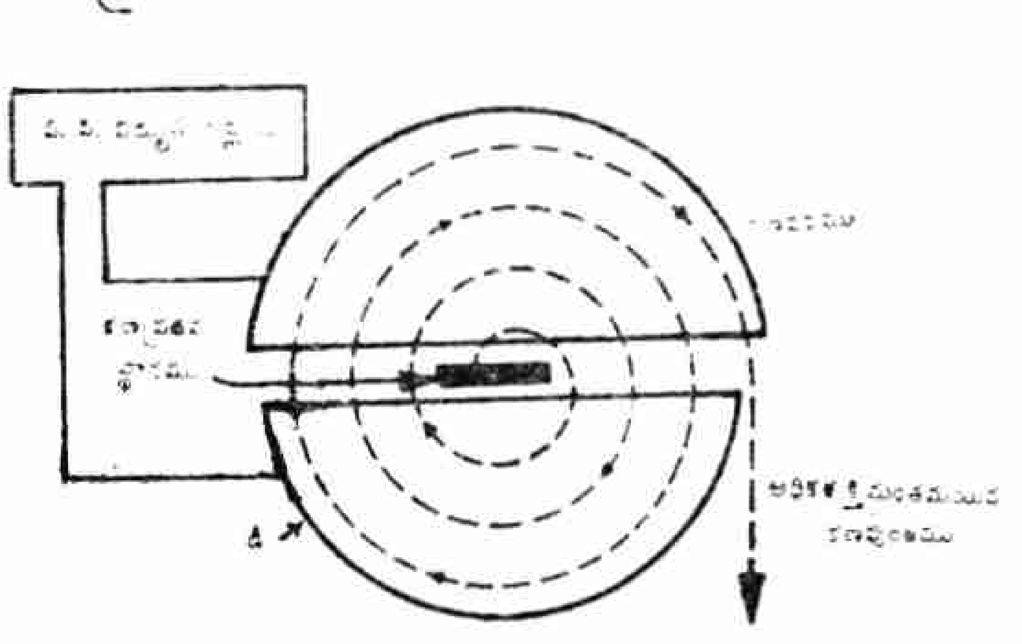
వాన్ డి గ్రాఫ్ జనిత్రము: నిర్మాత గౌరవార్థము ఆయన పేరుమీదనే ఈ యంత్రము వ్యవహరింపబడుచున్నది. ఇది సుమారు 10 మేవ్‌ల శక్తిని జనింపజేయగలదు. దీని నిర్మాణము ప్రక్క పటములో చూడనగును. చలించుచున్న పటకామీద చల్లబడిన 'విద్యుదావేశములు' శిరోభాగమునకు వచ్చి, అక్కడ గోళముపైన ప్రోగుపడును. అధికాధిక విద్యుదావేశములు గోళముపై ప్రోగుపడిన కొలది గోళమునకు, భూమికి నడుమ ఉన్న విద్యుచ్ఛక్తి అధికమగును. చివరకు ఈ శక్తి వ్యత్యాసము అనేక కోట్ల వోల్టులవరకు పెరుగును. 'త్వరణ నాళిక (ఆక్సిలరేటింగ్ ట్యూబ్)' లో సంగ్రహించిన 'అధమ శక్తి కణములు' ఈ విధముగా అధిక ప్రాబల్యములకు ఉద్ధరింపబడి, అనేక మేవ్‌ల శక్తితో మరల ఆవిర్భవించును. ఈ విధమైన కణ త్వరణ యంత్రము సరళమైన నిర్మాణము కలది. ఈ యంత్రములో ఉత్పత్తి చేసిన కిరణ పుంజములలో శక్తిని చక్కగా నియంత్రింపవచ్చును. అందువలననే ఇది అల్ప శక్తివర్గములకు చెందిన కేంద్రక పరిశోధనలలో ఎక్కువగా ఉపయోగింపబడుచున్నది.



వాన్ డి గ్రాఫ్ జనిత్రము

సైక్లోట్రాను: సైక్లోట్రాను వాన్ డి గ్రాఫ్ జనిత్రము కంటె విభిన్నమైన సూత్రము ఆధారముగ పనిచేయును. ప్రక్క పటములోని అయస్కాంత క్షేత్రము ఆవేశిత కణములను 'డి'ల లోపల వలయ మార్గములలో తిరుగునట్లు చేయును. అయస్కాంతము కణములను వృత్తమార్గములలో ఉంచుటకు ప్రయత్నించగ, కేంద్రాపసారి బలము ఆ కణములను విసురుటకు ప్రయత్నించును. ఈ విభిన్న శక్తులు ఏకకాలములో పని చేయుట ఫలితముగా 'సర్పిల మార్గములు' ఉత్పన్నము అగును. ఈ 'డి' లను అధిక పౌనఃపున్యము గల ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమునకు కలుపుదురు. అందువలన 'డి' ల యొక్క మధ్య ప్రదేశమునకు కణములు వచ్చిన వెనువెంటనే ఆ 'డి' ల యొక్క ధ్రువ స్వభావములో మార్పు జరుగును. అప్పుడు 'డి' ల నడుమన ఉన్న వోల్టేజి కణములను స్వల్పముగా త్వరింపజేయును. మరియొక అర్ధవలయము పూర్తి చేసిన కణములు కొద్దిగా త్వరితపరుపబడును. ఈ విధమైన వందలాది పరిభ్రమణములలో ఆవర్తి - విద్యుత్ప్రవాహము యొక్క పారంపర్య ఆఘాతములచే ఈ కణములు 30 నుండి 40 మేవ్‌ల శక్తి వరకు సంచయించుకొనగలవు.





సైక్లోట్రాను

సైక్లోట్రానులోని కణములు అధిక శక్తులను సంపాదించుకొనుటకు ద్రవ్యరాశుల యొక్క సాపేక్ష ప్రవర్ధకత అవరోధమై, ఏకైక లోపముగా పరిణమించినది. ఈ లోపములను గురించి ఐన్‌స్టయిన్ శాస్త్రజ్ఞుని 'సాపేక్ష సిద్ధాంతము'లో విపులముగా తెలియును. ఈ సిద్ధాంతము వింతగా కనిపించినప్పటికి, దీనిలోని సత్యము ప్రయోగాత్మకముగా రుజువు అయినది. ఐన్‌స్టయిన్ యొక్క ప్రసిద్ధ సమీకరణములో కణము యొక్క ద్రవ్యరాశి 'm', 'గమనవేగము' 'v' అయినప్పుడు:

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1-(v^2/c^2)}}$$

అను సమీకరణము సిద్ధించినది. ఈ సమీకరణములో కణము స్థిరముగ ఉన్నప్పుడు పదార్థము m_o, కాంతివేగము c, గమనవేగము (v) కాంతివేగము (c) ను సమీపించిన కొలది, కుడిప్రక్క భిన్నములోని హారము తగ్గుచుండును. అప్పుడు ద్రవ్యము (m) అధికమగుచుండును. ఈ విధముగా త్వరితగమనములో ఉన్న కణము, మంద గమనములో ఉన్న కణముకన్న అధిక భారము కలిగి ఉండును. ఉదా: ఒక ఎలక్ట్రాను గాని, పరమాణువు గాని, ఆటోమొబైల్ గాని సెకనుకు $2 \cdot 98 \times 10^8$ మీటర్ల వేగమున పోయిన, అది స్థిరముగా ఉన్నప్పుడు కంటె పదిరెట్లు ఎక్కువ బరువును కలిగి ఉండును. ఇంతకంటె

అధికమైన వేగముతో పోగలిగిన ద్రవ్యము ఇంకను అధికమగును. ఇది కాంతివేగముతో సమానముగ పోగలిగిన నాడు, సమీకరణము ప్రకారము దీనిలోని పదార్థము 'అనంతము' అగును. అనంతమైన ద్రవ్యము అవాస్తవికము గనుక భౌతిక శాస్త్రకారులు కాంతి వేగమును ఎవ్వరూ సమీపించలేరని చెప్పి, ఈ ఉపపత్తిని సమర్థింతురు.

ఈ సిద్ధాంత విశేషములకు, సైక్లోట్రానుకు సంబంధము ఏమిటని పర్యాలోకనము చేయవలసి ఉన్నది. 30 మేవ్ లకు వచ్చినప్పుడు సైక్లోట్రానులో దాదాపు కణములు అన్నీ పరాపేక్షకములుగా మారును. అంటే, అప్పుడు కణముల లోని ద్రవ్యము అధికమై, భారవంతమగుచుండును. 'డి' లలో ఒక అర్ధవలయము పూర్తిచేయుటకు భారమైన కణము, లఘుకణముకంటె ఎక్కువ కాలము తీసికొనును. ఈ భారమైన కణము 'డి'ల ఆంతర ప్రదేశమునకు సకాలములో చేరలేదు. అందుచేత అది ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహముయొక్క ప్రేరణమునకు అందదు. ఈ విధముగా కణము ఆంతరభాగమును చేరు వేగము మందగించిపోవును. ఈ లోపమును సవరించుటకు 'సంయోజిత పౌనఃపున్యము' (ఫ్రీక్వెన్సీ మోడ్యులేటెడ్) కలిగిన సైక్లోట్రాను పునర్నిర్మింపబడినది. ఈ యంత్రములో ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహముయొక్క పౌనఃపున్యము తగ్గించుటచేత, అధికమగు ద్రవ్య భారము సరిచూచుకొనునట్లుగా కణములు త్వరిత త్వరితముగా పరిభ్రమించును.

సంయోజిత పౌనఃపున్యము గలిగిన ఈ సైక్లోట్రానులో దాదాపు 500 మేవ్ ల శక్తి వరకు లభించును. నాలుగున్నర మీటరులు, అంతకన్న ఎక్కువ వ్యాసము కలిగిన 'డి' లతో ఉన్న ఇట్టి యంత్రములు అధిక సంఖ్యలో ఉన్నవి. దీనిని బట్టి ఈ యంత్రములయొక్క గురుతర ప్రమాణము ఊహింపవచ్చును.

బీటాట్రాన్: బీటాట్రాన్ వలన 300 మేవ్ ల వరకు శక్తిని పొందవచ్చును. బీటా కిరణము ప్రరోచనము వలన పనిచేయుటచే దీనికి 'బీటాట్రాన్' అను పేరు వచ్చినది. అవ్యవహితముగా పరివర్తన చెందు గరిమ కలిగిన అయస్కాంత క్షేత్రములో ఈ ప్రరోచన ఎలక్ట్రానులు వృత్తమార్గములో చలించును. దీనివలన ఇచ్చట విద్యుచ్చాలక బలము సృష్టింపబడును. విద్యుచ్చాలక బలము ఎలక్ట్రానులు చరించే వృత్తమార్గముతోనే ఉండునట్లుగా అయస్కాంత క్షేత్రము సంఘటింపబడును. ఈ కారణముచే ఎలక్ట్రాను త్వరయింపబడును. అయస్కాంత క్షేత్రము 'గరిష్ఠ పరిమితి'ని అందుకొనువరకు ఎలక్ట్రాను శీఘ్రాతిశీఘ్రముగా సంచరించి, అధికాధిక గతిశక్తిని సంచయించుకొనును [చూ. సం. 2 - పు. 511].

సింక్రోట్రాన్: లక్ష కోట్లు 'ఎలక్ట్రాను వోల్టు' లను ఉత్పత్తిచేయు ఆశ్చర్యజనకమైన 'కాస్మోట్రాన్', 'బీవాట్రాన్' రకములు 'సింక్రోట్రాన్' అనబడును. సింక్రోట్రాన్‌లో బీటాట్రాన్‌లోవలె కణములయొక్క మార్గము సర్పిలములలో కాక, వృత్తమార్గములో ఉండును. సింక్రోట్రాన్‌లోని మార్గమును 'డఫ్‌నట్' అనబడే పుటాకారపు ధాతుభాగము కప్పును. ఈ ధాతుభాగములో 'బైట్' అనబడే చిన్న 'ఛిద్రము' కల్పింపబడును. ఈ ఛిద్రమునకు అడ్డముగా ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము కలుపబడును. మొదట ఈ సింక్రోట్రాన్ బీటాట్రాన్‌వలెనే కణములను రెండు మేవ్ ల శక్తివరకు త్వరితపరుచును. అప్పుడు ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహ క్షేత్రము కల్పింతురు. ఈ క్షేత్రమువలన అనేక వేల వోల్టుల పరిమితిలో ఉన్న శక్తి పరిమాణములు నియత కాలికముగా సముద్భవమై 300 అంతకన్న ఎక్కువ మేవ్ ల మేరకు చేరుకొనును.

వి. వి. ఎల్. రా.

అధిచూషణ (అడ్‌సార్ప్షన్): ద్రావణముల నుండి కాని, వాయువుల నుండి కాని ప్రత్యేక ద్రవ్యములను తమ ఉపరితలముపై సాంద్రీకరించగల కొన్ని ఘన ద్రవ్యముల సామర్థ్యమును ఉపయోగించు ద్రవరాశి పంపకము అను ప్రక్రియకు 'అధిచూషణ' అని పేరు. ఇటుల వాయువులలోని, ద్రవములలోని పదార్థములను వేరుచేయ వీలగును. 'అధి చూషణ' అను సంకల్పమందు ఇటీవల పెక్కు నూతన భావములు ప్రవేశపెట్టబడినవి. గాలిని, ఇతర వాయువులను పొడిగా చేయుటకును; కార్బన్ డైఆక్సైడ్ [చూ.] వంటి పారిశ్రామిక వాయువులనుండి దుర్వాసనలను, మలినములను తొలగించుటకును; గాలి, ఇతర వాయువుల విలీన మిశ్రములనుండి విలువగల ద్రవ బాష్పములను తిరిగి సంపాదించుటకును; హైడ్రో కార్బన్ వాయు మిశ్రములను ఆంశికముగా వేరు చేయుటకును అధిచూషణ ప్రక్రియ అంత్యంతోపయుక్తముగా ఉన్నది. పెట్రోల్‌లో విలీనమై ఉండు తేమను తొలగించుట; పెట్రోలియమ్ ఉత్పన్నముల, చక్కెర పానకముల రంగును విరిచి వాటిని తెలుపుచేయుట; ఆరోమాటిక్, ఆలిఫాటిక్ శాఖలకు చెందిన హైడ్రో కార్బన్‌లను వేరుచేయుట మొదలగునవి అధిచూషణ ప్రక్రియ సహాయమున ద్రవస్థితిలో జరిపింపబడు పృథక్కరణలకు దృష్టాంతములు.

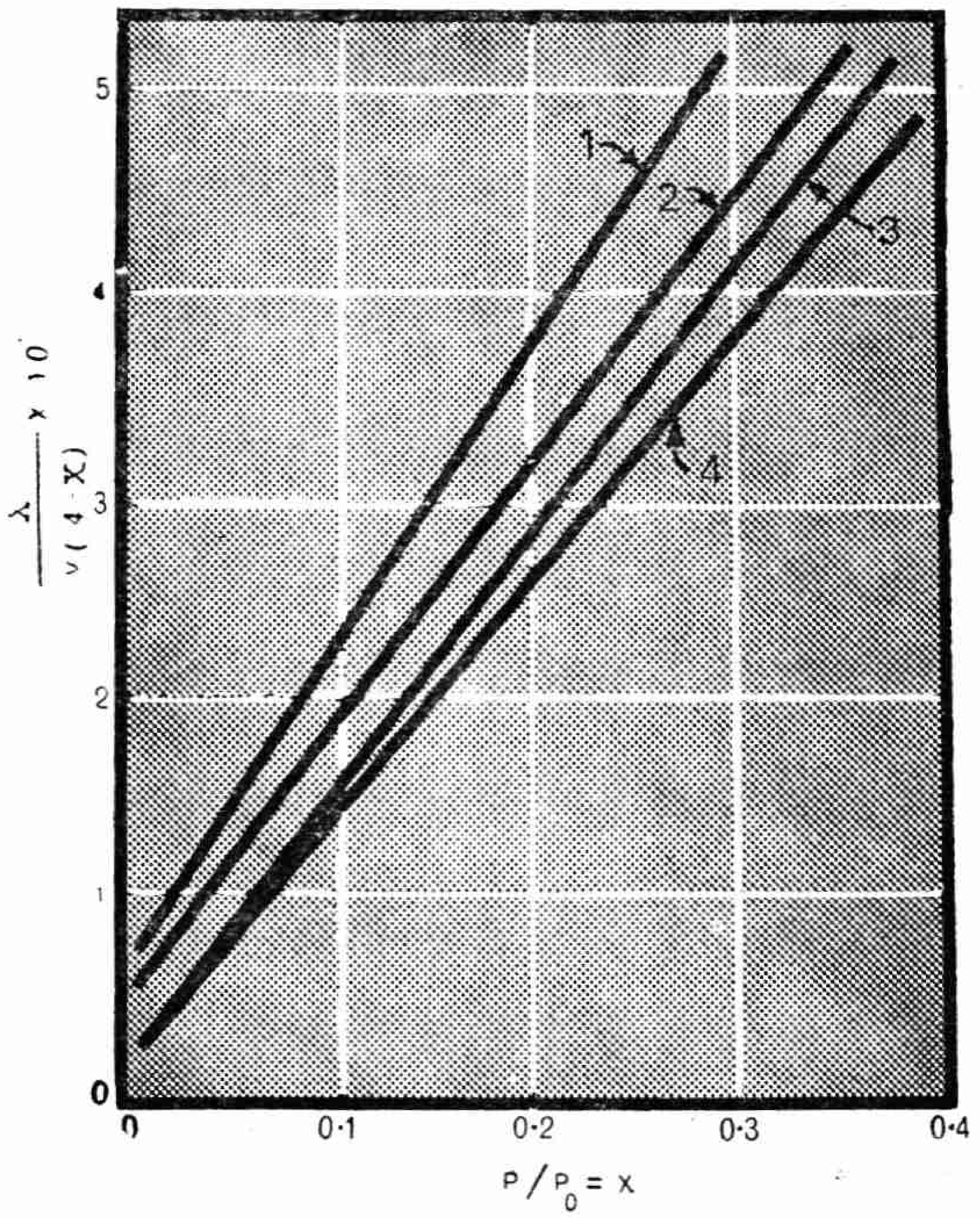
అధిచూషణ రకములు : అధిచూషణలో రెండు రకములు కలవు. మొదటిది భౌతిక లేదా ఫాన్ డెర్ వాల్ అధిచూషణ; రెండవది 'కెమిసార్ప్షన్' అను రాసాయనిక అధిచూషణ. భౌతిక అధిచూషణ వెనుకకు త్రిప్పగలుగు సులభసాధ్య సంఘటన. ఘనద్రవ్యాణువుల, అధిచూషిత ద్రవ్యాణువుల మధ్యనుండు అంతరాకర్షణ బలముల ఫలితమే భౌతిక అధిచూషణ. అధిచూషించు ఘన ద్రవ్యము, అధిచూషింపబడు ద్రవ్యము - ఈ రెండిటి మధ్య జరుగు రాసాయనిక చర్యయొక్క పర్యవసానమే కెమిసార్ప్షన్.

కెమిసార్ప్షన్ ప్రక్రియయందు ఇమిడియుండు బంధన శక్తులు భౌతిక అధి చూషణయందు పనిచేయు వాటికన్న ఎక్కువ శక్తిమంతములు. అందు విడివడు వేడిమి రాసాయనిక ప్రతిక్రియయందు విడుదలయగు దానితో సమానస్థాయిలో ఉండును. ప్రక్రియ రేటు సాధారణముగ మందముగ ఉండును. దీనిపై తాపక్రమముయొక్క ప్రభావము అధికము. కెమిసార్ప్షన్ సాధారణముగ వెనుకకు త్రిప్పరాని ప్రక్రియ. ఉపరితలమునుండి విడివడిపోయిన ద్రవ్యము తరుచు రాసాయనికపు మార్పులు చెందును.

పెక్కు పారిశ్రామిక వినియోగములకు తోడు భౌతిక అధిచూషణకు రంధ్రములు కలిగిన లేదా సూక్ష్మముగా విభక్తమైన ఘనద్రవ్యముల ఉపరితల వైశాల్యమును కొలుచుట; ప్రేరక ద్రవ్యములయొక్కయు, అధిచూషక ద్రవ్యముల యొక్కయు సూక్ష్మరంధ్రముల సైజు రీతిని అంచనావేయుట అను రెండు ప్రధానోపయోగములు కలవు. రాసాయనిక ప్రేరణ కార్యములందు కెమిసార్ప్షన్‌కు విశిష్ట ప్రాధాన్యము ఉన్నది.

అధిచూషణ సమతులిత స్థితులు : అధిచూషణకు సంబంధించిన వివరములు సమతులిత స్థితిని గురించిన కొలతలకు అవకాశము ఇచ్చును. అధిచూషణ సంఘటనలను వివరించుటకు సిద్ధాంత బాహుళ్యము ఉన్నను, ఏ ఒక సిద్ధాంతము ప్రత్యవేక్షణల పరంపరను సంతృప్తికరముగ వివరింపలేకపోయెను. అందువలన తరచుగ కానవచ్చు అధిచూషణ లక్షణములను మాత్రమే సంగ్రహముగ తెలిసికొందము.

ప్రత్యేకవాయువుల, బాష్పముల అధిచూషణ : ఒక ఘన ద్రవ్యముపై వాయువుయొక్క లేదా బాష్పము యొక్క అధిచూషణను వర్ణించుటకు అధిచూషణ సమతాప రేఖ (అడ్‌సార్ప్షన్ ఐసోథెర్మ్) ఉపయోగపడును. అధిచూషణ సమతులిత స్థితిని గురించిన వివరములను నిర్ణయించుటకు తగు శోధనాగార ప్రయోగవిధానములు ఎమ్మెట్ సమకూర్చెను. ఘనద్రవ్యముపై సంభవించిన అధిచూషణ విస్తారమునకును, సమతులితస్థితియందు అధిచూషింపబడు వాయువుయొక్క ఆంశిక ప్రేషమునకును



అధిచూషణ సమతాపరేఖలు

మధ్య గల సంబంధమును వర్ణించుటకు ప్రధానములైన సమీకరణములు మూడు విస్తరించబడినవి. అవి ఫ్రాయిండ్‌లిక్ సమీకరణము, లాన్గ్‌మ్యూర్ సమీకరణము, బహుస్తర (మల్టిలేయర్) సమీకరణము.

ఫ్రాయిండ్‌లిక్ సమీకరణము : $V = kp^n$ .... (1)

ఇచ్చట V అనునది అధి చూషితవాయువు యొక్క ఆయతనము. దీనిని ప్రమాణ తాపక్రమ, ప్రేష పరిస్థితులలో అణుభారములలోనైన, మిల్లీ లీటరులలోనైన తెలుపుదురు. మిల్లీమీటరుల పాదరసపు ఎత్తుతోగాని, వాతావరణ ప్రేషములలోగాని p ని తెలుపుదురు. k, n స్థిరాంకములు. n విలువ 1 కి కొంచెము తక్కువ. సాధారణముగా 0·5 కు దగ్గరగా ఉండును.

లాన్గ్‌మ్యూర్ సమీకరణము : ఒక వాయువునకు, ఘనద్రవ్యమునకు మధ్య స్థాపితమైన సమతులితస్థితిలో అధిచూషిత అణువుల సంఖ్య విసర్జిత అణువులసంఖ్యకు సమానముగ ఉండును. అధిచూషణ వేగము అధిచూషకద్రవ్యముయొక్క అనాక్రమిత ఉపరితల వైశాల్యముతో సమనిష్పత్తిలో ఉండును. విసర్జనపు రేటు ఆక్రమిత ఉపరితల వైశాల్యముతో సమనిష్పత్తిలో ఉండును. ఈ భావముల సహాయమున లాన్గ్‌మూర్ సమీకరణము నిగమించ

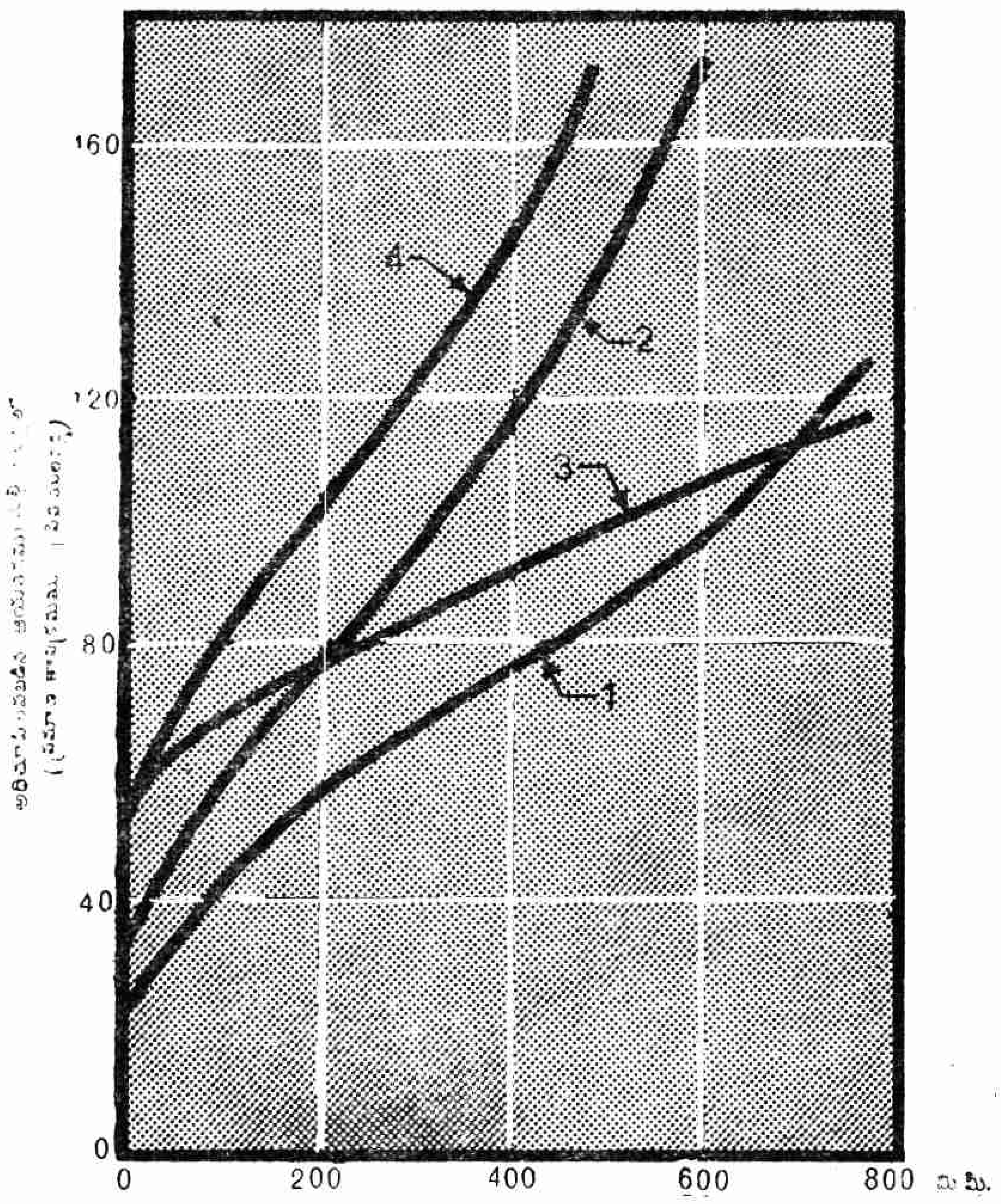
బడినది, $p/v = p/v_m + b/av_m$ .... (2)

ఇచట v_m = ఒక అణువు దళసరికల పొర ఏర్పడుటకు కావలసిన వాయురాశి; a, b లు స్థిరాంకములు.

అనేక అధిచూషక ఘనద్రవ్యములపై అల్పతాపక్రమమువద్ద నిర్ణయించబడిన అధిచూషణ సమతాపరేఖలు పొడవైన ఋజురేఖా ఖండములను చూపును. ఆ ఘనము యొక్క ఉపరితలముపై సుస్థిరములైన బహుస్తరములు ఏర్పడునని ఈ రేఖా ఖండములు తెలుపును. అంతేకాక, ఈ దీర్ఘ ఋజురేఖాఖండము యొక్క ప్రారంభము ఘనోపరితలముపై ఒక అణువు దళసరి కల పొర ఏర్పడుట ముగిసినదని కూడ చూపును.

ఘనద్రవ్యములపై ద్రవముల అధిచూషణ : ద్రావణము నుండి జరుగు అధిచూషణ రెండు అధిచూషిత ద్రవ్యముల పోటీపై ఆధారపడి ఉండును. ఈ రెండిటిలో ఒకటి ద్రావకము, రెండవది - ఒకటి లేదా రెండు ద్రావ్యములు. వాయుమిశ్రముల అధిచూషణ అంత విశదముగా ఈ సంఘటన బోధపడదు. ఏదైన ద్రావ్యము యొక్క వ్యక్త అధిచూషణ ద్రావ్యపు సాంద్రతనుబట్టియు, తాపక్రమమును బట్టియు, ద్రావకమును బట్టియు, అధిచూషక ద్రవ్యమును బట్టియు ఉండును. తాపక్రమము ఎక్కువైనపుడు అధిచూషణ విస్తారము ఎప్పుడును తక్కువగా ఉండును. అంతేకాక, ద్రావణములో ద్రావ్యము యొక్క ద్రావ్యత తగ్గుచున్నకొలది అధిచూషణ విస్తారము ఎప్పుడును తగ్గుముఖము పట్టును. ఈ సంఘటన సాధారణముగ పరివర్తనీయము. అనగా, ఒకే ద్రావ్యము యొక్క అధిచూషణ, విచూషణ ప్రక్రియలకు ఒకే సమతాపరేఖ అన్వయించును. స్వల్ప సాంద్రతావధులలో ముఖ్యముగా విలీన ద్రావణములలో అధిచూషణ సమతాపరేఖ ఫ్రాయిండ్లిక్ సమీకరణమును అనుసరించును.

అధిచూషణ విధానములు : పరిశ్రమలలో వాడుక చేయు అధిచూషణ తంత్రము దశాక్రమ (స్టేజివైజ్) విధానము, నిర్విరామస్పర్శ విధానము అను రెండు విధానములలో జరుగును. ఇవి తడవలలో లేదా నిర్విరామముగ లేదా మధ్యేమార్గముగ నడపబడు విధానములకు వినియోగింపబడును. దశాక్రమవిధానము ఒక దశలో గాని, బహుదశలలో గాని (ప్రవాహానురోధముగను, ప్రవాహ ప్రతిరోధముగను) నిర్వహింపబడును. నిర్విరామస్పర్శ విధానము స్థిరగతిలో అనగా చలతల్పములో గాని, అస్థిరగతిలో అనగా స్థిరతల్పములో గాని నడుపవచ్చును. పరికరసామగ్రి ప్రక్రియతో భేదించును. దశాక్రమనిర్వహణమందు అధిచోష్యద్రవ్యముతో అధిచూషక ఘనద్రవ్యమును కలిపి ఒక నియతతాపక్రమము వద్ద చాలినంత కాలము పెద్ద కుండీలలో కలియబెట్టవలెను. తరువాత ఈ బురదవంటి మిశ్రమును అధిచూషిత



అధిచూషణ సమతాపరేఖలు - సిలికా జెల్ పై వివిధ వాయువులు ప్రవర్తించు తీరు.

1. CO_2 — 78°C వద్ద ; 2. ఆర్గాన్ — 183°C
3. CO — 183°C ; 4. N_2 — 196°C

ద్రవ్యమునుండి అధిచూషక ఘనద్రవ్యమును వేరుచేయుటకు వడియగట్టుదురు. ఈ సామగ్రి సన్నాహమునే అవసరమున్నప్పుడు ఎక్కువ కుండీలను, వడపోత పరికరములను వాడుచు బహుళ దశా నిర్వహణమునకు కూడ పనికివచ్చునట్లు చేయవచ్చును. నిర్విరామ విధానమందు పెట్రోలియమ్ కందెన నూనెల రంగును తొలగించు ప్రక్రియయందువలె సెంట్రిఫ్యూజ్ యంత్రములను కాని, చక్రగతి కల గళన పరికరములను గాని గళన పీడకముల స్థానమున ఉపయోగింపవచ్చును.

చలతల్ప అధిచూషకములు : పూసలమోస్తరు ఘనద్రవ్యపు అధిచూషకము మీద అధిచోషిత వాయువును నిర్విరామ ప్రతి ప్రవాహ విధానమున ప్రవహించునట్లు చేయుటకు తృప్తికరములగు ఉపాయములు పెద్దపెట్టున ఇటీవలనే విస్తరించబడినవి. అట్టి ఉపాయములలో ఒకదానికి ' హైపర్ సార్బర్ ' అని పేరు. దీనిని వాయుమిశ్రముల ఆంశిక పృథక్కరణమునకు వాడుచున్నారు ;

కష్టతరములైన హైడ్రోకార్బన్‌లను విడదీయుటకు గూడ ఇది మిక్కిలి ఉపయుక్తము. అత్యధిచూషకము (హైపర్ అడ్‌సార్బర్) యొక్క అధిచూషణ భాగములో (అనగా అధిచోష్యద్రవ్యము పరికరమున ప్రవేశించు స్థానమునకు కొంచెము ఎత్తుగ ఉన్న భాగములో) వాయువునందు ఉన్న సులభ అధిచోష్యములగు ఘటకములు వేరుచేయబడి, మిగిలిన వాయువు ఆ భాగపు అగ్రమున గ్రహించబడును. ఇట్టి స్థితిలో వాయువునందు అల్పముగా గ్రహించబడు అధిచోష్యద్రవ్యములు మెండుగా ఉండును. అధిచూషక ద్రవ్యము సాంద్రీకరణ భాగములోనికి (అనగా ద్రవ్యప్రవేశ స్థానమునకు దిగువన) ప్రవేశించును. ఇచట వాయువులలో శీఘ్రముగా అధిచూషింపబడునట్టివి, స్వల్పరాశులలో అధిచూషింపబడునట్టివి వాయుఘటకములు అధికముగ ఉండును. ఎక్కువ బాష్పశీలములగు వాయుఘటకములు తొలగించు వాయుప్రవాహముతో ప్రతి ప్రవాహ విధానమున స్పర్శకు తేబడి, అధిచూషితద్రవ్యము సాంద్రీకరింపబడును. మిగిలిన వాయువులు మరల అగ్రభాగమును ప్రవేశించును. ఇటుల పర్యాయక్రమమున ప్రక్రియ జరుపబడును. మిక్కిలి పరిశుద్ధమైన హైడ్రోజన్‌ను తయారుచేయుట, హైడ్రోజన్‌నుంచి మీథేన్, ఈథేన్ వంటి తేలిక హైడ్రోకార్బన్‌లను తొలగించుట పై అత్యధిచూషకోపకరణ సహాయముతో నిర్వహింపబడు మాదిరి ప్రక్రియలు.

స్థిరతల్ప అధిచూషకములు : స్థిరస్థితినిర్వహణ ప్రక్రియయందు ఘనద్రవ్యకణముల అవిరత వహమునకు అగు ధనవ్యయము, అందు కన్పట్టు అసౌకర్యము ఎక్కువ అగుటచేత అధిచోష్యద్రవమిశ్రమును అధిచూషక ద్రవముతో కలిపి ఒక స్థిరతల్పము గుండ పంపుట ఆర్థికముగ ఎక్కువ లాభకరము. వాయువులతో కలిసిపోయిన ద్రవ బాష్పముల పునస్సంపాదనకును; వాయుముఖాచ్ఛాదన (గాస్ మాస్క్)లతో గాలిని శుద్ధపరచుటకును; వాయువులనుండి, ద్రవములనుండి తేమను తొలగించుటకును; వృక్షతైలముల, ఖనిజతైలముల రంగులు పోగొట్టుటకును ఈ సాంకేతిక విధానము వాడబడుచున్నది.

పారిశ్రామిక అధిచూషకములు : వీటిలో ముఖ్యములైనవి దిగువ ఉదాహరింపబడినవి :

అల్యూమినా : ఇది ఉదకిత (హైడ్రేటెడ్) అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ ; కఠినమైనది. దానియందుండు తేమ తొలగునట్లు వేడిచేయుటవలన అది ఉత్తేజితమగును. ఆర్ద్ర వాయువులనుండి తేమను తొలగించుటకు దానిని వాడవచ్చును. వాడిన దానిని మరల ఉత్తేజపరుపవచ్చును.

బాక్సైట్ ; సహజముగ దొరకు ఉదకిత అల్యూమినా 230 - 820°C వరకు వేడిచేయుటవలన దాని అధిచూషణ సామర్థ్యము ఎక్కువ అగును. ఇది పెట్రోలియమ్‌నుండి ఉత్పన్నమైన ద్రవ్యముల రంగును తొలగించుటకు, వాయువుల నిరార్ద్రీకరణమునకు ఉపయోగపడుచున్నది.

సిలికా జెల్ : ఇది పూసలమోస్తరుగ ఉండు గట్టి ద్రవ్యము. సోడియమ్ సిలికేట్ ద్రావణమునకు ఆమ్లమును చేర్చుటవలన అవక్షిప్తమగు జెల్‌నుండి తయారుచేయబడును. గాలిని, ఇతర వాయువులను తడి లేకుండ చేయుటకు, వాయుముఖాచ్ఛాదనలయందు, హైడ్రోకార్బన్‌ల ఆంశికపృథక్కరణమందు ముఖ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది.

ఉత్తేజిత కార్బన్‌లు : ఇవి చెట్లనుండి, రాతినూనెనుండి లభించును. చెరకు పానకముల యొక్క, పారిశ్రామిక రాసాయనిక ద్రవ్యముల యొక్క రంగులను తొలగించుటకు ; నీటిని శుభ్రపరచుటకు ; వృక్ష, జంతు తైలములను శుద్ధి చేయుటకు పనికివచ్చును.

ఎముకల బొగ్గు ; చితుకగొట్టిన ఎండు ఎముకలను 590 - 870°C మధ్య విధ్వంసక స్వేదనమునకు గురిచేసినచో ఈ బొగ్గు లభించును. చక్కెరను శుద్ధిపరచుటకు ఇది ప్రధానముగ వాడుకలో ఉన్నది [చూ. చక్కెర].

చవుటి (ఫుల్లర్) మన్నులు : ఇవి ప్రకృతిలో దొరుకును. రాసాయనికముగా ఇవి మెగ్నీషియమ్ సిలికేట్‌లు. వీటిని వేడిచేసి తడి లేకుండ చేసినచో ఇవి సచ్ఛిద్ర (పోరస్) స్థితిని పొందును. వీటిని పొడి చేసి వాడుదురు. కందెన నూనెలనుండి, ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ నూనెలనుండి, కిరసనాయిలునుండి, గాసోలీన్‌నుండి రంగులు తీసివేయుట, తటస్థీకరించుట, తడిని పోగొట్టుట వీటి ప్రధానోపయోగములు. వృక్ష, జంతు తైలములను శుద్ధి చేయుటకు కూడ వీటిని వినియోగింతురు. ఎమ్. రా. రా.

అధితాపక్రమ కర్బనీకరణము : చూ. నేలబొగ్గు, కర్బనీకరణము.

అనలోగ్ కంప్యూటర్ : చూ. ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్.

అపఘర్షకములు : ఘన పదార్థములను మెరుగు పెట్టుటకు, అరగదీయుటకు, పరిశుభ్రపరచుటకు పనికివచ్చు పదార్థములకు 'అపఘర్షకములు (అబ్రేజివ్స్)' అని పేరు. ఇవి ప్రాకృతికములు, కృత్రిమములు అని రెండు రకములు. ప్రస్తుతము పలురకముల కృత్రిమ అపఘర్షకములు వినియోగమునకు వచ్చుటవలన ప్రాకృతిక అపఘర్షకముల వాడుక కొంతతగ్గుచున్నను అంతరించిపోలేదు. ఇందుకు

ప్రాకృతికములకు కల భౌతిక లక్షణములు కొన్ని కృత్రిమములలో లోపించుట, ప్రాకృతికముల ఉత్పత్తి ధరలు అనుకూలముగ ఉండుట కారణములు. అపఘర్షక ముల వాడుక వాటి దృఢత్వము, కాఠిన్యము, వాటి అణువుల ఆకారపరిమాణములు, పగులునపుడు వాడి అంచులు కల భాగములుగ విడిపోవుట అను లక్షణముల పై ఆధారపడును.

ప్రాకృతిక అపఘర్షకములలో వజ్రము, కురువిందము అగ్రశ్రేణికి చెందినవి ; తరువాత ముఖ్యమైనవి గార్నెట్, ఎమరీ, క్వార్ట్జ్ (చెకుముకిరాయి) వంటి ఖనిజములు. వాటిని ఏవిధమైన భౌతిక, రాసాయనిక మార్పులు కలుగ కుండ పొడిచేసి కాని, కావలసిన రూపమునకు మార్చి కాని, ఇతర పదార్థములతో కలిపి కాని వాడుదురు.

కృతిమ అపఘర్షకములను కూడ చాలవరకు ఖనిజముల నుండియే తయారుచేయుదురు. వాటిలో కార్బొరండమ్ (సిలికన్ కార్బైడ్), అలండమ్ (కరగించిన అల్యూమినా). నోరైబ్డ్ (బోరాన్ కార్బైడ్), ధాతు అపఘర్షకములు చెప్పదగినవి. కార్బొరండమ్ చక్రములు వస్తువులను కాగిత ముల రూపమున కోయుటకు, అరగదీయుటకు ఉపక రించును. అలండమ్ ముఖ్యముగ మెరుగుపెట్టుటకు పనికి వచ్చును. నోరైబ్డ్ సుమారు వజ్రముతో సమానమగు కఠినత కల పదార్థము అగుటచే అనేక పరిశ్రమలలో వినియోగపడుచున్నది. ధాతు అపఘర్షకములు ముఖ్య ముగా వస్తువులను సానపట్టి మెరుగుపెట్టుటకు చాల ఉపయోగపడును. కృత్రిమ అపఘర్షకములను అనేక రూప ములలో వాడుదురు. విడి కణములు ; చూర్ణములు ; ఇతర పదార్థములతో కలిపి చక్రములుగ, ఖండములుగ తయారుచేయబడిన కణములు ; కాగితముపై గాని, వస్త్రముపై గాని అతికించబడిన కణములు ; ఇటుకలు ; మెరుగుపెట్టుటకు, సానపట్టుటకు, వస్తువులను పొడి చేయుటకు పనికివచ్చు తైలములు ; యంత్రములలో ఉపయోగించు గులకరాళ్లు ; మెరగు పెట్టుటకు వాడు సబ్బులు, గోదులు మున్నగునవి ప్రధాన రూపములు.

జి. గో. కృ. మూర్తి.

అపురూప వాయువులు : చూ. పారిశ్రామిక వాయువులు.

అభ్రకము (మైకా) లు : అభ్రకము తళతళ లాడుచు పొరలు పొరలుగ ఉండు తేలిక ఖనిజము. దానిని గోటితో గీయవచ్చును, చక్కగా పలుచని రేకుల క్రింద చీల్చవచ్చును, సూదితో పొడిచి దానిమీద నక్షత్రముల వంటి చిత్రములు (ప్రహార చిత్రములు) ఏర్పరచవచ్చును. హిందూస్తానీ భాషలో దాని వాడుక పేరు ‘ అభ్రక్ ’. ఇది ‘ అబర్ ’ (స్వర్గము యొక్క రంగు) అను పదమునుండి వచ్చినది. అభ్రకము ప్రకాశవంతముగ ఉండుటకు కారణము అది స్వర్గమునుండి పుట్టుటయే అని భావింప బడినది.

అభ్రకజాతి - ప్రధాన ఖనిజములు : అభ్రకములను స్థూలముగా రెండు వర్గములుగ విభజింపవచ్చును : 1. అవర్ణములు (రంగులేనివి) ఉదా : మస్కొవైట్ ; 2. సవర్ణములు. ఉదా : బయోటైట్.

మస్కొవైట్ ఖనిజము పొటాసియమ్, అల్యూమిని యము ధాతువుల హైడ్రేటెడ్ సిలికేట్ ($2\ H_2O\ K_2O_3\ 3\ Al_2O_3\ 6\ Si\ O_2$). బయోటైట్ ఖనిజము పొటా సియమ్, మగ్నీషియమ్, ఇనుము, అల్యూమినియము ధాతువుల హైడ్రేటెడ్ సిలికేట్. సోడియమ్, కాల్సియమ్, లిథియమ్, టైటానియమ్, వెనేడియమ్, క్రోమియమ్ వంటి ధాతు మూలద్రవ్యములు అభ్రకవర్గముల సంఘటనములో చేరగా ఏర్పడిన ఖనిజములు కొన్ని విశిష్టప్రయోజనము లకు పనికి వచ్చును. ఉదా : లిపిడోలైట్ చూర్ణ రూపమున లిథియమ్ ధాతుసాధనకు ఆధార ద్రవ్యముగ ఉపకరించును.

ఉనికి, వ్యాపనము : అభ్రకములను ఉత్పత్తి చేయు దేశములలో ప్రధానములైనవి భారతదేశము, బ్రెజిల్ (1936 నుండి), కెనడా, యునైటెడ్ స్టేట్స్. భారతదేశ మున ఆంధ్రప్రదేశ్, బీహారు, రాజస్తాన్ రాష్ట్రములలో అభ్రకపు గనులు కలవు. అభ్రకము ప్రకృతిలో పెగ్మటైట్ శిలలతో సమ్మిశితమై ఉండును. పెగ్మటైట్‌లు విభిన్నము లగు శిలలలోనికి చొరబడి మస్కొవైట్‌వంటి పెక్కు ఖనిజరూపములను తాల్చును. బీహారులో పశ్చిమమున గయాజిల్లాలో ప్రారంభించి, హజారీబాగ్, మాంఘీర్, భాగల్‌పూర్ జిల్లాలగుండా తూర్పుదెసకు 145 కి. మీ. పొడవున, రమారమి 18 - 25 కి. మీ. వెడల్పున విస్త రించిన ‘ కోడర్మా ’ క్షేత్రమున ప్రపంచము మొత్తము మీద ఉన్నతశ్రేణికి చెందిన మస్కొవైట్ లభించును. ఇందు అభ్రకము 600 - 900 మి. మీ. వెడల్పు, 80 - 110 మి. మీ. మందము, 150 - 300 మి. మీ. అడ్డుకొలత కల పుస్తకముల రూపమున దొరకును. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో నెల్లూరుజిల్లాలోని గూడూరు - సంగముల మధ్య 97 కి. మీ. నిడివి, 13 - 16 కి. మీ వెడల్పు కల అభ్రకక్షేత్రములో ఉన్న గనులలో గల పెగ్మటైట్ శిలలనుండి అభ్రకము 5 మీ. పొడువు కల పుస్తకముల రూపమున దొరకుచున్నది. ఇంత పెద్ద పరిమాణము కల అభ్రకము ఇతరత్ర లభించుట

చాల అరుదు. ఇది లేత ఆకుపచ్చచాయ కలది (హరితాభ్రకము). రాజస్థాన్‌లో ఈశాన్య దెక్కున గల జయపూర్ నుండి వాయవ్యముగ ఉదయపూర్ వరకు 300 కి. మీ. మేర విస్తరించిన క్షేత్రములో అభ్రకపు గనులు చెదురు మదురుగా ఉన్నవి. ఇచటి అభ్రకము మచ్చలు పడి, విరిగి ఉండును. కేరళలో నేయూర్, పూనలూర్ దగ్గర; విశాఖపట్టణము జిల్లాలో మాడుగుల, బొర్ర, అనంతగిరి ప్రాంతములలోను ఫ్లోగోపైట్ రకము అభ్రకము కలదని తెలిసినది. సేలమ్, నీలగిరి, మలబార్, మన్‌భూమ్, సింగ్‌భూమ్, పాలమౌ, సంబల్‌పూర్, అంగల్, డెంకనాల్, కోరాపుట్, హసన్, మైసూర్ మున్నగు జిల్లాలలో కూడ అభ్రకపు నిక్షేపములు కలవు.

ఉపయోగములు : అభ్రకము విద్యుత్ పరిశ్రమకు అతి ముఖ్యమైన వస్తువు; విద్యుత్ బంధన యానకము (ఇన్సులేటింగ్ మీడియమ్) గ ఉపకరించును. పారదర్శకత, దృఢత్వము, సాగెడు స్వభావము, ఉన్నత పారవిద్యుత్తిక (డై ఎలక్ట్రిక్) సామర్థ్యము, అల్పతాపవాహకత్వము మున్నగు సద్గుణములు కలది కావున అది ఆ పరిశ్రమకు అద్వితీయము, అపరిత్యాజ్యము కాగలిగినది. రేడియో వాల్వులు, విమాన ఇంజనుల స్ఫులింగ ప్లగ్‌లు, విద్యుత్ ట్రాన్స్ ఫార్మర్‌లు, సంఘనకములు (కండెన్సర్), టెలివిజన్ ప్రసారయంత్రములు, మోటారు ఇంజనులలో నిప్పు పుట్టించు తీగెచుట్టలు (ఇగ్నిషన్ కాయిల్), గృహ, పారిశ్రామిక తాపసాధనములు (ఉదా : హీటర్, ఇస్త్రీ పెట్టె, టోస్టర్ మొ.) మున్నగు అనేక వస్తువుల నిర్మాణములలో అభ్రకము విరివిగ వినియోగింపబడును. రద్దుగా మిగిలిన అభ్రకపు ముక్కలు పూతరంగులు; ప్లాస్టిక్ రబ్బరు వస్తువులు; ఇరుసుల కందెనలు, ఆభరణములు, ఔషధములు తయారుచేయుటకు పనికివచ్చును.

బయోటైట్, ఫ్లోగోపైట్‌లు ఒకప్పుడు వెర్మిక్యులైట్‌గ మారిపోవును. అభ్రకమునుండి గౌణ (సెకండరీ) ఖనిజముగ రూపొందు ఈ వెర్మిక్యులైట్ ఉష్ణబంధకములు; ధ్వని బంధకములు; ప్లాస్టర్‌లు; భవననిర్మాణమునందు (ముఖ్యముగ ముందుగా పోతపోసినవి) తేలికపలకలు, పెంకులు, నిప్పంటుకొనని లోపలిగోడలు మున్నగునవి తయారు చేయుటకు ఉపయోగపడును. జె. ఎస్. ఆర్. కృ. రా.

అమోనియా : ప్రేరక సమక్షమున నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ వాయువుల ప్రత్యక్ష సంయోగమునుండి అమోనియాను తయారుచేయు ప్రక్రియ 20 వ శతాబ్దమందు సుస్థాపితమైనది. ధాతువులు, ఆక్సైడ్‌లు, ఉత్తేజించిన ఇనుము ప్రేరకములుగ ఉపయోగించి, పై రెండు వాయువుల మధ్య హేబర్ రాసాయనిక సంయోగమును సంభవింపజేసెను. వాణిజ్య పరికరమునకు ఉండవలసిన క్రింది లక్షణములు హేబర్ పరిశోధన పరికరమునకు ఉండినవి : 1. ప్రేరక ద్రవ్యపు ఉపరితలముపై నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్‌ల సంయోగము జరుగుట; 2. కారక ద్రవ్యముల, ఫల ద్రవ్యముల మధ్య ఉష్ణతా వినిమయము జరుగుట; 3. ఫల వాయువుల శీతలీకరణము వలన అమోనియాను సాంద్రీకరించి, మిగిలిన వాయువులను క్రొత్తగా చేర్చబడిన నైట్రోజన్-హైడ్రోజన్ మిశ్రముతో కూడ సంయోజనమునకు గురిచేయుట.

మొట్టమొదటి వాణిజ్య సరళి ఫ్యాక్టరీని 1913 లో ఒప్పౌనగరములో (జర్మనీ) పనిలో పెట్టినది బేడిష్ ఆనిలీన్ అండ్ సోడా ఫేబ్రిక్ (BASF) అను జర్మన్ కంపెనీ. 1920 తరువాత జర్మనీ, యునైటెడ్ స్టేట్స్ మున్నగు దేశములలో అట్టి కర్మాగారములు అనేకములు స్థాపింపబడినవి. ప్రథమ, ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలములలో అమోనియా ఉత్పత్తి తగు స్థాయిలో పెంపొందె, అమోనియమ్ నైట్రేట్ మున్నగు ప్రేలుడు సామగ్రిని తయారుచేయుటకై అమోనియాను నైట్రిక్ ఆసిడ్‌గా తయారు చేసిరి. తరువాత ఎరువులను తయారుచేయు సాంకేతిక పురోగతి ఈ పరిశ్రమాభివృద్ధికి దోహదమొనర్చినది. నేడు తయారగుచున్న అమోనియా రాశిలో ఎక్కువభాగము ఎరువులుగా పనికివచ్చు అమోనియమ్ నైట్రేట్, యూరియా, అమోనియమ్ సల్ఫేట్ మున్నగువాని క్రింద మార్చుటకు ఉపయోగమగుచున్నది. అభివృద్ధి చెందిన దేశములలో ద్రవస్థితిలో ఉన్న అమోనియా నేరుగా ఎరువుగా ఉపయోగపడుచున్నది. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో వాడబడు నైట్రోజన్ ఎరువులలో మూడవవంతు ద్రవీకృత అమోనియా రూపమున వినియోగించబడుచున్నది.

ప్రక్రియా సూత్రములు : ఫ్యాక్టరీ నిర్వహణము మూడుదశలలో జరుగును : 1. కార్బన్‌ను గాని, కార్బన్, హైడ్రోజన్ భిన్న నిష్పత్తులలో గల మిశ్రద్రవ్యమును గాని వాయుస్థితిలోనికి తెచ్చుట; 2. లబ్ధమైన వాయు సముదాయమును 1 : 3 నిష్పత్తి గల నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ మిశ్రముగా సంస్కరించుట; 3. అమోనియా సంయోజన క్రియ. నీటిని విద్యుత్ సహాయమున విశ్లేషించి కాని, కోక్ ఓవెన్ వాయు మిశ్రమును ఆంశీకరించికాని హైడ్రోజన్ ప్రత్యక్షముగా సంపాద్యమైనప్పుడు కావలసిన నైట్రోజన్ రాశినికలిపి, సంయోజనను ప్రేరించుట వలన వాయువీకరణ దశలో క్రింద సూచించినట్లు వివిధ రాశి నిష్పత్తులలో

ఉండు కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ మిశ్రములు లభ్యమగును :

$$C + (O) \longrightarrow CO$$

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$$

$$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2$$

$$C_nH_m + n\,H_2O \longrightarrow n\,CO + \left(n + \frac{m}{2}\right) H_2$$

సాధారణముగా కొన్ని అవాంతర రాసాయనిక ప్రతిక్రియల కారణమున కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌కు బదులు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, హైడ్రోజన్‌కు బదులు నీరు (H_2O) క్రింద చూపిన రీతిని ఉద్భవించును :

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$C_nH_m + \left(n + \frac{m}{4}\right) O_2 \longrightarrow n\,CO_2 + \frac{m}{2} H_2O$$

$$H_2 + (O) \longrightarrow H_2O$$

అందుబాటులోని తొలిద్రవ్యముల బట్టి వచ్చిన వాయు మిశ్రములో CO, CO_2, H_2, H_2O మొదలైనవి భిన్న భిన్న నిష్పత్తులలో ఉండును. సంయోజన కార్యమునకు వలయు మిశ్రము (అనగా 1 పాలు నైట్రోజన్, 3 పాళ్లు హైడ్రోజన్) వాయువీకృత ద్రవములనుండి సాధించుటకు వేరువేరు ప్రక్రియలు వాడుకలో ఉన్నవి. వాని మూల సూత్రములు: 1. ద్రవ్యమిశ్రముల మూలమున లభ్యమైన గంధక లేశములను తొలగించుట; 2. నీటి ఆవిరి చర్య వలన CO ను CO_2 గా మార్చుట $CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2$; 3. తగు ద్రవమును ఉపయోగించి వాయు మిశ్రము నుండి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను కరగించి తొలగించుట; 4 - 10 పి. పి. ఎమ్. * కు తక్కువగా ఉండునట్లు CO, CO_2 ల ఉనికిని తగ్గించుట.

$$N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2\,NH_3$$

పై ప్రతిక్రియ పరివర్తనీయము, తాపజనకము అయి ఉన్నది. అధిక ప్రేషము, అల్పతాపక్రమములు అమోనియాను ఇచ్చెడి ప్రతిక్రియ యొక్క సమతోలన స్థితి స్థాపనకు ఉపకారకములు. 150 మొ - 1000 కి. గ్రా./సె. మీ.^{2} ప్రేషము, 500°C తాపక్రమమును ఉపయోగించినచో యుక్తమైన ప్రక్రియా వేగమును సాధించవచ్చును.

వాయువీకరణ ప్రక్రియలు : సంయోజనకు ఒప్పిదమగు వాయుమిశ్రమమును తయారు చేయుటకు కావలసిన ద్రవ్యములు: 1. నేలబొగ్గు ఆధారముగా గలవి (నేల బొగ్గు. కోకు, కోక్ ఓవెన్ వాయువు): 2. సహజ వాయువు †; 3. పెట్రోలియమ్‌పై ఆధారపడినవి (శోధక పరికరమునుండి లభ్యమైన వాయువు, ద్రవీకృత పెట్రోలియమ్ వాయువు, నాఫ్తా, ఇంధన తైలము మున్నగునవి); 4. నీరు (విద్యుత్ విశ్లేషణవలన జనించు హైడ్రోజన్).

వేరు వేరు ముడిసరకులను వాయువీకరించుటకు ఉపయోగించు సాంకేతిక ప్రక్రియలు క్రింద పేర్కొనబడినవి : గాలి సంపర్కము లేకుండ 1000°C వద్ద నేలబొగ్గును ఓవెన్‌లలో 16 గంటలవరకు వేడి చేయుటవలన లభ్యమైన కోకు (పొగరాని నేలబొగ్గు)పై నీటి ఆవిరి, గాలి ఈ రెండింటిని ఒకదాని తరువాత ఒకటిగ పంపించుటచే కావలసిన వాయువు లభ్యమగును. కార్బన్‌పై నీటి ఆవిరిచర్యవలన జలవాయువు ($CO + H_2$) జనించును. ఈ ప్రతిక్రియ తాపశోషకము (వేడిని గ్రహించునది). ఈ నీటి ఆవిరితో నుండు గాలియొక్క చర్యవలన జనించు రాసాయనికపు మార్పులు మూలముగా ఉద్గమించు వేడిమి వలన తల్పతాపక్రమము ఉండవలసిన స్థితిలో ఉండును. ఈ వాయు మిశ్రములో మరికొంత భాగమును జలవాయువుతో కూడ కొనిపోయినచో అమోనియా సంయోజనకు ఆవశ్యకమైన నైట్రోజన్ లభ్యమగును. ఇట్లు లభ్యమైన అర్ధజలవాయువులో 32 - 34% కార్బన్ మోనాక్సైడ్, 34 - 35% హైడ్రోజన్, 8 - 10% కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, 20% నైట్రోజన్ ఉండును.

నేలబొగ్గునుండి వాయువును సంపాదించు కార్యము క్రింది సాంకేతిక ప్రక్రియలపై ఆధారపడి ఉండును :

స్థిరతల్ప ప్రక్రియ : (15 - 25 కి. గ్రా./సె. మీ.^{2} ప్రేషములో) బొగ్గు కాలగా మిగిలిన బూడిద ఘనస్థితిలో తొలగించబడును (లర్జీ ప్రక్రియ).

ద్రవీకృత తల్పప్రక్రియ : బూడిద ఘనస్థితిలో తీసివేయబడును (వింక్లర్ ప్రక్రియ).

తల్పశ్రేణి ప్రక్రియ : ఇందు బూడిదను కొంతవరకు ఉత్పాదకమునుండి, మిగిలిన దానిని వాయు ప్రవాహము నుండి తొలగింతురు (కాపర్స - సుమిటోమో ప్రక్రియ).

ఒట్టో ప్రక్రియ, చిట్టె ముత్పాదకములు : ద్రవీకరణ సాధనములగు కొన్ని ద్రవ్యములను బూడిదకు కలిపి ద్రవీకరించి, చిట్టెము (స్లాగ్) గా మార్చి, వేరుపరతురు. ఈ ప్రక్రియలు అన్నిట బొగ్గును వాయువుగా మార్చుటకు ఆక్సిజన్, నీటి ఆవిరి మిశ్రమును వాడుదురు. బొగ్గును వాయువుగా మార్చుటకు వలయు ఆక్సిజన్‌ను, అమోనియా సంయోజనకు నైట్రోజన్‌ను సరఫరా చేయుటకును,

* పి. పి. ఎమ్ = పది లక్షల భాగములలో ఒక భాగము.

† భూగర్భమునుండి జనించు వాయువు.

గాలిని ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ వాయువుల క్రింద వేరుపరచుటకును ఒక యంత్రము కావలయును.

పైన చెప్పిన ప్రక్రియలలో తక్కినవి అన్నియు వాతావరణ ప్రేషములో పని చేసినను, లర్జీ ప్రక్రియలో 15 - 25 కి. గ్రా./సె. మీ.^{2} ప్రేషము ఆవశ్యకము. కాపర్స్ సుమిటోమో ప్రక్రియలో మిక్కిలి సన్నని బొగ్గుపొడిని వాడుదురు. కాని, ఇందు లభ్యమైన వాయు మిశ్రమందు మీథేన్ వాయువు ఉండుటచే దీనిని తొలగించు పని ఉన్నది. అయినను, అమోనియాను తయారుచేయుటకు లర్జీ విధానమందు ధనవ్యయము చాల తక్కువ. వివిధ గుణములు కలిగిన నేల బొగ్గునకైన కాపర్స్ విధానము వినియోగించుటకు వీలు కలదు. వింక్లర్ విధానమందు వినియుక్తమైన బొగ్గులో 40% నాసిరకము బొగ్గు దుమ్ముగా వ్యర్థము అగుచున్నది.

కోక్ ఓవెన్ వాయువునందు 35% వరకు మీథేన్, 50 - 60% హైడ్రోజన్ ఉండును. ఈ వాయు మిశ్రమును శీతలీకరించి, ఆంశిక స్వేదనకు గురిచేసి, హైడ్రోజన్‌ను విడదీసి, దీనితో కావలసిన నిష్పత్తిలో నైట్రోజన్‌ను కలిపి సంయోజన మిశ్రమును తయారు చేయుదురు. ఈ ఆంశిక స్వేదనమునుండి లభ్యమగు మీథేన్‌ను, నీటి ఆవిరి, ఆక్సిజన్ మిశ్రమును ఉపయోగించి, ఆంశిక ఆక్సీకరణమునకు వశము చేసి, సంయోజన కార్యమునకు ఉచితమగు హైడ్రోజన్‌ను సంపాదింతురు.

సహజ వాయువు నుండి గంధక యౌగికములను తొలగించి, దానిని నీటి ఆవిరితో కలుపుదురు. ఈ మిశ్రమును నికెల్ ఆధారముగా గల ప్రేరకద్రవ్యముతో నింపిన గొట్టముల ద్వారా గాని, ఒక ప్రాథమిక శోధకము ద్వారా గాని పంపుదురు. బయటనుండి వేడిచేయుచు ఈ గొట్టముల తాపక్రమము 700°C వద్ద స్థిరముగా ఉండజూతురు. బయటకు ప్రసరించు వాయు మిశ్రమందు కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్, నీటి ఆవిరి, మార్పు చెందని మీథేన్ ఉండును. దీనిని మరల గాలితో కలిపి మరియొక శోధకములోనికి పంపింతురు. ఇచ్చట మీథేన్ ఆక్సిజన్‌తోను, నీటి ఆవిరితోను ప్రతికరించును. ఈ ప్రక్రియ నుండి లభ్యమగు వాయు మిశ్రములో ఇంచుమించు 11 - 12% కార్బన్ మోనాక్సైడ్, 55 - 57% హైడ్రోజన్, 8 - 10% కార్బన్ డైఆక్సైడ్, 22% నైట్రోజన్ ఉండును. ఈ ప్రక్రియ 30 కి. గ్రా. / సె. మీ.^{2} ప్రేషమువద్ద నడుపబడును.

ఈ నీటి ఆవిరితో శోధించు ప్రక్రియ ద్రవీభూత పెట్రోలియమ్ వాయువు (ఎల్. పి. జి.) నకు, లైట్ నాఫ్తాకు కూడ వాడబడును. కాని, ద్రవము వాడుకచేసినప్పుడు గంధకమును తొలగించు పద్ధతి ఎక్కువ విస్తారముగా ఉండవలయును.

రిఫైనరీ నుండి లభ్యమగు వాయువులు, ఇంధనపు నూనె, హెవీ నాఫ్తా - ఇట్టి వాటిని పాక్షిక ఆక్సీకరణ విధానమున వాయువులుగా మార్చుదురు. నీటి ఆవిరి ప్రక్రియ రూపొందుటకు ముందు సహజవాయువు, లైట్ నాఫ్తా - ఈ రెండింటికి కూడ పాక్షిక ఆక్సీకరణ విధానమునే వినియోగించుచుండెడివారు. ఈ ప్రక్రియ ప్రేరక ద్రవ్యముల సంపర్కమున గాని, అవిలేకుండ గాని జరిపించబడవచ్చును. ప్రేరక రహిత ప్రక్రియలను షెల్ లేదా టెక్సాకో కంపెనీలు ఉపయోగించుచున్నవి. మిగులు నూనెలతో పాటు ఏ హైడ్రోకార్బన్ యౌగికమునకైన ప్రేరక రహిత ప్రక్రియ వినియోగించవచ్చును. ముందుగా వేడి చేయబడిన హైడ్రోకార్బన్‌ను వేడి ఆక్సిజన్‌తో కలిపి రిఫ్రాక్టరీ ద్రవ్యములతో అస్తరు చేయబడి, 1100 - 1400°C తాపక్రమమునకు వేడిచేయబడిన పెద్ద ప్రతిక్రియా పాత్రగుండ ఈ వాయు మిశ్రమును పంపించుదురు. ఈ పాత్రయందు ప్రేషము 35 కి. గ్రా. / సె. మీ.^{2} వరకు ఉండును. లైట్ హైడ్రోకార్బన్ ద్రవ్యములకు ప్రేరక ద్రవ్యప్రక్రియను వినియోగింతురు. సంభారముల మిశ్రము, నీటి ఆవిరి, ఆక్సిజన్ 750 - 800°C తాపక్రమమువద్ద నికెల్ ప్రేరక ద్రవ్యముపై పంపింతురు.

విద్యుచ్ఛక్తి చౌకగా లభించు ప్రాంతములందు లేదా గురుజలము (హెవీ వాటర్) తయారు చేయుటలో హైడ్రోజన్ ఉపద్రవ్యముగా లభ్యమైనప్పుడు విద్యుద్విశ్లేషణ ప్రక్రియచే హైడ్రోజన్‌ను వేరుచేయుట ఆర్థికముగా లాభకరము.

సంయోజనకై వాయు మిశ్ర సాధకము : కార్బన్ లేదా కార్బన్ - హైడ్రోజన్‌లను ఉపయోగించు ప్రక్రియలలో దేనినుండియైన కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ వాయువుల మిశ్రము లభ్యమగును. ఒక్కొక్కప్పుడు వాయువీకరణ దశలోనే నైట్రోజన్ కలుపుట కద్దు. ఈ మిశ్రములలో గంధకము సాధారణముగా ఉండును. ఐరన్ ఆక్సైడ్ గల పెద్ద పెట్టెలలోనుండి ఆ వాయు మిశ్రమును పంపుటవలన గాని లేదా వెట్రోకోక్ ద్రావణము వంటి ఉచిత ద్రవ్యమును ఉపయోగించుటవలన గాని గంధకము తొలగించబడును. నీటి ఆవిరితో కలిపిన ఈ వాయువు, ప్రతిక్రియాపరికరము నుండి బయటకు వచ్చు వాయు మిశ్రముతో వేడి చేయబడి 350 - 400°C వరకు తాపక్రమము పెంచబడును. క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్‌చే

వర్ధిత ప్రభావము గల ఐరన్ ఆక్సైడ్ ప్రేరకము గల నాళముల ద్వారా ఈ వాయువు పంపబడును. CO 90 పాళ్లు CO_2 గా మార్చబడును. ఇటీవల 98 పాళ్లు మార్చుటకు 300°C వద్ద పనిచేయు ప్రేరకములు తయారు చేయబడినవి.

వాయువులలోని CO_2 ని సాధ్యమైనంతవరకు తీసివేయుటకు అధికప్రేషము వద్ద నీటిద్వారా గాని లేదా పొటాసియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణముద్వారా గాని, మోనో ఎతనాల్ ఎమీన్ ద్రావణముద్వారా గాని విచూషింప జేయు సాంకేతిక విధానములు సిద్ధపరచి ప్రయోగించుచున్నారు. పది లక్షల పాళ్ళలో పది పాళ్లు మాత్రము CO_2 ఉండునట్లు మోనో ఎతనాల్ ఎమీన్ లేదా వెట్రోకోక్‌లలో కరగించి చూడవలెను. ఈ పరిశ్రమలో 300°C తాపక్రమము వద్ద నికెల్ ప్రేరకము మీదికి - మిథేన్‌తో సంయోజనము చేయుటకు - వాయువును పంపినపుడు CO, CO_2 వాయువులను తీసివేయుటకు వీలగును.

అమోనియా సంయోజనము: ప్రేరక సమక్షమున నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ సంయోగమునుండి అమోనియాను తయారుచేయు ప్రక్రియ 20 వ శతాబ్దములో సిద్ధమైనది. ధాతువు ఆక్సైడ్లు ఉత్తేజించిన ఇనుప ప్రేరకమును ఉపయోగించి హేబర్ అను శాస్త్రవేత్త పై రెండు వాయువుల మధ్య రాసాయనిక సంయోగమును సంభవింపజేసెను.

ఒక యూనిట్ ఆయతనము గల నైట్రోజన్ వాయువు, మూడు యూనిట్ల ఆయతనము గల హైడ్రోజన్ వాయువు - ఈ రెండింటి మిశ్రమును సంయోజనపరచగా అమోనియా ఫలించును. ఇట్లు ఫలించిన వాయువునందు ఆక్సిజన్ గల H_2O, CO, CO_2 వంటి యౌగికముల లేశములు బహు స్వల్పమునకు తగ్గించవలెను. పది లక్షల పాళ్ళ వాయువులో 50 పాళ్ళకంటె ఎక్కువ పై చెప్పిన ఆక్సిజన్ వాయు లేశములు ఉండరాదు. కృతక ప్రేష పరిస్థితులలో ఈ వాయు మిశ్రమును సంపీడనమునకు గురిచేయుదురు. ప్రతిక్రియా (రియాక్టరు) పాత్రనుండి వెలువడు వేడి వాయువులచే నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ వాయు మిశ్రమము వేడిచేయబడి ఆక్సీహృత ఇనుము ప్రేరకముగుండా పంపబడును. ఆక్సీహృత ఇనుము ధాతు ఆక్సైడ్లచే ఉత్తేజింపబడి 500°C తాపక్రమ స్థాయిలో ఉండును. ప్రతిక్రియా పాత్రనుండి వెలువడు వాయువులు, లోపలికి ప్రవేశించు వాయువులు పరస్పరము ఉష్ణతా వినిమయమునకు గురియైన పిమ్మట నీటిచే చల్లపరుపబడును. ఆ తరువాత పాత్రయందు ఏర్పడిన అమోనియా శీతలీకరించబడి ద్రవీకరణమువలన వేరు చేయబడును. ప్రతిక్రియకు దొరకని వాయుమిశ్రమును ఒత్తిడిలో మరల ప్రతిక్రియా పాత్రలోనికి పంపుదురు.

ఒక మాదిరి ప్రేషములను ఉపయోగించు పరికరములలో ప్రేషము 350 కి. గ్రా. / సె. మీ^{2}. వరకు ఉండును. అధికప్రేష విధానమందు 400 - 700 కి. గ్రా. / సె. మీ^{2}. వరకు ప్రేషమును వాడుదురు. అధిక ప్రేష సాధనము లందు అమోనియాను ద్రవీకరించుటకు శీతలీకరణము ఉపయోగించబడదు. పెద్దరాశులలో (అనగా దినమునకు 600 టన్నులకు తక్కువకాని) అమోనియాను తయారు చేయు ప్రక్రియలో సంయోజన వాయు మిశ్రమును 150 - 250 కి. గ్రా./సె. మీ.^{2} ప్రేషమున నొక్కుటకై కేంద్రాపసారినోదకము (సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపు) లను ఇటీవల నిర్మించుట వలన 150 - 255 కి. గ్రా. / సె. మీ.^{2} ప్రేషములో పనిచేయునట్టి సంయోజన పరివర్తకములు సృజించబడుచున్నవి. తిరిగి సంయోజనకు వశము చేయబడుచున్న వాయు మిశ్రరాశులు, శీతలీకరణ సామగ్రి ఇదివరకు వాడుకలో ఉన్నవాటితో పోల్చిచూడ, ఈ నూతన పరికరములలో చాల ఎక్కువగా ఉన్నవి. ఇందు వాడబడుచున్న కేంద్రాపసారినోదకములు చాల సరళములైనవి. వ్యుత్క్రమ పద్ధతిలో పనిచేయు యంత్రములతో సరిపోల్చి చూచిన వీటి నిర్వహణ చాల సుకరము. ఇట్లు సాధించిన అమోనియా నేడు వివిధ రంగములలో వాడుకలో ఉన్నది.

ఎరువులు: అమోనియమ్ నైట్రేట్, సల్ఫేట్, సల్ఫేట్-నైట్రేట్, క్లోరైడ్ - ఈ లవణములు అన్నియు ఎరువులుగా ఉపయోగ పడుచున్నవి. నైట్రోజన్ శాతము ఎక్కువగా ఉన్న (46%) యూరియా ఎరువులలోకెల్ల ఉత్తమమైనది. యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్లు తయారుచేయుటకు కూడ యూరియా కావలయును. అధిక ప్రేష పరిస్థితిలో అమోనియాపై కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ చర్యవలన యూరియా ఏర్పడును [చూ. ఎరువులు].

$$CO_2 + 2\,NH_3 \longrightarrow CO\,(NH_2)_2 + 2\,H_2O.$$

నీటి సంపర్కము లేని అమోనియాను నేరుగ ఎరువుగా ఉపయోగింతురు. ఆవిరిగా మారి నష్టమై పోకుండ చేయుటకు అమోనియా ద్రవమును నేలక్రింద 150 - 200 మి. మీ. లోతున ప్రయోగింతురు. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఎరువులకై వాడుకలో ఉన్న నైట్రోజన్ రాశిలో మూడవవంతు అమోనియా ద్రవ రూపమున నేలకు అందజేయబడుచున్నది.

విదారక ద్రవ్యములు : నైట్రిక్ ఆసిడ్ అమోనియానుండి తయారగును. ఈ నైట్రిక్ ఆసిడ్ విదారక ద్రవ్య నిర్మాణమునకు ఉపయోగపడుచున్నది [చూ. నైట్రిక్ ఆసిడ్].

శీతలీకరణము : అమోనియాకు బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత చాల ఎక్కువ. అదిగాక, అది ఇనుమును క్షయింప చేయదు. అందువలన ఇది పెద్ద శీతలీకరణ పరికరములలో మంచుగడ్డ తయారు చేయుటకు, వస్తువులను శీతల స్థితిలో ఉంచుటకు (శీతలమందిరము - కోల్డ్ స్టోరేజ్), గాలిని శీతల స్థితిలో ఉంచుటకు ఉపయోగించబడుచున్నది.

ఇతర ఉపయోగములు : ఇవిగాక ఇంకను సోడాయాష్ తయారుచేయు సాల్వే విధానములోను, ఔషధములు, రెసిన్‌లు (మెలామీన్), అకర్బన, కార్బన్ యౌగికములు, నైలాన్ మొదలగు వస్తువులు తయారు చేయుటలోను అమోనియా ఉపయోగపడుచున్నది.

ఎక్కువగుచున్న ప్రపంచ జనసంఖ్య ఆహారము విషయమై గడ్డు సమస్యను తెచ్చిపెట్టినది. వీటికి పరిష్కార మార్గముగ రాగల కాలమందు ఎరువుగా అమోనియా ఉపయోగము అమితముగా వృద్ధిపొందును. ఇటీవల వెలుగుచూచిన ప్రక్రియలు అనగా 1. నీటి ఆవిరినుండి, నాఫ్తానుండి, సహజవాయువునుండి ఉపయోగ్య ద్రవ్యముల సాధించుట ; 2. అల్పతాపక్రమములో కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌నుండి హైడ్రోజన్ ఉత్పాదించుట ; 3. కేంద్రాపసారినోదక యంత్రముల వాడుట ప్రవేశపెట్టిన సౌకర్యములను ఉపయోగించి, ఎరువుల భారీ వినియోగమునకు సాపేక్షముగ అమోనియాను తయారుచేయుట మొదలగు పరిశ్రమలలో యంత్రములు నిర్మించబడును. 350 కి. గ్రా./సె. మీ.^{2} వరకు ప్రేషములను ఉత్పాదించుటకు కేంద్రాపసారినోదకములను వాణిజ్య సరళిలో నిర్మించుటకు వాయువీకరణ ప్రక్రియలందుకూడ వినియోగ్యమగు ప్రేషములను ఎక్కువచేయుటకు ప్రయత్నములు జరుపబడుచున్నవి. నిర్వహణ వ్యయము ప్రచురముగా తగ్గించుటకు అధిక ప్రేషములలో వాయువులను ఉత్పత్తిచేయు నూతన విధానములు వెలుగు చూచిన గాని అమోనియా ఉత్పత్తికి ముడి ద్రవ్యముగా నేలబొగ్గు తక్కిన ద్రవ్యములతో పోటీలో నెగ్గజాలదు.

ఎన్. ఎస్. ఆర్. ఆం.

అమోనియా విశ్లేషణ (అమోనోలిసిస్) : ఎమీనీకరణము [చూ.] నకు అనుసరింపబడు పద్ధతులలో అమోనియా విశ్లేషణ ఒకటి. ఇందు అమోనియా (NH_3) లోని ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును తొలగించి, మిగిలిన ఎమీనో గణము ($-NH_2$) ఒక కార్బన్ యౌగికమున ప్రవేశపెట్టబడును. అమోనియా విశ్లేషణ ప్రతిక్రియలు సాధారణముగ హేలొజన్ గణము కాని, సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ గణము కాని, ఆక్సిజన్ ప్రవృత్తి కల గణము కాని ఎమీనోగణముచే స్థానచ్యుతిని చెందినపుడు జరుగును. ఉదా :

1. $$\underset{\text{(క్లోరోబెన్జీన్)}}{C_6H_5Cl} + \underset{\text{(అమోనియా)}}{NH_3} \xrightarrow{\text{రాగిపొడి ప్రేరకము}} \underset{\text{(ఆనిలీన్)}}{C_6H_5NH_2 + HCl}$$

2. $$\underset{\text{ఆంత్రక్వినోన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్}}{C_{14}H_7O_2SO_3H} + NH_3 \longrightarrow \underset{\text{(ఎమినో ఆంత్రక్వినోన్)}}{C_{14}H_7O_2NH_2} + H_2SO_3$$

ఈ ప్రతిక్రియ ఒక ఆక్సీకారకము సన్నిధిని జరుగును.

3. $$\underset{\text{(n — బ్యూటైల్ ఆల్కహాల్)}}{C_3H_7CH_2OH} \xrightarrow[\text{నికెల్ ప్రేరకము}]{NH_3} \underset{\text{(ప్రోపియోనైట్రైల్)}}{C_3H_7CN} \xrightarrow[\text{నికెల్ ప్రేరకము}]{H_2} \underset{\text{(n — బ్యూటైల్ ఎమీన్)}}{C_3H_7CH_2NH_2} + H_2O$$

ద్రవీకృత అమోనియా, అమోనియా జలద్రావణము - ఈరెండు అనేక ప్రక్రియలలో ఉపయుక్తములగును. కాని, మొదటి దానికన్న రెండవ దానిని సులభతరముగ వినియోగింపవచ్చును. కావున ద్రవస్థితిలో ఎమీనీకరణమును జరుపుటకు దానినే చాల ఎక్కువగా వాడుదురు.

పరిశ్రమలలో అమోనియా జలద్రావణముతో గాని, అల్ప లేదా మితతాపక్రమములలో అమోనియాతో గాని, ద్రవ లేదా అధిక సంకుచిత వాయుస్థితిలో ఉన్న నిర్జల (అన్‌హైడ్రైడ్) అమోనియాతో గాని అమోనియా విశ్లేషణ మూడు ప్రధాన పద్ధతులలో జరుపబడును. ఈ ప్రతిక్రియలు సామాన్యముగ 165-210°C తాపక్రమము వద్దను, 35 — 63·7 కి. గ్రా/సె. మీ^{2} (500 — 950 పౌ./అం^{2}) ప్రేషములలోను జరుపబడును. క్వాచిత్కముగ అత్యున్నత ప్రేషములు 210 కి. గ్రా/సె. మీ^{2} (3000 పౌ./అం^{2}) కూడ వాడుట కద్దు. అద్రావ్య యౌగికములను వాడునపుడు ప్రతిక్రియ ఏకరీతిలో ఉండుటకు మిశ్రమును కలుపుట అత్యవసరము. కార్బన్ యౌగికమునకు అధిక నిష్పత్తిలో అమోనియాను చేర్చుటవలన ప్రతిక్రియ

మెరుగుగా జరుగును. ప్రతిక్రియ జరుగు పాత్రలో ద్రావణమునకు పైనున్న విడి జాగాను సాధ్యమైనంతవరకు తగ్గించుట చాల ముఖ్యము. అటుల చేయనిపక్షమున ఉన్నత బాష్ప ప్రేషము కలది కావున అమోనియా ఎమీనీకరణ తాపక్రమమునకు ద్రావణమునుండి ఇగిరి పోయి, ద్రావణసాంద్రతను చాలవరకు తగ్గించును. దాని ఫలితముగ ప్రతిక్రియ జరుగు రేటు మందగించును. అమోనియా విశ్లేషణ ప్రతిక్రియలలో రాగి, రాగి లవణములు ప్రత్యేక ఫలవంతములైన ప్రేరకములుగ ఉపకరించును. ఆర్. సు.

అల్పతాపక్రమ కర్బనీకరణము : చూ. నేల బొగ్గు, కర్బనీకరణము.

అల్పీకరణము : పెద్ద పెద్ద కణముల రూపమున ఉన్న పంచదారకన్న నూరినపంచదార సులభతరముగ నీటిలో కరగునని అందరకు తెలియును. పంచదారను నూరుట వలన దాని ఉపరితల వైశాల్యము ఎక్కువగును. అందు వలన అది నీటిలో కరగు రేటుకూడ హెచ్చును. ఇటులనే ఘనద్రవ్యములతో నిర్వహింపబడు రాసాయనిక ప్రతిక్రియలు ఆ ద్రవ్యముల ఉపరితల వైశాల్య ప్రభావమునకు లోనగును. కణముల పరిమాణము తగ్గుకొలది పూతరంగుల విస్తరణ సామర్థ్యము ఎక్కువగును. విలువగల ఖనిజములు రాళ్లలో పొదుగబడి ఉండును. వీటిని విడదీయు క్రియకు ముందు ఆ రాళ్లను చితుక గొట్టవలయును. పెక్కు సందర్భములలో అల్పీకరణము (పరిమాణమును తగ్గించుట) ఒక పరిమితి వరకే ఆవశ్యకము. తదుపరి అది అనావశ్యకము. కాబట్టి, కనిష్ఠ ధనవ్యయముతో ఆవశ్యక కణపరిమాణ మితిలో ఉండునట్లు ఒక ద్రవ్యమును తెచ్చుటయే అల్పీకరణము యొక్క ప్రయోజనము. ఈ వ్యాసమందు ఘనద్రవ్యముల అల్పీకరణమే చర్చింపబడును. అణుసూక్ష్మీకరణము, తుషారీకరణము మొదలగు ద్రవ ద్రవ్యముల అల్పీకరణ పద్ధతులు ఇచ్చుట చర్చా విషయములు కావు.

కణ పరిమాణము : ఏ అల్పీకరణ ప్రక్రియకైన ఆది ద్రవ్యముల, ఫల ద్రవ్యముల కణ పరిమాణములు ప్రధాన విషయములు. ఆదిద్రవ్యముల కణపరిమాణము చితుక గొట్టు యంత్రము యొక్క నోరు ఎంత పెద్దదిగ ఉండవలయునో నిర్ణయించును. ఫల ద్రవ్యముల కణపరిమాణము పేషణము - అనగా నూరుట - ఎంతవరకు (ఎన్ని స్టేజిలలో)జరుగవలయునో నిశ్చయించును.

పెద్ద పరిమాణములను మీటరులలోనో, సెంటి మీటరుల లోనో, మిల్లీమీటరులలోనో తెలుపుదురు. స్వల్ప పరిమాణములను మైక్రాన్ [1] లలో వ్యక్తపరుతురు. పెద్ద ఉరవు గల రాతిబండలను మీటర్ బద్దతో కొలిచినను 10 సెం. మీ. మొదలు 75 μ ఉరవులను అందుకు నిర్మింపబడిన జల్లెడలతో గుర్తించుట మెరుగు. ఇంతకన్న తక్కువ పరిమాణములను గుర్తించుటకు కల్క్యకరణము (సెడిమెంటేషన్), కేంద్రోత్సారణము (సెంట్రిఫ్యూగలైజేషను), పంక మాపనము మొదలగు ప్రత్యేక విధానములు ఆవశ్యకములు.

ఏ ప్రయోగమందైనను ప్రత్యేకకణములతోగాక, కణ సమూహములతో మనకు ప్రసక్తి ఉండును. అందువలన ఆది ద్రవ్యముల విషయమున గాని, ఫల ద్రవ్యముల విషయమున గాని పరీక్షకు గ్రహించబడిన మచ్చులో కణ పరిమాణము ఎట్లు విభజించబడి ఉండునో తెలిసికొనుట ప్రధానము. పైనచూపిన విధానములలో ఒకటి, రెండింటినో ఉపయోగించి కణపరిమాణ విశ్లేషణ కావింపబడును.

అల్పీకరణమునకు కావలసిన శక్తి : అల్పీకరణము ఈ క్రింది శక్తిప్రయోగములలో ఏదానిచేనైనా కావించబడవచ్చును: 1. సుత్తితో మోదుట; 2. అడకత్తెరలో నొక్కి - వక్కను బ్రద్దలుచేయునట్లు - అనవరతముగ ఒత్తిడిని ప్రయోగించుట ; 3. సన్నికల్లు (రుబ్బురోలు) పాత్రముతో రాపిడిని ఉపయోగించి ఒరయుట లేదా నూరుట.

అల్పీకరణమునకు వలయు శక్తి అణుపరిమాణము ఏ నిష్పత్తిలో తగ్గింపబడునో ఆ నిష్పత్తినిబట్టి ఉండునని కిక్ ప్రతిపాదించెను. గణిత సమీకరణముల ద్వార ఈ సంబంధమును తెలుపవచ్చును. [2]

---

[1] మైక్రాన్ $(\mu) = \frac{1}{1000}$ మి. మీ

[2]
$$E = C_K \log \frac{L_1}{L_2} \quad .... \quad .... \quad (1)$$

ఇచట E=ద్రవ్యపరిమాణమును L_1 నుండి L_2 సైజుకు తగ్గించుటకు వ్యయమైన శక్తి. L_1 తొలిపరిమాణము; L_2 అల్పీకృత పరిమాణము. C_K యంత్రస్వభావమును బట్టి, ద్రవ్యమును బట్టి ఉండు స్థిరాంకము.

అల్పీకరణమునకు వలయు శక్తి ఆ ప్రక్రియయందు ఉత్పాదితమైన ఉపరితల అతిశయము మీద ఆధారపడి ఉండును అని భావించి రిట్టింజర్ క్రింది సమీకరణమును ప్రకటించెను.

$$E = C_R \left(\frac{1}{L_2} - \frac{1}{L_1} \right) \quad .... \quad .... \quad (2)$$

ఇచట C_R ద్రవ్య, యంత్ర స్వభావములపై ఆధారపడి ఉండెడి స్థిరాంకము. L_1, L_2, పైన మోస్తరుగా ఆది-అంత్య కణపు సైజులు.

ఈ సమీకరణములన్నియు అల్పీకరణ ప్రక్రియ ఒక్కొక్క కణమునకు ఒక్కొక్క ప్రత్యేక కార్యమని తలంచినవి. కాని, అల్పీకరణ ప్రయోగము సాగుచున్న సమయమున భిన్న భిన్న పరిమాణములు గల కణములు అసంఖ్యాకములుగ ఉండును. ప్రతి దశలో కొన్ని ముతక కణములు సూక్ష్మకణములుగ నలగగొట్టబడును. ఈ భావములను గ్రహించి షూమన్ చూర్ణీకరణకార్యము స్థూలకణములను సూక్ష్మకణములుగ మార్చు అనేక పెద్ద కణములు తక్కువగునట్టియు, చిన్న కణములు అభివృద్ధి చెందునట్టియు ప్రత్యేక, స్వతంత్ర కార్యముల సంకలిత రాశి అని సూచించెను. ఫలకణముల పరిమాణమునకు, వినియుక్త శక్తికి సంబంధము కల్పించి, అతడు ఒక సమీకరణమును నిగమించెను. ద్రవ్యములకు గోళక యంత్రముతో జరుపబడు శుష్క పేషణ ప్రక్రియకు అన్వయింపచేసి, తరువాతి అన్వేషకులు ఆ సమీకరణమును ధ్రువీకరించిరి.

అల్పీకరణమునకు అవసరమగు శక్తికి సంబంధించిన నియమములను చర్చించు సందర్భమున చాల యంత్రముల అల్పీకరణ దక్షత అతి స్వల్పమనియు, వినియుక్త శక్తిలో అధికభాగము (ఇంచు మించు 80 శాతములు) వేడిమిగా మారి వ్యర్థమై పోవుననియు ఎరుంగవలెను. అందువలన కణ విఘటన యాంత్రికప్రక్రియను గురించి మునుపటికన్న ఎక్కువ జ్ఞానమును ఆర్జించుటకు, దానిని సమర్థతర యంత్రముల నిర్మాణమునకు వినియోగించుటకు ఎంతేని అవకాశము కలదు.

పరికర సామగ్రి : అల్పీకరణమును తడవల విధానమున జరుపుటకును, నిర్విరామ విధానమున జరుపుటకును కూడ వలయు పరికరములు కలవు. వర్ణద్రవ్యములు, ఔషధములు వంటి అల్ప ద్రవ్యరాశులను నూరుటకు తడవల విధానము సాధారణము. సిమెంటు క్లింకర్‌ను పొడిచేయుట వంటి పెద్ద ఎత్తున జరిపించెడు కార్యములకు నిర్విరామ క్రియయే ఏకైక విధానము.

అల్పీకరణ పరికరములు వాటిలో అల్పీకరింపబడు కణముల పరిమాణములను పట్టి వేరు వేరుగ ఉన్నవి. అవి : 1. ఒకటి, రెండు మీటరులు మొదలుకొని కొన్ని సెంటి మీటరుల వరకు పరిమాణము గల పెద్ద బండరాళ్లను చిన్న రాళ్ల క్రింద నలగగొట్టుటకు వలయు ముతకక్షరు యంత్రములు ; 2. కొన్ని సెంటి మీటరుల పరిమాణముగల శకలములను కొన్ని మిల్లీమీటరుల పరిమాణమునకు అల్పీకరించు మధ్యతరగతి క్షరు యంత్రములు ; 3. కొన్ని మిల్లీమీటరుల పరిమాణము నుండి 100 మైక్రాన్‌లు కాని, అంతకు తక్కువ కాని అగు పరిమాణములకు తగ్గింప సమర్థములగు సూక్ష్మపేషకములు ; 4. కణ పరిమాణమును కొద్ది మైక్రాన్‌లకు తగ్గించగల అతి సూక్ష్మపేషకములు. అల్పీకరణ పరికరములకు దిగువ పేర్కొనవలసిన లక్షణములు ఉండవలెను: 1. ఆదిమ ద్రవ్యమును అందించు లోకవాటము; 2. అంతిమ ద్రవ్యమును అందించు వెలికవాటము ; 3. కఠినములు, రాపిడికి నిలుచు ద్రవ్యములతో నిర్మించబడిన పేషణ తలములు - వీనిని సులభముగా మార్చుటకు వీలుండును ; 4. వెలికవాటమువద్ద బహిర్గమించు ద్రవ్యముయొక్క పరిమాణమును నియంత్రించు సాధనము ; 5. ఏ ద్రవ్యముల కోసము అది నిర్మించబడినదో వాటికన్న కఠినమైన ద్రవ్యములు ప్రమాదము వలన యంత్రమున ప్రవేశించినపుడు యంత్రము చెడిపోకుండ సంరక్షించ గల

అల్పీకరణ ప్రక్రియలో ద్రవ్యశకలము పగులు ఏర్పడు వరకు తొలిని వికృతిని చెందుననియు, శకలమందు శేషించిన శక్తిచే ఈ పగులు శకలమంతట వ్యాపించుననియు బాండ్ భావించెను. ఈ భావన అనుసరించి ఉపయుక్తమైన శక్తి పగులు పొడువునకు సమనిష్పత్తిలో ఉండునని క్రింది సమీకరణము ద్వారా సూచించెను :

$$E = 10\ \omega_i \left(\frac{1}{\sqrt{P}} - \frac{1}{\sqrt{F}} \right)$$

లేదా

$$E = \omega_i \left(\frac{\sqrt{F} - \sqrt{P}}{\sqrt{F}} \right) = \sqrt{\frac{100}{P}} \quad \ldots\ (3)$$

ఇచట ω_i = కార్యసూచకము ; అనగా ద్రవ్యశకలము అనంత పరిమాణము నుండి 80% వరకు 100 మైక్రాన్‌ల కన్న తక్కువ పరిమాణముగల శకలముల క్రింద అల్పీకరించబడుటకు వినియుక్తమైన శక్తి. F మైక్రాన్‌లలో ఆది శకల పరిమాణము ; P అటులనే అంత్య శకల పరిమాణము. తొలి, తుది ద్రవ్యములలో కణములు క్రమముగ F, P మైక్రాన్‌ల రంధ్ర పరిమాణములు గల జల్లెడలలో నుండి దిగజారునట్లు ఉండవలెను. పై మూడు నియమములను ఒకే సమీకరణము నుండి నిగమింపవచ్చును.

$$dE = -C\,(L / dL^n) \quad \ldots \quad \ldots \quad (4)$$

ఇచట dE శకల పరిమాణము L లో dL అను అనంతాల్ప పరిమాణ భేదమును తెచ్చిపెట్టు అంతరీకరణశక్తి. c, n స్థిరాంకములు. కిక్ నియమమున $n = 1$; రిట్టింజర్ నియమమున $n = 2$; బాండ్ నియమమున $n = \frac{3}{4}$. బాండ్ నియమము తక్కిన వాటికన్న ఎక్కువ ప్రయోగాధారము కలది అనియు, అందుచే మిగత రెండింటికన్న ఎక్కువ కార్యకరమైనదనియు ఎన్నబడుచున్నది.

రక్షణ పరికరములు; 6. వస్తుప్రవాహమునకు గడ్డుగా అడ్డుకొనినపుడు దానిని తొలగించి, శుభ్రపరచుటకు తగు వీలు; 7. యంత్రము యొక్క గతికి, కార్యకరణ సామర్థ్యమునకు తగిన శక్తి సరఫరా; ఆ శక్తిని యంత్రమునకు అమర్చు సాధనములు.

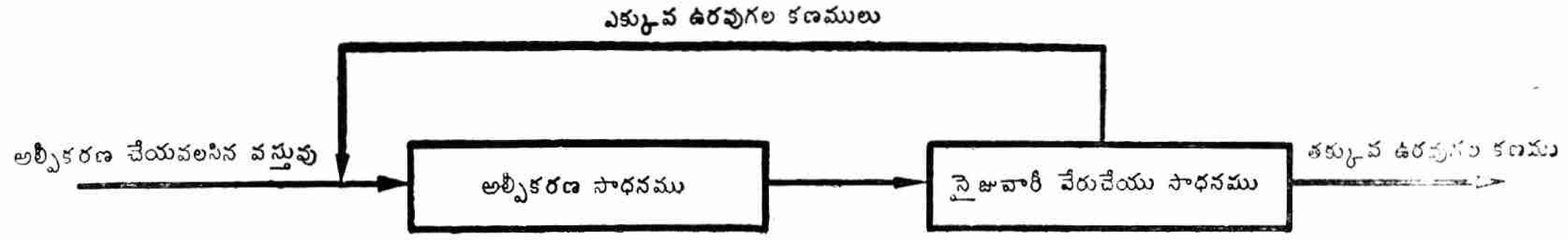
పరికర యంత్రనిర్మాణము క్రింది సూత్రములను అనుసరించి ఉండును: 1. దౌడల యంత్రము (జాక్రషర్) లో వలె ఒక అంగము కదలునది, దానిపై వేరొకటి కదలనిది ఉండవలెను. ఈ రెండింటి మధ్య పేషణము జరుగును; 2. ఒక స్థిరాంగముపై ఇంకొకటి కదలుచును లేదా కదలుచున్న దానిపై ఇంకొకటి అంతకంటె ఎక్కువ వేగముతో కదలుచును, రోలర్ మిల్లు లేదా కాఫీమిల్లు లేదా సన్నికల్లు పాత్రమువలె శకలములను రుద్దుచుండవలెను; 3. గోళకములు లేదా దండములు వంటి అనేక వస్తువులు యంత్ర గర్భమందు ఒకదానిపై ఇంకొకటి దొర్లుచు ద్రవ్యశకలములను దెబ్బతో నెట్టుకొనుచు, నలుపుచు ఉండవలయును. ఈ యంత్రములు గోళక, నాళక, దండ యంత్రములను పోలి ఉండును; 4. సుత్తి పెట్టు యంత్రముల (హామర్ మిల్) వలె లేదా మైక్రో నైజర్ యంత్రములోని ఆవిరి ధారవలె నలగగొట్టబడవలసిన ద్రవ్యశకలములను ఎక్కువ వేగముతో తాకు అవయవములు ఉండవలెను; 5. స్వయంజనిత పేషక ప్రక్రియ యందువలె పెద్ద కణములు ఒకటిపై మరొకటి చిన్నవాటిపైని పరంపరగా పడవలెను; 6. కంపక యంత్రము (వైబ్రేషన్ మిల్లు) లందు వలె యంత్రము కంపనమువలన ద్రవ్యములు పిండి చేయబడవలెను.

పిండి చేయుటకు తగిన ద్రవ్యములు: పిండి కొట్టబడు ద్రవ్య స్వభావము అల్పీకరణ పరికర జాతులను నియమించును. పెళుసు ద్రవ్యములు తాకుడు, ఒత్తిడి బలముల వలన అల్పీకరించబడును. నారవస్తువులు కత్తిరించబడి చీల్చబడవలెను. తేమ గల ద్రవ్యముల కన్న తడి లేని ద్రవ్యములను నలుగగొట్టుట సాధారణముగ సులభము. అందువలన నలుగగొట్టుటకు ముందుగనో లేదా నలుగగొట్టుట సాగుచున్న సమయమందునో ద్రవ్యమునుండి తడిని తీసివేయుట లాభకరము. శుష్కస్థితిలో నలుగగొట్టుటను 'శుష్క పేషణ' అందురు. దీనికి విరుద్ధముగ నలుగగొట్టు సమయమందు చాలినంత నీటిని ద్రవ్యమునకు చేర్చిన ఎడల పేషణక్రియ సులభమగును. ఏలన, సూక్ష్మ కణములను తేల్చుటకు నీరు సహాయపడును. దీనిని 'ఆర్ద్ర పేషణ' అందురు. శుష్క పేషణ కార్యమందు పేషణ సాగుచుండగ జనించిన సూక్ష్మకణములు స్థూలకణములపై ఆవరించి, వాటికి మృదుతల్పములవలె ఆచరించి, అల్పీకరణ క్రియను ఆటంకపరచును. అందువలన జనించిన సూక్ష్మకణములను వెంటనే తొలగించవలెను.

వాటి పేష్యత్వ గుణముల బట్టి ద్రవ్యములను గుర్తించుటకు వీలగు విధానములు నేలబొగ్గునకు విస్తరించబడినవి. ఇతర ద్రవ్యములకు అంతగా సరిపడవు.

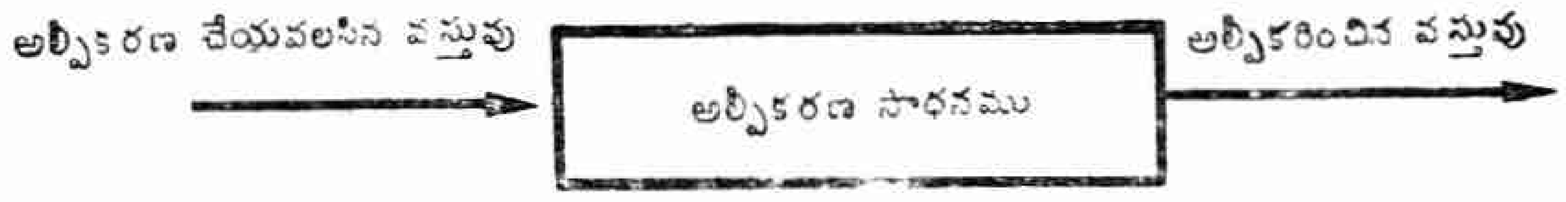
పనిచేయు విధానములు: పేషణ క్రియయందు - సూక్ష్మ కణములు - స్థూలములకు మృదుశయ్యలవలె ఆచరించుట వలన పేషణక్రియ నిరోధించబడునని ఇదివరకే చెప్పితిమి. సూక్ష్మకణముల రాశి ఎక్కువగు కొలది, వాటిని ఉత్పాదించుటకు వలయు శక్తి ఎక్కువగుచుండును. అందువలననే సిసలుగా కావలసిన దానికన్న ఎక్కువ సూక్ష్మముగ ఉండు ద్రవ్యము జనించకుండ చేయుటకు సాధ్యమైనంత జాగ్రత తీసికొనవలయును. ఈ పనికై సూక్ష్మకణములను అవి ఏర్పడిన వెంటనే తొలగించవలయును. అల్పీకరణ సాధనము ఏదియైనను కచ్చితముగా ఒకే పరిమాణములు కల కణములను అందజేయదు. కొన్ని ఆసన్న పరిమాణ మితులలో ఉన్న కణములను అందించును. కనుక కొంతవరకు పేషణకార్యము జరిగిన తరువాత, యంత్రమునుండి ద్రవ్యమును గ్రహించి, దానిని సూక్ష్మ, స్థూల కణముల క్రింద వేరుపరచి, చిత్రములో కనపరచినట్లు స్థూలకణములను మరల యంత్రములోనికి పంపవలెను.

దీనికి 'సంవృతవలయ (క్లోజ్డ్ సర్క్యూట్) పేషణము' అని పేరు. దీనికి భిన్నముగ వివృతవలయ (ఓపెన్ సర్క్యూట్) ప్రక్రియ కలదు. ఇందు ప్రక్కపుటలో 2 వ చిత్రమున చూపినట్లు ద్రవ్యరాశి అంతయు సరాసరి యంత్రము గుండా పంపబడును.



చిత్రము - 1 సంవృత వలయపేషణము

సంవృతవలయ యంత్రము తాను వినియోగించు శక్తికి ఇంచుమించు ఏకరూప పరిమాణములు గల ద్రవ్యమును ఉత్పత్తి చేయుట యందు చాల సమర్థముగ పని చేయును.



చిత్రము – 2 వివృత వలయ పేషణము

ఇదిగాక, ఇందు పరిమాణములను వేరు చేయుటకు, స్థూలములను మరల యంత్రము గుండ పంపుటకు వలయు పరికరము కూడ కలదు. మూర్తి.

అల్యూమినియము : వెండివంటి కాంతియుతమైన తెల్లని ధాతు మూలద్రవ్యము; విశిష్టగురుత్వము 2.7 (ఇనుము కంటె ఇంచుమించు మూడింతలు తేలిక అయినది); ద్రవాంకము 660°C ; క్వథనాంకము 2060°C. ప్రకృతిలో పుష్కలముగ విస్తరించి ఉండుటలో అది ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్, సిలికన్ తరువాత నాలుగవ స్థానమును ఆక్రమించును. అయితే, ఆక్సిజన్‌తో దానికి కల అధికతర రాసాయనిక మైత్రి మూలమున అల్యూమినియము ప్రకృతిలో ధాతురూపమున ఎచ్చటను దొరకదు; అనేక ఇతర ద్రవ్యములతో సంయోగించి, యౌగికరూపమున పలు శిలలలోను, నేలలలోను విరివిగ విస్తరించి ఉండును. ఫెల్డ్‌స్పార్‌లు (చంద్రకాంత శిలా స్ఫటికములు K_2O, Al_2O_3, $6\ SiO_2$), అభ్రకములు (మైకా), రేగడి మన్ను, నామసుద్ద ($Al_2O_3\,2SiO_2\,2H_2O$), బలపపురాళ్లు మున్నగు రూపములలో ఈ ధాతువు భూమి ఉపరితలమందు దాదాపు 7.3% వరకు కలదు. నీలము, కెంపు, కురువిందము, గార్నెట్, ఇతర రత్నములు అల్యూమినియము యౌగికములే [చూ. కురువిందము].

ముడి ఖనిజములు : అల్యూమినియము ధాతుసాధనకు నేడు విస్తారముగ వినియోగింపబడుచున్న ప్రధానతమ ఖనిజము బాక్సైట్ (Al_2O_3, $2H_2O$). దీని ఉనికి 1821 లో కనుగొనబడినది. అల్యూమినియముతో కూడిన శిలలు వాతావరణ ప్రభావముచే పొడి అగుటవలన బాక్సైట్ ఏర్పడును. ఇది మామూలు మన్నురాయివలె ప్రకాశ హీనమై ఉండును. కాని, సాధారణముగ గోధుమ రంగులో కాని, ఎరుపు రంగులో కాని పూసలు కట్టిన ఆకారమును కలిగి ఉండును. అందుచేత దీనిని గుర్తించుట చాల సులభమే. బాక్సైట్‌లో తరుచుగా ఐరన్ ఆక్సైడ్; సిలికేట్‌లు; క్వార్ట్జ్; టైటానియమ్ యౌగికములు; ఇనుము, కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ కార్బొనేట్‌లు; అల్పరాశులలో మరికొన్ని మలిన ద్రవ్యములు సమ్మిళితములై ఉండును. డయాస్పోర్ (Al_2O_3, H_2O), గిబ్సైట్ (Al_2O_3, $3H_2O$) అను ఖనిజములు కూడ బాక్సైట్ వలెనే ఉదకిత అల్యూమినాలు సృష్టియందు లభించును. క్రయొలైట్ (సోడియమ్ అల్యూమినియము ఫ్లోరైడ్, $Al\ F_3$, $3\ Na\ F$) అను దుర్లభ ఖనిజము గ్రీన్‌లాండ్‌లో మాత్రమే విరివిగా లభించును. అల్యూమినియము ఫాస్ఫేట్ ($AlPO_4$) అనునది మరొక ఖనిజము.

భారతదేశములో మొత్తము బాక్సైట్ నిల్వలు 25 కోట్ల టన్నీలు అనియు, అందు 6.4 కోట్ల టన్నీలు ఉన్నత శ్రేణికి చెంది, ధాతుసాధనకు యోగ్యములై నవనియు అంచనా. ఇది ముఖ్యముగా బీహారు రాష్ట్రములోని రాంచీ, పలమావ్, మాంఘిర్ జిల్లాలలోను; మధ్య ప్రదేశ్ లోని బిలాస్‌పూర్, దుర్గ్, జబల్‌పూర్, బాలాఘాట్ జిల్లాలలోను; మహారాష్ట్రములోని కొల్హాపూర్, రత్నగిరి ప్రాంతముల వద్దను; మద్రాసు రాష్ట్రములో సేలం, నీలగిరి వద్దను; ఒరిస్సాలో కోరాపుట్, కలహాండి, సంబల్‌పూర్ జిల్లాలలోను; కాశ్మీర్‌లోను విరివిగ లభించుచున్నది. పంజాబులో లవణాధారయుత సల్ఫేట్ అయిన ఆలునైట్ దొరుకుచున్నది.

ధాతుసాధన : అల్యూమినియము సాధనకు విరివిగా ఉపయోగింపబడు ముడిఖనిజము బాక్సైట్ అని చెప్పితిమి. బాక్సైట్ నుండి అల్యూమినాను తయారుచేసి, దానినుండి ఈ ధాతువును సాధింతురు. అనేక ఇతర ధాతువులవలె గాక మిక్కిలి పరిశుద్ధ దశలో ఉన్నపుడే అల్యూమినియమునకు విలువ, వాణిజ్య వినియోగము కలుగును. కాబట్టి, ఈ ధాతుసాధనకు బాక్సైట్ ఖనిజమునుండి పరిశుద్ధ అల్యూమినాను తయారుచేయుట మొదలు - తుదివరకు విశేష శ్రద్ధయు, సాంకేతిక పర్యవేక్షణయు ఆవశ్యకములు. ఇంతేకాక, సాధనయందు విద్యుచ్ఛక్తి అపారముగ వ్యయమగును. అందువలన ఆ శక్తి చౌకగా లభించినపుడే ధాతూత్పత్తి ఆర్థికముగ లాభకారి అగును.

సాధన సూత్రములు (ప్రక్రియా వర్ణన) : సంప్రదాయ ఆక్సీహరణ విధానమును అనుసరించి, బాక్సైట్‌లోని అల్యూమినా (అల్యూమినియము ఆక్సైడ్) ను బొగ్గుతో ఆక్సీహరించి, ఈ ధాతువును తయారుచేయుట సాధ్యపడదు; ఏలన, ఈ ధాతువు వెంటనే కార్బన్‌తో సంయోగించి, అల్యూమినియము కార్బైడ్‌గ ఏర్పడును. అల్యూమినియము లవణముల జలద్రావణమును విద్యుత్ప్రవాహముతో విశ్లేషించుటవలన కూడ ధాతువు

లభ్యము కాదు; ఋణధ్రువమువద్ద హైడ్రోజన్ మాత్రమే విడుదల అగును. అందువలన కరగించిన క్రయొలైట్‌లో అల్యూమినానను లీనముచేయగా లభించిన ద్రావణమును విద్యుత్ విశ్లేషణ ప్రక్రియకు గురిచేసి, ఈ ధాతువును ఉత్పత్తిచేయుదురు. ఈ ధాతుసాధన మూడు మజిలీలలో జరుగును: 1. అతి పరిశుద్ధమయిన అల్యూమినా తయారీ; 2. కార్బన్ ధ్రువముల (విద్యుదగ్రముల) నిర్మాణము; 3. అల్యూమినా నుండి ధాతుసాధన.

అల్యూమినా తయారీ (బేయర్ ప్రక్రియ): బేయర్ అను రష్యా రాసాయనిక శాస్త్రవేత్తచే ప్రవేశపెట్టబడిన ఈ ప్రక్రియ 1899 లో తొలిసారిగ పరిశ్రమలో వినియోగింపబడి తదుపరి పెక్కు పరిశోధకులచే పరిష్కరింపబడినది. ఇందు బాక్సైట్ ఖనిజమును కాస్టిక్‌సోడా ద్రావణములో పచనముచేసి, వచ్చిన సోడియమ్ అల్యూమినేట్ ద్రావణము నుండి అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్‌ను అవక్షేపించి, ఈ హైడ్రాక్సైడ్‌ను కాల్చి, పరిశుద్ధ అల్యూమినానను సంపాదింతురు. ఇందు మూడు ప్రక్రియలు కలవు:

$$Al_2O_3, 3\,H_2O + 2\,NaOH \longrightarrow 2\,NaAlO_2 + 4\,H_2O$$
(పాకప్రక్రియ)

$$2\,Na\,AlO_2 + 4\,H_2O \longrightarrow Al_2O_3, 3\,H_2O \downarrow + 2\,NaOH$$
(అవక్షేపణము)

$$Al_2O_3, 3H_2O \text{ (కాల్చుటవలన)} \longrightarrow Al_2O_3 + 3\,H_2O$$
(తాపనము)

పాక ప్రక్రియ: సన్నని పొడిగా చేయబడిన బాక్సైట్‌ను సమ్మిశ్రకములలో కాస్టిక్‌సోడా ద్రావణముతో కలిపి, పాకయంత్రములలోనికి పంపి, ఒత్తిడిలో మరగింతురు. బాక్సైట్‌లోని అల్యూమినా కాస్టిక్‌సోడాలో విలీనమై, సోడియమ్ అల్యూమినేట్ తయారగును. విలీనముకాని ఐరన్ ఆక్సైడ్, టైటానియమ్ డై ఆక్సైడ్, సిలికా వంటి నిరుపయుక్త ద్రవ్యములు ఎర్రని బురదగ నిలిచిపోవును. పాకయంత్రములనుండి బయటికి వచ్చిన సోడియమ్ అల్యూమినేట్ ద్రావణమును, ఎర్రబురదను ప్రతిప్రవాహ ఘనీకారకశ్రేణి గుండా పంపుదురు. ఇందు తొలిదశలో అల్యూమినేట్ ద్రావణము పొరలి పైకి వచ్చును. ఎర్ర బురదను మరల మరల కొన్ని ఘనీకారకములందు కడిగి, దానినుండి కాస్టిక్‌సోడా ద్రావణమును సంగ్రహింతురు. చివరకు మిగిలిన బురదను విసర్జింతురు లేదా ఉపోత్పన్నములను రాబట్టుదురు.

అవక్షేపణము: పై విధమున లభించిన సోడియమ్ అల్యూమినేట్ ద్రావణమును గళన పీడకముల (ఫిల్టరు ప్రెస్సు) ద్వారా వడపోసి, దానిలో తేలుచు చివరివరకు మిగిలి ఉన్న మలిన ద్రవ్యములను తొలగింతురు. తరువాత ద్రావణమును 'అవక్షేపకములు' అనబడు పెద్ద తొట్టెల లోనికి పంపి; యాంత్రికముగా గాని, గాలి పారించి గాని చల్లారబెట్టుదురు. చల్లారిన ఈ ద్రావణమునకు అంతకుముందు తయారుచేసిన పరిశుద్ధ అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్‌ను బీజస్ఫటికములుగ చేర్తురు. దానితో ద్రావణమునుండి విశుద్ధమగు అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ అవక్షేప రూపమున క్రిందికి దిగును. మిగిలిపోయిన రిక్తద్రవమును బహుఫల బాష్పీకరణులలో చిక్కబరచి, తిరిగి బాక్సైట్ పచనమునకు వాడుదురు.

తాపనము: ఈ అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్‌లో కొంత భాగమును మీద పేర్కొన్న బీజస్ఫటికములుగ వినియోగించుటకు కేటాయించి, మిగిలిన దానిని నిర్వాత గళని (వాక్యూము ఫిల్టరు) లో వేడినీటితో చక్కగా కడిగి, అంటుకొని ఉన్న కాస్టిక్‌సోడాను తొలగింతురు. తరువాత దానిని గుండ్రముగా తిరుగు తైలతాపకములలో 1100°C వరకు వేడిచేయగా బాగుగా కాల్చబడిన అల్యూమినా లభ్యమగును.

కార్బన్ ధ్రువముల నిర్మాణము: పెట్రోలియమ్ నుండి లభ్యమైన బొగ్గును తడి పూర్తిగా పోవువరకు కాల్చి, దానికి సగంపాలు కోల్ తారు కీలును కలిపి, వచ్చిన గట్టి ముద్దతో కార్బన్ ధ్రువములను నిర్మింతురు. 'ఆకు పచ్చ ముద్ద' అని పిలువబడు ఈ మిశ్రమును విద్యుత్ విశ్లేషణ పేటికలో పైనుండి వ్రేలాడగట్టుదురు. పేటికగుండా విద్యుత్తును పంపునపుడు జనించిన వేడిమికి వ్రేలాడజేసిన ఈ ముద్ద కాలి, గట్టిపడి, విద్యుత్‌వాహకముగ పనిచేయును. ఈ ముద్దను కాల్చకుండ వాడుట కూడ కలదు. అప్పుడు అది 'సోడర్‌బర్గ్ ముద్ద' అని పిలువబడును. కొన్ని కొలుములలో ముందుగా కాల్చిన కార్బన్ ధన ధ్రువములను కూడ వాడుదురు.

అల్యూమినా నుండి ధాతుసాధన: అల్యూమినాయొక్క విద్యుత్ విశ్లేషణ ప్రక్రియ 'ఆక్సీహరణ ఘటములు' అని పరిశ్రమలలో వ్యవహరింపబడు విద్యుత్ విశ్లేషణ కొలుములలో జరుపబడును. కొలిమిలోని ప్రధాన భాగములు: 1. కార్బన్ ధనధ్రువము (ఏనోడ్); 2. కరగిన అల్యూమినియము ఋణధ్రువము (కేథోడ్); 3. క్రయొలైట్‌లో విలీనము చేయబడిన అల్యూమినా ద్రావణము. ఈ విద్యుత్ కొలిమి తాపబంధితమైన ఒక ఉక్కుపెట్టె. సన్నని

బొగ్గుపొడిని కీలులో కలపి పెట్టెకు అడుగున, ప్రక్కలను మెత్తుదురు. విద్యుత్ ప్రవాహము వేడికి పెట్టెయందు ఉంచబడిన క్రయొలైట్ కరగును. పెట్టె అట్టడుగున కల కార్బన్ పూత, కరగిన అల్యూమినియము కలసి ఋణ ధ్రువముగ ఆచరించును. మీదనుండి వ్రేలాడ గట్టబడిన సోడర్‌బర్గ్ విద్యుదగ్రము కాని, ముందుగా కాల్చబడిన విద్యుదగ్రము కాని ధనధ్రువముగా పనిచేయుచు, కరగిన క్రయొలైట్‌లో కొంచెముగ మునిగి, పెట్టెగుండా విద్యుత్ ప్రసారమునకు వీలు కలిగించును. విద్యుత్ ప్రవాహము అల్యూమినాను అల్యూమినియము ధాతువుగను, ఆక్సిజన్ గను విసంయోగించును. అల్యూమినియము ద్రవస్థితిలో పెట్టె అడుగున నిక్షేపింపబడును. ధనధ్రువమువద్ద విడుదల చెందిన ఆక్సిజన్ ఆ ధ్రువములోని కార్బన్‌తో మేళవించి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ రూపమున పైకెగసి గాలిలో కలియును. ఆక్సీహరణ ఘటము యొక్క సైజునుబట్టి నిర్ణయించుకొనిన వ్యవధులలో ద్రవీభూత అల్యూమినియమును (అప్పటి దాని తాపక్రమము రమారమి 900°C) పైకి తీసి, తాపబంధితములైన పోత ఇనుప కడవలలోనికి సంగ్రహింతురు. తరువాత దానిని కడ్డీలుగనో, ముక్కలుగనో పోత పోయుదురు.

ఉపయోగించిన ముడిసరకుల శుద్ధతపై ఆధారపడి, అల్యూమినియము ధాతువు యొక్క శుద్ధత 99.5% వరకు ఉండును వాణిజ్యమునకు ఈ శుద్ధత చాలును. విద్యుత్ వాహకముగ ఉపయోగపడు ధాతువునకు ఇంతకంటె ఎక్కువ శుద్ధత ఆవశ్యకము.

అల్యూమినియము ఉత్పత్తి 1965 లో యావత్ ప్రపంచమున 71 లక్షల టన్నులు; భారతదేశమున 68,700 టన్నులు అని తెలియుచున్నది.

ప్రధాన వినియోగములు: అల్యూమినియము మెత్తనిది, తీగెలుగా సాగదీయుటకు అనువైనది, మంచి విద్యుత్ వాహకము (దాని విద్యుత్ వహన శక్తి రాగియొక్క శక్తిలో 60% ఉండును). అందువలన అది విద్యుత్ ప్రసారమునకు అనువగు తీగెలను, కేబుల్‌లను తయారు చేయుటకును, ఆ విధముగ విద్యుత్ పరిశ్రమలో రాగికి ప్రత్యామ్నాయ ధాతువుగను పనికివచ్చును.

అల్యూమినియము మంచి ఉష్ణవాహకము; అల్యూమినియము పాత్రలను కడుగుట, నిర్మలముగా ఉంచుట సులభతరము. కావున అది వంటపాత్రల నిర్మాణమున భారీ ఎత్తున వినియోగింపబడును. వాణిజ్య, వసతి భవనములకు కావలసిన తలుపులు, కిటికీలు, ఇతర అమరిక వస్తువులు అల్యూమినియముతో నిర్మింపబడును. కిలుము పట్టి, శరీరమునకు అపాయము కలిగింపదు గనుక ఆహార, రాసాయనిక పరిశ్రమలలో పదార్థములను నిల్వ చేయు భారీ పాత్రల నిర్మాణమునకు అది అత్యంతము అనుకూలమైనది.

అల్యూమినియము నుండి రోలింగ్ ద్వారా తయారు చేయబడిన పొరలవంటి పలుచని రేకులు, మందులు, ఫోటో ఫిల్ములు, టూత్ పేస్ట్‌లు, షేవింగ్ క్రీమ్‌లు, వెన్న, జున్ను, పిప్పరమెంటు, చాకలెట్లు, పలు రకముల ఆహారపదార్థములు ప్యాకింగ్ చేయుటకు ఉపయోగపడును. ఇంకను పలుచని పొరలు తేయాకు పొట్లములను, సిగరెట్టు పెట్టెలను చుట్టబెట్టుటకు, పాల సీసా మూతలకు, విద్యుత్ సంఘనకము (కండెన్సర్) ల నిర్మాణమునకు వాడబడును.

ప్రకాశించు స్వభావము కల అల్యూమినియమును పెట్రోలు టాంకుల నుండి, పాల తొట్టెల నుండి సూర్యకిరణములను దూరముగా పరావర్తింప జేయుటకు ఉపయోగింపవచ్చును. అయితే, దానిని ఇచట మితిమీరి వేడి చేయరాదు

అల్యూమినియమునకు రాగిని, మగ్నీషియమ్‌ను చేర్చి తయారు చేసిన 'డ్యూరాల్యుమిన్' అను ధాతుమిశ్రము దృఢత్వమున ఉక్కుతో సరిసమానముగను, ఉక్కు కన్న మూడువంతులు తేలికగను ఉండి, విమానచట్రముల నిర్మాణమునకు ఉపయుక్తమగుచున్నది. రైలుపెట్టె, బస్సు, మోటారు, నౌక ఉపరిభాగములు అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రములతో నిర్మింపబడును. మోటారు బండ్ల ముషలకముల (పిస్టను) ను తయారుచేయుటకు కూడ ఈ ధాతుమిశ్రములు పనికివచ్చును.

అల్యూమినియము, రాగి మిశ్రమైన 'అల్యూమినియము కంచు (అల్యూమినియము బ్రాంజ్)' అను ధాతుమిశ్రము అచ్చముగ బంగారమువలె ఉండి, నకిలీ నగల తయారీకి వినియుక్తమగుచున్నది. ధనధ్రువము వద్ద ఆక్సీకరింపబడునపుడు అల్యూమినియము ఏ రంగునైన స్వీకరించును; అట్టి ఏనోడైజ్డ్ అల్యూమినియముతో ఆభరణములు, చేతిగడియారపు మూతలు, అలంకార వస్తువులు విరివిగా చేయబడుచున్నవి.

సన్నని అల్యూమినియము పొడితో వెండిపూత రంగులు తయారగుచున్నవి; వాటితో పూతపూయబడిన ఉక్కు కట్టడములు, వంతెనలు త్రుప్పుపట్టి చెడిపోవు. అద్దములకు, కాంతిపరావర్తకములకు వెనుక తట్టున అతి విశుద్ధమైన అల్యూమినియము పొడితో పూత పూయుదురు.

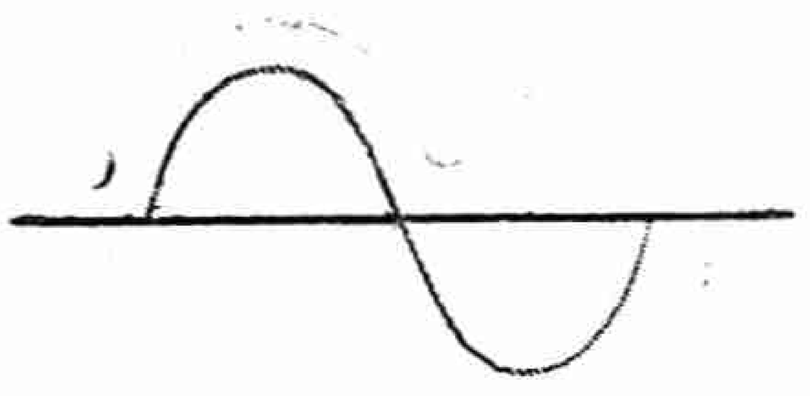
అల్యూమినియము చూర్ణము ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్‌తో మిశ్రితమై తెర్మైట్ అను పేర ఉక్కు ముక్కను అతుకుటకు వాడబడును. మగ్నీషియమ్‌తో నిప్పు అంటించినచో తెర్మైట్ తీవ్రముగ మండును. ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్‌నుండి విడివడిన ఇనుము వెంటనే రెండు ఉక్కు భాగములను సంధించును. ఇందు ఆక్సిజన్ కూడ విడుదల అగును.

చిట్టచివర చెప్పినను, ప్రాధాన్యమున పై వాటికి తీసిపోని మరియొక వినియోగము కలదు. కృత్రిమ ఉపగ్రహముల, అంతరిక్ష శోధకముల కోశములు, తదితర భాగములు అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రములతోనే తయారు చేయబడును.

భవిష్యత్తులో అల్యూమినియము : ప్రశంసనీయములైన భౌతిక, రాసాయనిక ధర్మములు కల అల్యూమినియము అంతులేని వినియోగములకు పనికిరాగలదు. ధాతుమిశ్రముల రూపమున అది ఉక్కువంటి ధాతువుల స్థానమును ఆక్రమింపగలదు. అందువలన మహత్తరమైన ఆర్థిక ఫలితములు చేకూరవచ్చును. ఏలన దాని బరువు ఉక్కు నిర్మాణముల బరువులో మూడవవంతు మాత్రమే ఉండును. ఆధునిక ధాతుపరిశ్రమలలో ప్రధానతమమైన ఇనుమునకు ప్రత్యామ్నాయముగ అది వాడుకలోనికి రాగలుగుటకు ప్రస్తుతము దాని అధిక ఉత్పత్తి వ్యయమే ప్రతిబంధకముగ ఉన్నది. భావి సాంకేతిక పరిశోధనల పర్యవసానముగ దానిని ఇప్పటి కన్న చౌకగ ఉత్పత్తి చేయుటకు అవకాశము చిక్కిన ఎడల, గృహములలోను, పరిశ్రమలలోను దాని వాడకము ఇతోధికముగ పెరుగవచ్చును. కావున అల్యూమినియమును భావికాలపు ధాతువు అనుట సమంజసము [చూ. అల్యూమినియము సం. 2 - పు. 156].

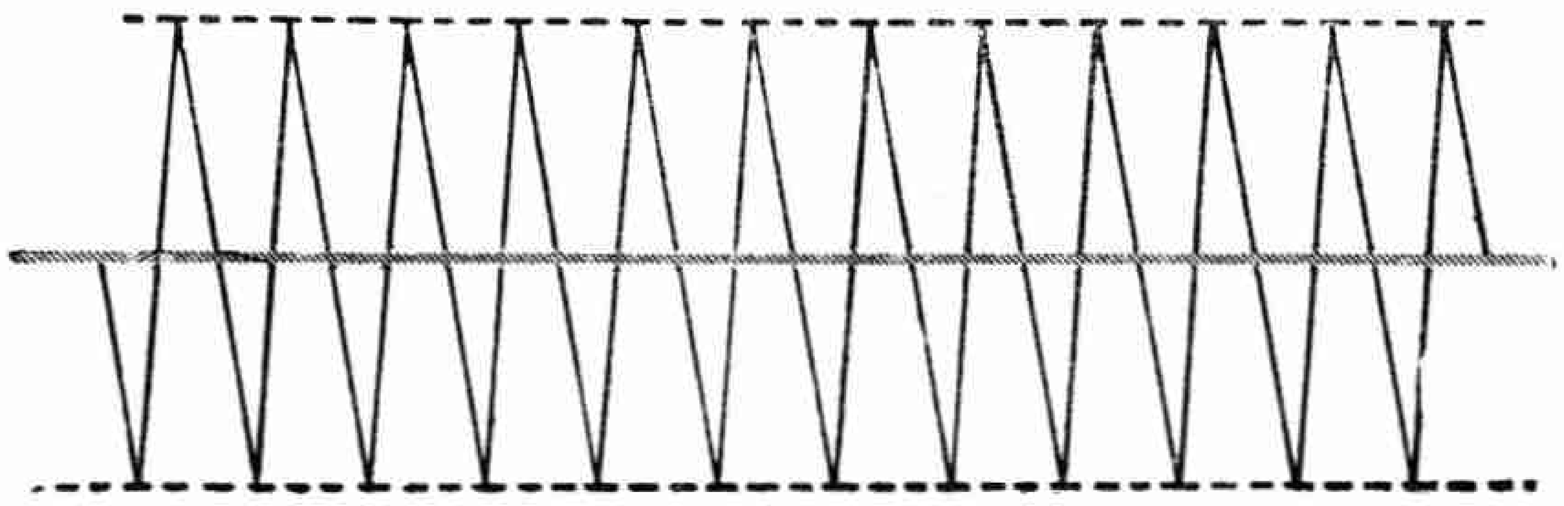
దత్తా.

అంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేటర్ : రేడియో పౌనఃపున్యపు సిగ్నల్‌ను కంపన విస్తార పరివర్తనముచేయుటకు ఉపయోగపడు ఉపకరణమును కంపన విస్తార పరివర్తని (అంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేటర్) అని అందురు. వాహక కంపన విస్తార పరివర్తనమును అనేక విధములుగా సాధింపవచ్చును. వీనిలో ప్లేట్ మోడ్యులేషన్ విధానము బహుళ ప్రచారములో ఉన్నది. దీనిని రేడియో బ్రాడ్‌కాస్టింగ్‌లో ఎక్కువగా ఉపయోగించుచున్నారు.



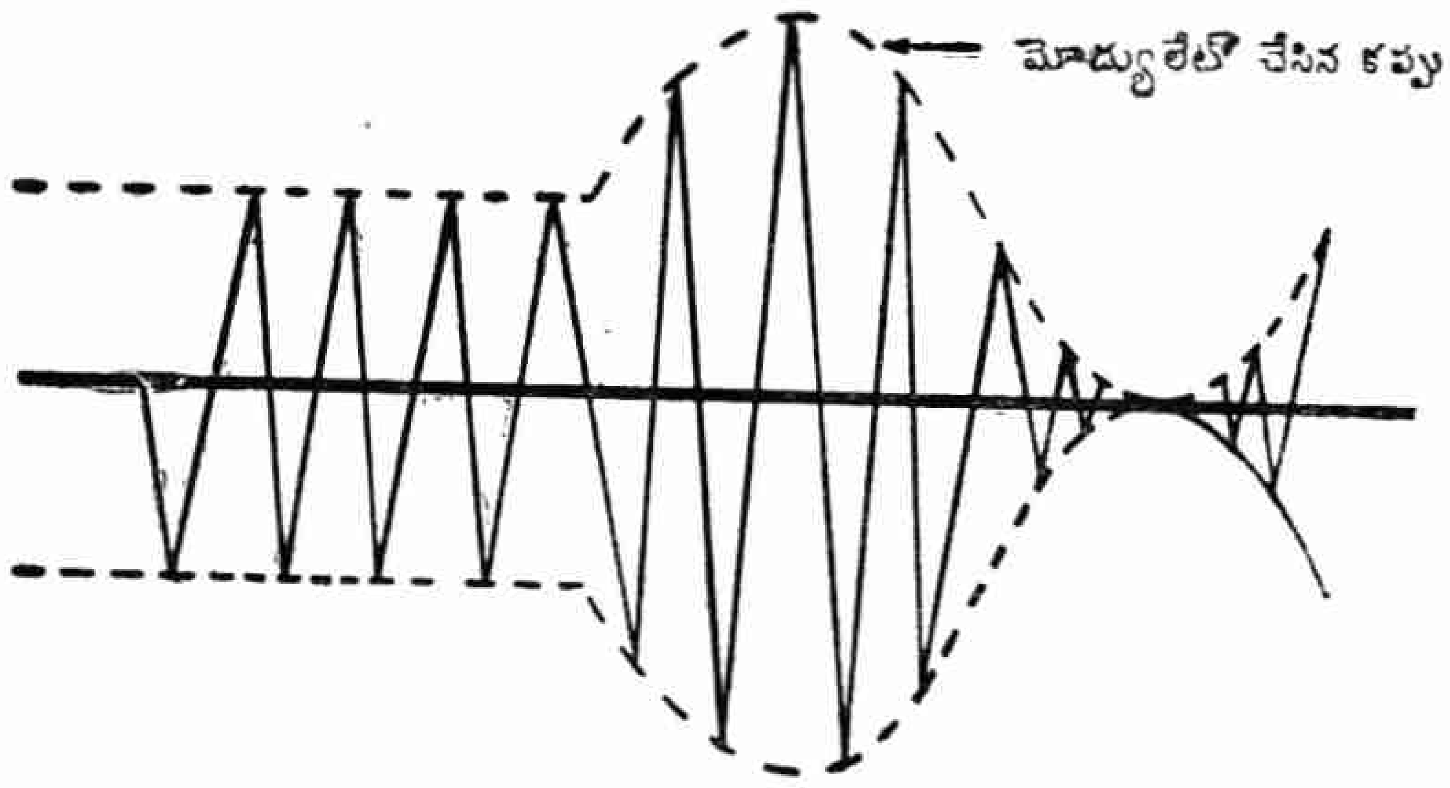
చిత్రము - 1
మోడ్యులేటింగ్ సిగ్నలు

ప్లేట్ మోడ్యులేషన్ విధానములో సిగ్నలు వోల్టేజిని వర్ధకము యొక్క గాని, ప్రకంపని యొక్కగాని ప్లేటుమీద



చిత్రము - 2 వాహక తరంగము

ఇచ్చు ఋజు విద్యుత్తు మీద ఉపస్థాపితము చేయుదురు. ఈ మారుచున్న ప్లేటు వోల్టేజి ఫలితముగా మోడ్యు



చిత్రము - 3
100% మోడ్యులేటెడ్ (పరివర్తన చెందిన) తరంగము

లేటింగ్ సిగ్నలును అనుసరించి అంప్లిఫయర్ అవుట్‌పుట్ మారుచుండును.

స. ల. నా.

అంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్ రేడియో (కంపన విస్తార పరివర్తక గ్రాహకము) : అంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్ అనునది అతి ప్రాచీనమైన మోడ్యులేషన్ విధానము. దీనిని తరచు బ్రాడ్‌కాస్టింగులోను, టెలివిజన్ ద్వారా చిత్రప్రసారమందును వాడుదురు. రేడియో టెలిగ్రాఫ్, రేడియో టెలిఫోన్, నౌకాయాన ఉపకరణము లందు కూడ దీనిని వాడుదురు. త్రివిధ శ్రేణుల పౌనఃపున్యములను బ్రాడ్‌కాస్టింగ్ విధానములో ఉపయోగించుచున్నారు.

అల్ప పౌనఃపున్యము *(లో ఫ్రిక్వెన్సీ) : దీనిని దీర్ఘతరంగ రేడియో ప్రసారమని కూడ అందురు. సెకనుకు 150 కిలో సైకిళ్ల నుండి 255 కిలో సైకిళ్ళ వరకు కల పౌనఃపున్యములు తక్కువ అపచితి (లో అటెన్యూయేషన్), అధిక

* ఇటీవల పౌనఃపున్యమును వివరించుటకు 'హెర్ట్జ్' అను యూనిట్ వాడకమునకు వచ్చినది. హెర్ట్జ్ = 1 కి. సై. సెకను.

విశ్వసనీయము (హై రిలైబిలిటీ) కల లక్షణములుగా కలిగి ఉన్నవి. కొన్ని దేశములు ఈ శ్రేణిని బ్రాడ్‌కాస్టింగునకు ఉపయోగించుచున్నవి. అనేక ఇతర దేశములందు నౌకా యాన పరికరములలో మాత్రము ఈ శ్రేణిని ఉపయోగించుచున్నారు.

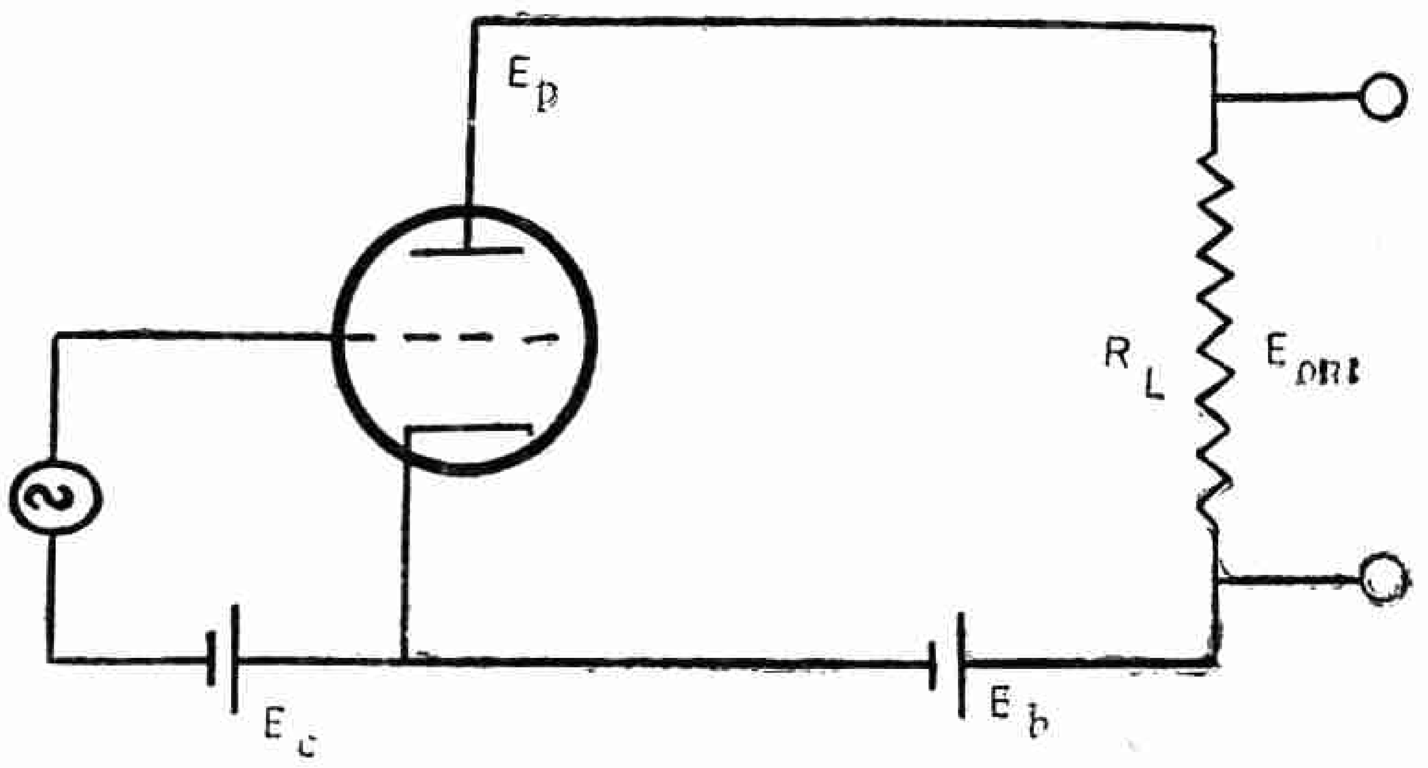
మధ్యశ్రేణి తరంగములు : వీని పరిమితులు సెకనుకు 535 కిలో సైకిళ్ళనుండి 1605 కిలో సైకిళ్ల వరకు. అనేక దేశములలో దీనిని గ్రామీణ రేడియో ప్రసార కార్యక్రమములకు (రూరల్ బ్రాడ్‌కాస్టింగు) ఉపయోగించుచున్నారు. ప్రతి స్రోతస్సు 9 కిలో సైకిళ్ళ మేర కలిగి ఉండును. అందుచే ప్రతి దేశము అనేక ప్రసార కేంద్రములను కలిగి ఉండవచ్చును. సాధారణముగా ఈ శ్రేణి ముఖ్య లక్షణము తక్కువ అపచితి. అయినను పగటివేళ యందు ఈ శ్రేణి యొక్క అపచితి ఎక్కువే.

అధిక పౌనఃపున్యము (హై ఫ్రీక్వెన్సీ) : దీనిని హ్రస్వ తరంగశ్రేణి రేడియో ప్రసారమని అందురు. సెకనుకు 3 వేల కిలో సైకిళ్ళనుండి 30 వేల కిలో సైకిళ్ళవరకు ఈ శ్రేణి పరిమితి. ఈ శ్రేణిలో ప్రసారము ముఖ్యముగా అయన వియత్తలము (అయనోస్ఫియర్) పై ఆధారపడి ఉండుటచేత కాలము, ఋతువులను బట్టి ప్రసార పౌనఃపున్యములను మార్చవలసి ఉండును. ఈ పౌనఃపున్యములను ముఖ్యముగా మధ్యరకమునుండి సుదూరపు ప్రసారములకు ఉపయోగింతురు. ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేట్ కాబడిన రేడియో సిగ్నల్ లులో సమాచారము 'పై ప్రక్క మేర (అప్పర్ సైడ్ బాండ్)', 'క్రింది ప్రక్క మేర (లోయర్ సైడ్ బాండ్)' రెండింటియందును ఉండును. కాని, ప్రసారమునకు పై రెండింటిలో ఏ ఒకటైనను చాలును. కనుక ఒకే ప్రక్క మేర ఉపయోగించినచో సగము మేర కలిసి వచ్చును. అందుచేత వివిధ కేంద్రముల సంఖ్య రెట్టింపు చేయదగును. కాని, దీనివల్ల గ్రాహకమునందు కొన్ని చిక్కులు ఏర్పడును. కావున దీనిని బ్రాడ్‌కాస్టింగునకు ఉపయోగించరు. దీనిని ఏకపార్శ్వ బాండ్ విధానము అందురు. టెలివిజన్ నందలి చిత్ర ప్రసారమునకు పదపంక్తిక పార్శ్వబాండ్ విధానమును ఉపయోగింతురు. ఇందు స్రోతస్సు వెడల్పు ఏక పార్శ్వపు బాండ్‌లో కంటె అధికము, ద్విపార్శ్వపు బాండులో కంటె తక్కువ ఉండును.

న. ల. నా.

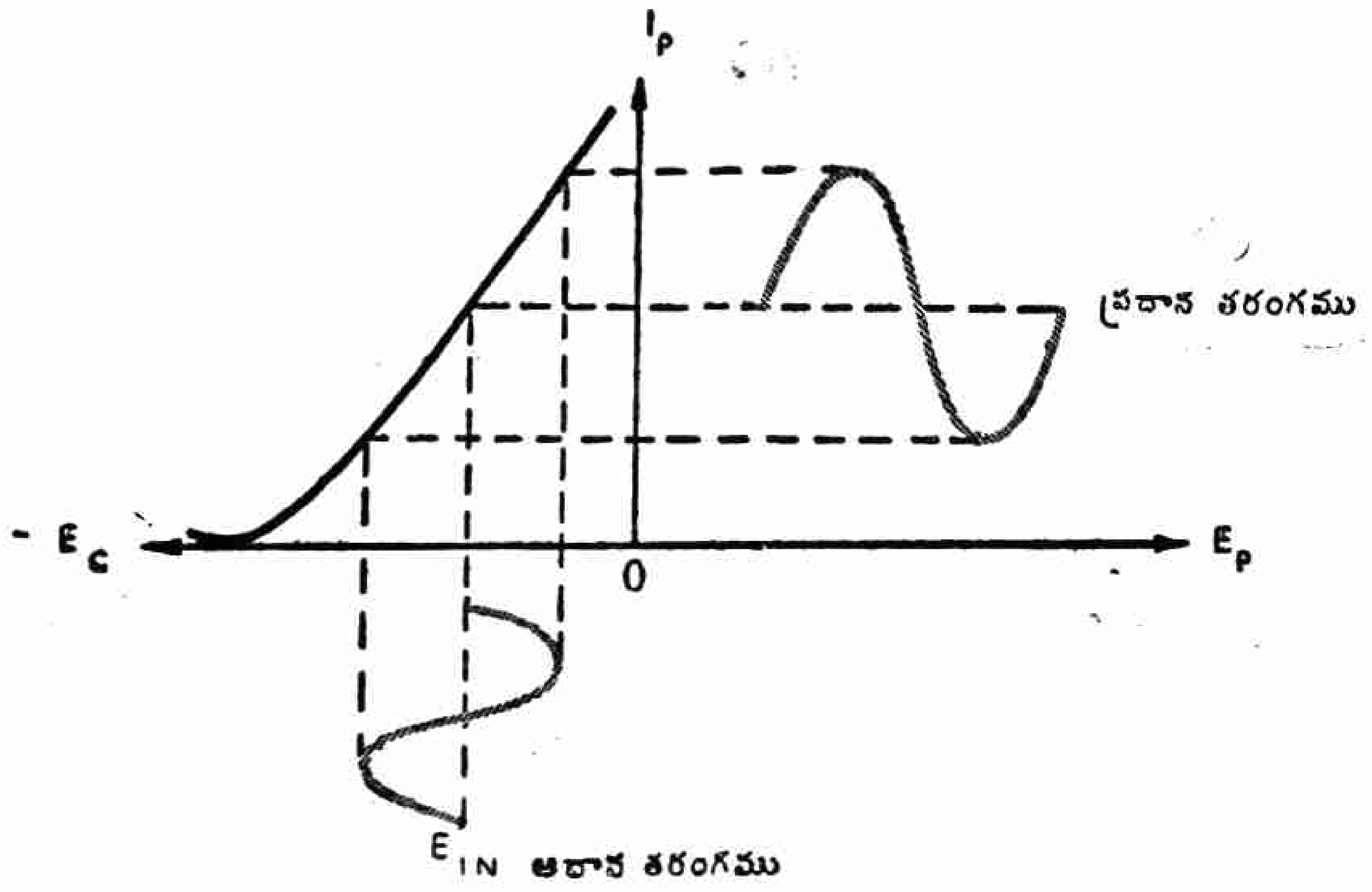
ఆంప్లిఫయర్ (వర్ధిని): టైముతో మార్పుచెందు భౌతిక ప్రమాణపు (ఎ. సి. సిగ్నల్) పరిమాణమును గాని, శక్తిని గాని తరంగాకృతి చెడకుండా ఆంప్లిఫయర్‌తో ఎక్కువ చేయవచ్చును. ఆంప్లిఫయర్‌లు చాలవరకు ఎలక్ట్రానిక్ సంబంధమైనవి. వీటి ప్రవృత్తికి వాక్యూము ట్యూబులుగాని, ట్రాన్సిస్టారులుగాని ఉపయోగింతురు.

వాల్వు వర్ధినులు (వాక్యూముట్యూబ్ ఆంప్లిఫయర్‌లు): ఒక వాల్వు ఆంప్లిఫయర్ చిత్రము - 1 లో చూపబడినది.



చిత్రము - 1

ఈ విధానమునందు సంవర్ధనను చిత్రము - 2 రేఖా రూపమున సూచించుచున్నది. గ్రిడ్ మీద ఇచ్చిన వోల్టేజితో ప్లేట్ కరెంటు ఎట్లు మార్పుచెందునో ఈ రేఖా పటము



చిత్రము - 2

సూచించును. గ్రిడ్‌మీద ఇచ్చిన ఋజు విద్యుత్తుపై మార్పు చెందుచున్న వోల్టేజిని ఇచ్చిన గ్రిడ్ మీద ఉండు వోల్టేజి క్షణక్షణము మారుచుండును. ఈ మార్పులు ప్లేటు కరెంటును మార్పు చెందించును. ఈ ప్లేటు కరెంటు మార్పులు R_L లోడ్‌రెసిస్టెన్స్ ద్వారా ప్రసారమయి ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంటు వోల్టేజి డ్రాపును కలుగజేయును. ఈ వోల్టేజి డ్రాపు ప్లేటు కరెంటుతో క్రమపద్ధతిలో మారుచుండును. ఈ వోల్టేజి డ్రాపు గ్రిడ్‌కు ఇచ్చిన ఇన్‌పుట్ సిగ్నలుకన్న చాల ఎక్కువ ఉండును. లోడ్ రెసిస్టెన్స్‌లో ఏర్పడిన వోల్టేజి డ్రాపునకు, ఇన్‌పుట్ సిగ్నల్ వోల్టేజికి గల నిష్పత్తియే 'వోల్టేజి ఆంప్లిఫికేషన్'.

ఉపయోగింపబడిన వాల్వు, ఉపయోగింపబడిన కప్లింగ్, ఆంప్లిఫయర్ ఉపయోగము, ఆంప్లిఫయర్ ప్రవర్తక

విధానములను బట్టి వాక్యూము ట్యూబ్ ఆంప్లిఫయర్ లు అనేక విధములుగా విభజింపబడినవి.

శ్రవ్య పౌనఃపున్య వర్ధినులలోను, అధిక శక్తిమంతమైన రేడియో పౌనఃపున్య వర్ధినులలోను సాధారణముగా ట్రయోడ్ వాల్వులను ఉపయోగించుచున్నారు. ప్రస్తుతము టెట్రోడ్ వాల్వులు ఆంప్లిఫయర్ లుగా అంతగా ఉపయోగములో లేవు. పెంటోడులతో పనిచేయు ఆంప్లిఫయర్ లు గ్రాహకములలోని రేడియో, ఇన్ టర్ మీడియట్, వీడియో పౌనఃపున్యపు స్టేజిలలో ఉపయోగములో ఉన్నవి. దాదాపు అన్ని పవర్ అవుట్ పుట్ స్టేజిలలోను పెంటోడులను వాడుచున్నారు. 'రెసిస్టెన్స్ - కెపాసిటెన్స్ కప్లింగ్' ఆడియో స్టేజిలలో బహుళ ప్రచారములో ఉన్న ఇంటర్ స్టేజి కప్లింగ్ వలయము. సరియగు డిజైను చేసిన ఎడల మంచి పౌనఃపున్య ప్రతిఫలముతో 'రెసిస్టెన్స్ - కెపాసిటెన్స్ కపుల్డ్' ఆంప్లిఫయర్ ను పూర్తిగా ఆడియో బాండును ఆవరించుకొనునట్లు నిర్మింపవచ్చును. ఆ స్టేజి యొక్క ప్లేట్ లోడ్ రెసిస్టరుకున్నూ, తర్వాతి స్టేజి గ్రిడ్ రెసిస్టరుకున్నూ మధ్యనుండు కప్లింగ్ కెపాసిటరు నుండియే 'రెసిస్టెన్స్ కెపాసిటెన్స్ కపుల్డ్ ఆంప్లిఫయర్' అను పేరు వచ్చినది. రెసిస్టెన్స్ కెపాసిటెన్స్ కపుల్డ్ ఆంప్లిఫయర్ లోని ప్లేట్ లోడ్ రెసిస్టరుకు గాని, గ్రిడ్ రెసిస్టరుకు గాని లేదా రెంటికి గాని బదులుగా ఆడియో ఛోక్ ను ఉపయోగించిన ఇంపిడెన్స్ కపుల్డ్ ఆంప్లిఫయర్ అగును. ఈ కప్లింగ్ చాల తక్కువగా ఉపయోగింపబడుచున్నది. రెండు స్టేజిలను కలుపుటకు ట్రాన్స్ ఫార్మరును ఉపయోగించినపుడు దానిని ట్రాన్స్ ఫార్మర్ కపుల్డ్ ఆంప్లిఫయర్ అందురు. శ్రుతిచేయబడిన (ట్యూన్డ్) ఆంప్లిఫయర్ స్టేజిలలో దీనిని ఎక్కువగా ఉపయోగింతురు.

డైరక్టు కపుల్డ్ ఆంప్లిఫయర్ లో కప్లింగ్ కెపాసిటర్ ఆవశ్యకము లేదు. ఇది ఏ. సి ; డి. సి. సిగ్నలులను కూడ వృద్ధిచేయును.

శ్రవ్య పౌనఃపున్యశ్రేణి (అనగా సెకనుకు 20 సైకిళ్ళ నుండి 20 కిలో సైకిళ్ళ వరకు) లోని సిగ్నల్ లను వర్ధింపజేయుటకు ఆడియో ఆంప్లిఫయర్ లు [చూ.] ఏర్పడినవి. రేడియో పౌనఃపున్య వర్ధినులు సెకనుకు 100 కిలో సైకిళ్ళ నుండి 1000 కిలో సైకిళ్ళ వరకు కల సిగ్నల్ లను వర్ధింపజేయును. మధ్యరకపు పౌనఃపున్య వర్ధకము (ఐ. ఎఫ్. ఆంప్లిఫయర్) ఎక్కువగా గ్రాహకములలో ఉపయోగింపబడుచున్నది. అది ఒకే ఒక పౌనఃపున్యముతో ఉన్న సిగ్నల్ ను వృద్ధిచేయును.

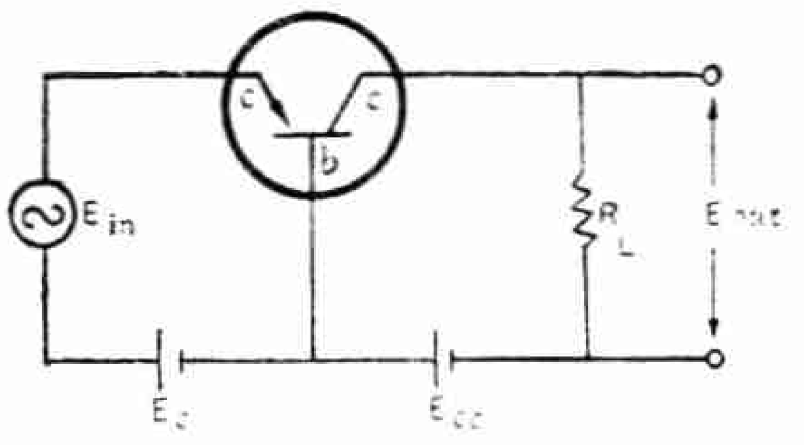
పనిచేయు విధానమునుబట్టి ఆంప్లిఫయర్ లు ముఖ్యముగా 'ఏ', 'బి', 'సి' తరగతులుగా విభజింపబడినవి. ఇన్ పుట్ సైనుసాయిడల్ వోల్టేజి యొక్క పూర్తి ఆవృత్తికి ప్లేటునందు విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు ఆంప్లిఫయర్ 'ఏ' తరగతిలో పనిచేయుచున్నదని చెప్పుదురు. పై ప్లేటునందలి విద్యుత్తు అర్ధ ఆవృత్తికి మాత్రమే పరిమితమైనపుడు 'బి' తరగతిలోను, అర్ధముకంటె తక్కువ ఆవృత్తికి పరిమితమైనపుడు 'సి' తరగతిలోను ఆంప్లిఫయర్ పనిచేయుచున్నదని చెప్పుదురు. ప్లేటుకరెంటు అర్ధ ఆవృత్తికంటె ఎక్కువకు, పూర్తి ఆవృత్తికంటె తక్కువకు పరిమితమై ఉన్నపుడు ఆంప్లిఫయర్ 'ఏ. బి' తరగతిలో పనిచేయుచున్నదని చెప్పుదురు. గ్రిడ్ సిగ్నల్ ఆవృత్తిలో ప్రవహించుచున్న గ్రిడ్ కరెంటును బట్టి పై తరగతులు తిరిగి విభజింపబడినవి. ఈ విభజనముచే పై 'ఏ', 'బి', 'సి' తరగతులకు 1, 2 అంకెలు చేర్చబడుచున్నవి. ఉదా: 'ఏ' పై అంకెలలోని 1 గ్రిడ్ లో కరెంటు లేకపోవుటను, 2 గ్రిడ్ లో కరెంటు ఉండుటను సూచించును.

ఆంప్లిఫయర్ లు శ్రుతిచేయబడినవి (ట్యూన్డ్), శ్రుతిచేయబడనివి (అన్ ట్యూన్డ్) అని కూడ విభజింపబడుచున్నవి. శ్రుతిచేయబడిన ఆంప్లిఫయర్ ఒక పౌనఃపున్యపు మేరలోని సిగ్నల్ లను మాత్రమే వర్ధింపజేయును. రేడియో గ్రాహకమునందలి మధ్యరకపు పౌనఃపున్య వర్ధకము దీనికి సరియగు ఉదాహరణము. శ్రుతిచేయబడిన ఆంప్లిఫయర్ లో కప్లింగ్ సర్క్యూటు కూడ శ్రుతిచేయబడును. శ్రుతిచేయబడని ఆంప్లిఫయర్ సర్క్యూట్ లలో కప్లింగ్ సర్క్యూటు ట్యూన్ కావింపబడదు. శ్రవ్య పౌనఃపున్యవర్ధిని (ఆడియో ఆంప్లిఫయర్) యున్నూ, ఋజు విద్యుత్ వర్ధినియున్నూ శ్రుతిచేయబడని ఆంప్లిఫయర్ లకు ఉదాహరణములు.

ప్రపాత వర్ధిని (కాస్కేడ్ ఆంప్లిఫయర్): తరచు ఒక స్టేజి ఆంప్లిఫయర్ కావలసిన వర్ధకతను ఇవ్వలేదు. అట్టి సమయములందు ఒకటికన్న ఎక్కువ ఆంప్లిఫయర్ లను ఒకదానిని ఒకటి అనుసరించి ప్రపాతముగా చేర్చుదురు. ఇట్టి కాస్కేడ్ ఆంప్లిఫయర్ లందు ఏ పౌనఃపున్యము వద్దనైనను ప్రపాత వర్ధిని ఫలప్రాప్తి (గైన్) ప్రతి ఒక్కొక్క స్టేజి ఫలప్రాప్తులను గుణించగా వచ్చిన ఫలితమునకు సమానము. అనగా, ఫలప్రాప్తి 10 కలిగిన రెండు ఒకే రకపు వర్ధినులను ప్రపాతముగా చేర్చిన ప్రపాత వర్ధిని ఫలప్రాప్తి 100 అగును. కాని, ప్రపాత వర్ధిని మేర (బాండ్ విడ్త్) తగ్గును.

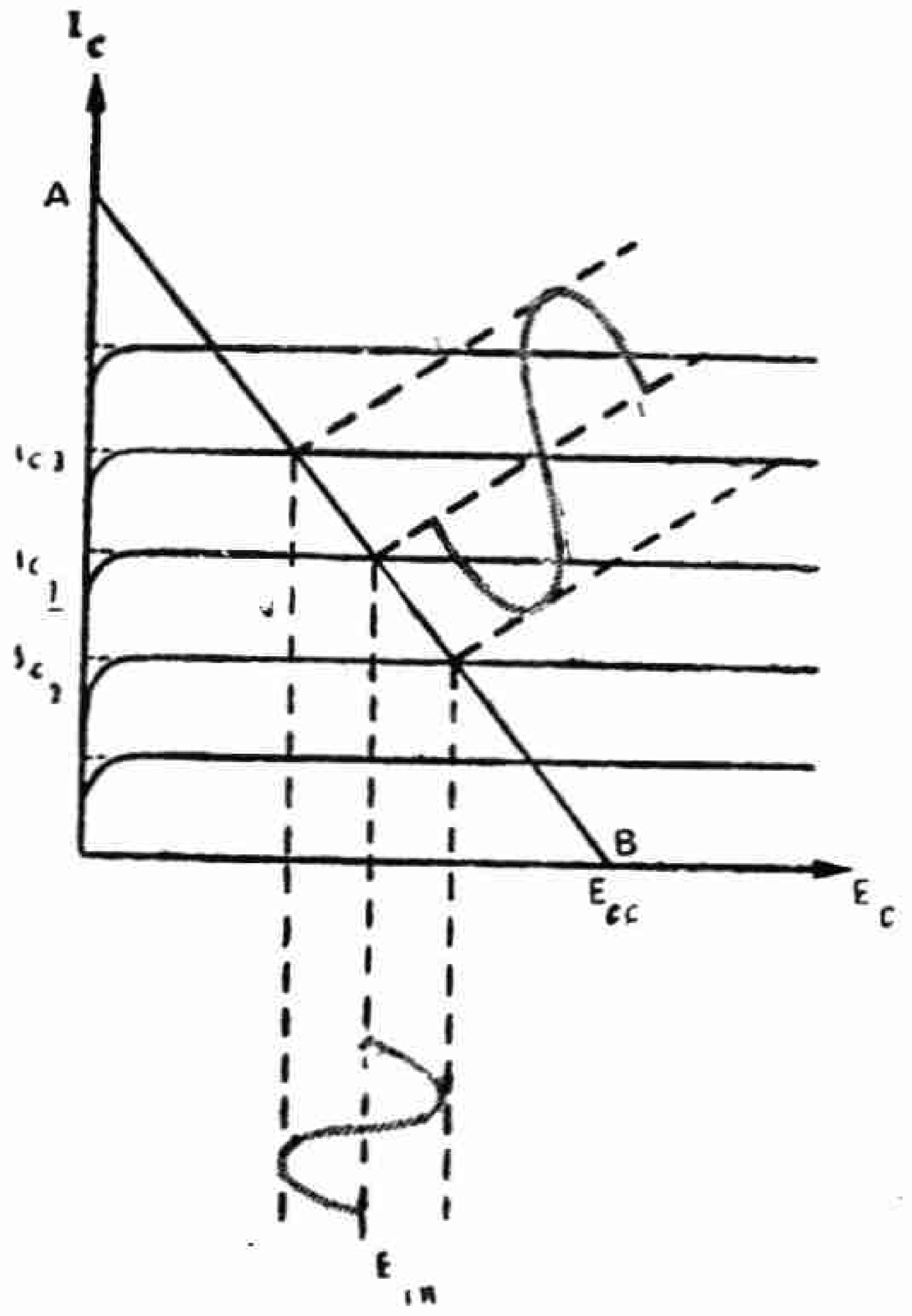
ట్రాన్సిస్టార్ ఆంప్లిఫయర్: ఇటీవలివరకు అన్ని సర్క్యూట్ లందును తెర్మో అయానిక్ వాల్వులు మాత్రమే

ఉపయోగింపబడుచుండెడివి. ప్రస్తుతము అత్యధిక శక్తి వర్ధకములలో తప్ప మిగతా అన్ని సర్క్యూట్‌లలోను వాల్వులకు బదులు ట్రాన్సిస్టర్లు వాడుకలోనికి వచ్చుచున్నవి. ట్రాన్సిస్టర్ల వాడుక వలన ఈ క్రింది అదనపు లాభములు కలవు: 1 తక్కువ సైజు; 2. దీర్ఘకాలపు మన్నిక; 3. దిట్టముగా ఉండుట; 4 అతి తక్కువ ఋజు విద్యుత్ (డి. సి. వోల్టేజి) ఆవశ్యకము; 5. వేడి చేయవలసిన ఆవశ్యకము లేకపోవుట.



చిత్రము - 3

చిత్రము-3 నందు ఒక కామన్ బేస్‌రకపు ట్రాన్సిస్టారు వర్ధక వలయము చూపబడినది. చిత్రము 4 దీని వర్ధక విధానమును రేఖాచిత్రము ద్వారా చూపుచున్నది. బయస్ వోల్టేజి E_c ఇచ్చుటవలన ప్రవహించు ఎమిటర్ కరెంటును, కలెక్టరు వోల్టేజి (E_c)ని బట్టి ప్రవర్తక బిందువు 'O' నిర్ణయింపబడును. A, B ని భారరేఖ (లోడ్ లైన్)అందురు. ఇది ప్రవర్తక బిందువు 'O'గుండాపోవును. భారము (లోడ్ రెసిస్టెన్స్) ను బట్టి ఈ రేఖ మారుచుండును.



చిత్రము - 4

చిత్రము - 4 లో సూచింప బడినట్లు ఇన్‌పుట్ సిగ్నల్ (E_{in}) ఇచ్చినప్పుడు ఎమిటర్ కరెంటులో మార్పులు ఏర్పడును. కనుక కలెక్టరు కరెంటు (Ic) Ic_2, Ic_3 ల మధ్య మార్పు చెందుచుండును. మారుచున్న ఈ కరెంటు పెద్దదైన భారము (లోడ్ రెసిస్టెన్స్) ద్వారా ప్రవహించుచు అప్లైడ్ వోల్టేజివంటి ఆల్టర్నేటింగ్ వోల్టేజిని కలిగించును. భారముపై వచ్చు ఈ వోల్టేజి ఇన్‌పుట్ సిగ్నల్ వోల్టేజి కంటె అధికమై ఉండును. ట్రాన్సిస్టార్ ఇన్‌పుట్ ఇంపిడెన్స్ స్వల్పమగుటచేత, కలెక్టరు కరెంటు Ic_2 నుండి Ic_3 కి మారుటకు కావలసిన ఇన్‌పుట్ వోల్టేజి చాల తక్కువ. అవుట్ పుట్, ఇన్‌పుట్ వోల్టేజిల నిష్పత్తి ఈస్టేజియొక్క వోల్టేజి వర్ధకము.

న. ల. నా.

ఆంప్లిఫయర్ వ్యవస్థ: (శబ్ద విస్తరణ విధానము): ఒక విశాల ప్రదేశములో మానవ కంఠము గాని, సంగీత స్వరములు గాని బాగుగా వినిపించ గల దూరము పరిమితము. దీనిని విస్తరింప జేయుటకు శబ్ద విస్తరణ విధానము ఆవశ్యకము. ముందుగా రికార్డు చేయబడిన సంగీతమును గాని, ప్రసంగమును గాని పెద్ద సభలలో పునరుత్పత్తి చేయుటకు కూడ పై జెప్పిన విధానము ఉపకరించుచున్నది. స్కూళ్లలోను, ఆసుపత్రులలోను ఉపకరించు అంతర సంభాషణ సౌకర్యములు కొన్ని శబ్ద విస్తరణ విధానములలోని ప్రత్యేక సౌకర్యములు.

మానవ కంఠస్వరముయొక్క గాని, సంగీత స్వరముయొక్క గాని శబ్దతరంగములు మైక్రోఫోన్ సహాయముతో విద్యుత్ తరంగములుగా మార్చబడును. ఆ విద్యుత్ తరంగములు కావలసిన స్థాయికి విస్తరింపజేయబడును. ఈ విద్యుత్ తరంగములు ఎక్కువ వైశాల్యములో అమర్చబడిన లౌడ్‌స్పీకర్లకు పంపబడును. లౌడ్‌స్పీకర్ల శబ్దము ఆవరణమునంతటిని ఆవరించుకొనును.

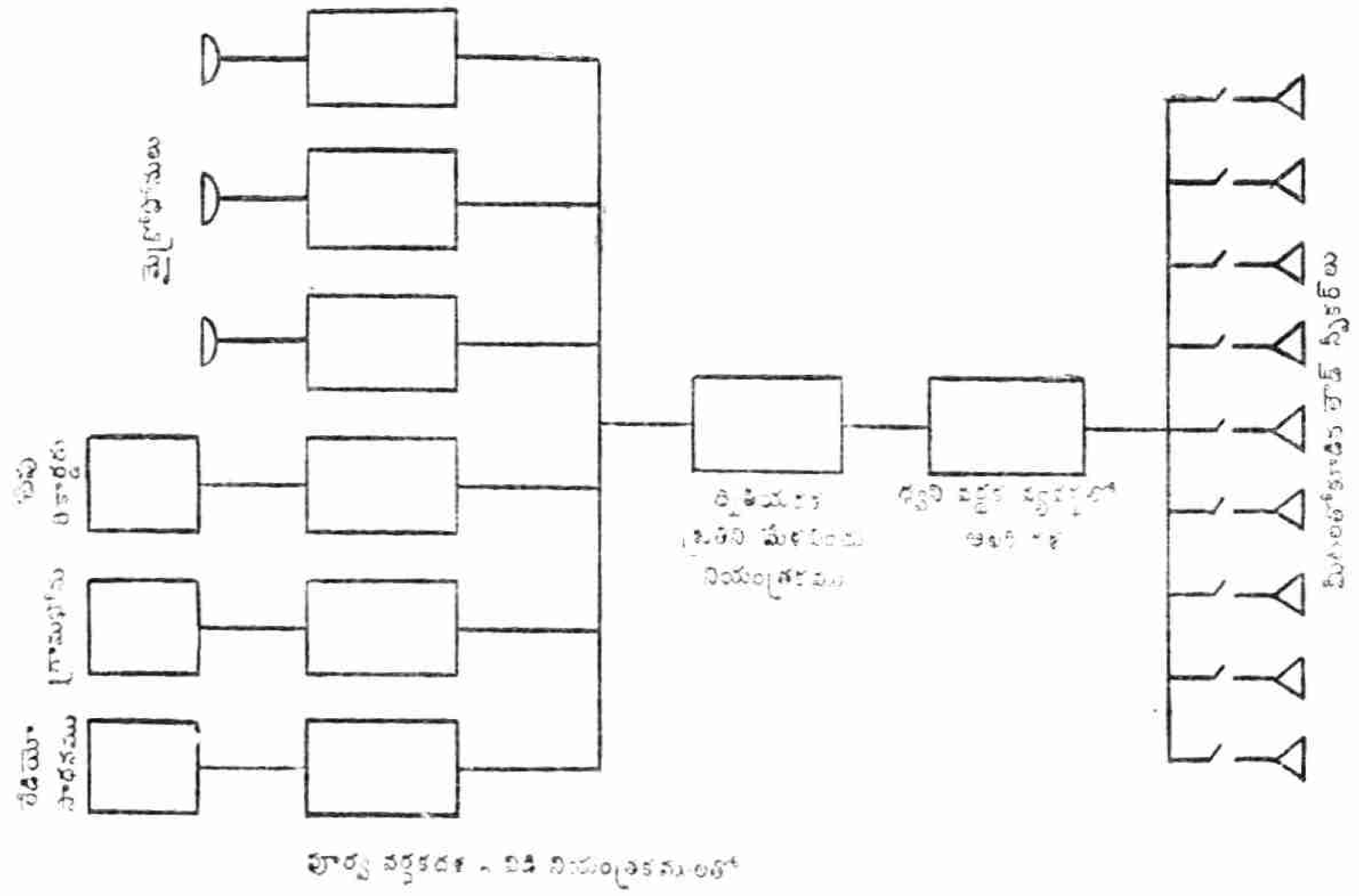
ఒక ఆవరణమునందు శబ్ద విస్తరణము చేయుటకు మైక్రోఫోన్‌లు, లౌడ్‌స్పీకర్ల అమరిక చాల క్లిష్టమైనదియు, నైపుణ్యముతో కూడినదియు అయి ఉన్నది. తరుచు దీనియందు అనుభవమే మంచి మార్గదర్శి. అయినను, సాంకేతికమగు పై అమరికకు ఈ క్రింది సూచనలు గమనీయములు.

ఆడిటోరియమ్‌నకు గాని, బహిరంగ స్థలమునకు గాని, క్రీడారంగమునకు గాని ప్లానును-మైక్రోఫోన్‌లను ఉంచవలసిన స్థానములతో సహా- సిద్ధము చేయవలెను. తరువాత డైరెక్షనల్ బ్యాఫిల్ రకపు లౌడ్‌స్పీకర్లను ఏర్పాటు చేయవలసిన స్థలములను నిర్ణయింపవచ్చును. బ్యాఫిల్ రకపు లౌడ్‌స్పీకర్ల వాడుక వలన స్పీకరునుండి వచ్చిన శబ్దము మరల మైక్రోఫోన్‌కు చేరి ఫీడ్‌బాక్ (ఈల)కలుగు సావకాశము తప్పింపవచ్చును. ఉత్పత్తి అయిన శబ్దము ఆడిటోరియమ్‌లో నాలుగు మూలలా వినిపించునట్లుగా ఏర్పాటు చేయవలయును. అట్లుగాక, స్పీకర్లు చివర గోడవైపు త్రిప్పబడినచో చివర గోడనుండి ప్రతిధ్వని వచ్చును. ఏదేని శబ్ద నిరోధక విధానమును ఏర్పాటు చేసి, చివరి గోడనుండి వచ్చు ప్రతిధ్వనిని నివారించుట తరచు అవసరము. కాదేని ఈ ప్రతిధ్వని తరంగములు, లౌడ్‌స్పీకరు నుండి వచ్చు శబ్ద తరంగములు హాలు మధ్య

భాగమున కలిసి చికాకు కలుగజేయును. వేర్వేరు లౌడ్‌స్పీకర్ల నుండి వచ్చు శబ్ద తరంగములు అనేకములు హాలునందు ఒకచోట చేరి శబ్ద శూన్య ప్రదేశమును గాని, ఎక్కువ హోరును గాని కలుగజేయకుండ చూడవలెను. ఆడిటోరియమ్‌లో నేలపై నుండి గాని, కప్పునుండి గాని ప్రతిధ్వనులు రాకుండ జాగ్రత పడవలెను.

ఆపరేటర్‌నకు మైక్రోఫోన్‌లు కన్పించునట్లు ఏర్పాట్లు చేయవలయును. దీనివలన మైక్రోఫోన్ కంట్రోలు సులభమగును.

కార్యక్రమమును అనుసరించి లౌడ్ స్పీకర్లు మారుచుండును. సాధారణమయిన ఉపన్యాసమునకు హారన్ రకపు లౌడ్ స్పీకరు ఏర్పాటు చేసిన చాలును. కాని, సంగీత కచ్చేరీలకు, గాన సభలకు అనువగు స్వరోత్పత్తి కలుగజేయుటకు విస్తృతమగు హై - ఫై స్పీకర్లను ఏర్పాటు చేయవలయును. స. ల. నా.



విస్తృతమగు శబ్దవిస్తరణ విధానము.

ఆక్సీకరణము : ఆక్సీకరణము కార్బన్ యౌగికములను సంయోజించుటకు, ఆక్సీకరించుటకు సర్వసాధారణముగ ఉపయోగింపబడు ప్రక్రియ.

ఆక్సీకారకములు : ఆక్సీకరణ ప్రక్రియను సంతృప్తికరముగ నియంత్రింపవలయునన్న అందుకు ఉచితమైన ఆక్సీకారకమును ఎంచుకొనుట అత్యావశ్యకము. అందువలన అపేక్షిత ఉత్పన్నము యొక్క గరిష్ఠపు దిగుబడిని సాధింప వీలగును. కార్బన్ యౌగికములను ఆక్సీకరించుటకు ఈ క్రింది ఆక్సీకారకములు తరుచుగ విరివిగా వినియోగింపబడును.

పెర్మాంగనేట్‌లు : సోడియమ్, పొటాసియమ్, కాల్సియమ్, బేరియమ్ వంటి ధాతువుల పెర్మాంగనేట్‌లు సమర్థమైన ఆక్సీకారకములు. క్లిష్ట సంఘట్టనములు కల కొన్ని ప్రోటీన్‌లను ఆక్సీకరించుటకు కాల్సియమ్, బేరియమ్ పెర్మాంగనేట్‌లు తరచుగా వాడబడును. కాల్సియమ్ పెర్మాంగనేట్ అద్రావ్య ఉత్పన్నములను ఇచ్చును. ఇది దాని వాడుకవలన కలుగు అదనపు ప్రయోజనము. సోడియమ్ పెర్మాంగనేట్ గాలిలోని తేమకు ద్రవీభవించును. అందువలన పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ కార్బన్‌ద్రవ్యముల ఆక్సీకరణమునకు సర్వసాధారణముగను, అతి ప్రయోజనకరముగను వినియోగింపబడును. ఆమ్ల, క్షార, తటస్థ ద్రావణములు మూడింటిలోను అది తన ఆక్సీకరణ సామర్థ్యమును చూపగలదు. అయితే, దాని సామర్థ్యము యానకమును అనుసరించి మారుచుండును. అత్యంత శక్తిమంతమైన దాని చర్య కారణముగ ఆమ్లయానకములో దాని ఉపయోగము పరిమితముగనే ఉండును. కాబట్టి, స్థిర కార్బన్ యౌగికముల ఆక్సీకరణమునకు మాత్రమే అది ఉపకరింపగలదు.

డై క్రోమేట్‌లు : ఇవి ఆమ్లముల సమక్షమున మంచి ఆక్సీకారకములు. సోడియమ్ డై క్రోమేట్ చాల చౌకైనది; నీటిలో ఎక్కువగా కరగును. కాబట్టి, అదియే చాల తరచుగా వాడబడును.

నైట్రిక్ ఆసిడ్ : నైట్రిక్ ఆసిడ్ అత్యంత శక్తిమంతమైన ఆక్సీకారకము. కాని, అప్పుడప్పుడు అది కార్బన్ యౌగికమును నత్రీకరింప నుంకించును. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సమక్షమునను, మర్క్యురీ, రాగి, సిలినియమ్ యౌగికములు ప్రేరకములుగ ఉన్నపుడును నైట్రిక్ ఆసిడ్ విజాతీయ చక్రీయ (హెటెరో సైక్లిక్) ఆరోమాటిక్ నైట్రోజన్ యౌగికములను తిరుగులేకుండ ఆక్సీకరింపగలదు.

క్రోమిక్ ఆసిడ్ ద్రావణము. హైపో క్లోరిన్ ఆసిడ్‌ల లవణములు, క్లోరిన్ డై ఆక్సైడ్, క్లోరేట్‌లు, పెరా

క్రైన్డ్ లు, పొగలుగ్రక్కు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మొదలైనవి కూడ ప్రధాన ఆక్సీకారములు.

ఆక్సీకరణ ప్రతిక్రియలలో రకములు: ఆక్సిజన్ పరమాణువును ప్రవేశపెట్టుట: ఆల్డిహైడ్‌లను ఆమ్లములుగా పరివర్తింపజేయుటకు ఈ సూత్రము వినియోగింపబడును. ఉదా: అధికతర తాపక్రమ, ప్రేషములలో ఆసిటాల్డిహైడ్‌ను ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌గ మార్చుట:

$$CH_3CHO + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow[\text{గరిష్ఠ తాపక్రమము } 100^{\circ}C,\ \text{ప్రేషము } 5\ \text{కి. గ్రా / సె. మి}^2]{\text{మాంగనీస్ ఆసిటేట్}} CH_3.COOH$$

ఇందు మాంగనీస్ ఆసిటేట్ ప్రేరకముగ వాడబడును; కోబాల్ట్, రాగి, పొటాసియమ్ వంటి ధాతువుల లవణములు కూడ వాడబడినవి. ఇది ద్రవస్థితిలో జరుగు లాక్షణికమైన ఆక్సీకరణము; దిగుబడి 88-95% వరకు ఉండును. ఈ ప్రతిక్రియ యందు ఆసిటిక్ ఆసిడ్ రూపొందకుండ మాంగనీస్ ఆసిటేట్ తిరుగులేకుండా నిరోధింపగలదని ధ్రువపడినది:

హైడ్రోకార్బన్‌లను ఉన్నత అణుభారములు కల ఆల్కహాల్‌లుగ మార్చుట పై రకమునకు మరియొక ఉదాహరణము. ఈ ఆల్కహాల్‌లు క్షాళకములను తయారుచేయుటకు పనికి వచ్చును. ఇవి కూడ ద్రవస్థితిలో జరుగు ఆక్సీకరణమే. మగ్నీషియమ్, రాగి వంటి ధాతువుల లవణములు ఇచట ప్రేరకములుగ ఆచరించును.

నిరుదజనీకరణము: ప్లాస్టిక్కుల, ఎలాస్టోమెర్‌ల నిర్మాణమునందు ప్రధాన మోనోమెర్‌గ పనికివచ్చు స్టైయిరీన్ ఈ ప్రక్రియను అనుసరించి ఎథిల్ బెన్జీన్ నుండి తయారుచేయబడును:

$$C_6H_5.C_2H_5 \xrightarrow[600^{\circ}C]{ZnO} C_6H_5.CH{=}CH_2 + H_2\uparrow$$

అల్యూమినాయును, క్రోమేట్‌లును ఇచట సంతృప్తికరముగ పనిచేయు ప్రేరకమునకు ప్రవర్ధకము (ప్రమోటరు)లు. ఇది బాష్పస్థితిలో జరుగు ప్రేరకయుక్తమగు ఆక్సీకరణము. ఇందు 40% ద్రవ్యము యొక్క పొరుదలకు మార్పుచెందును. ఈ రకమునకుచెందిన ఇతర ప్రతిక్రియలు:

1. ఐసోప్రోపిల్ ఆల్కహాల్ నుండి ఆసిటోన్ ఉత్పాదన

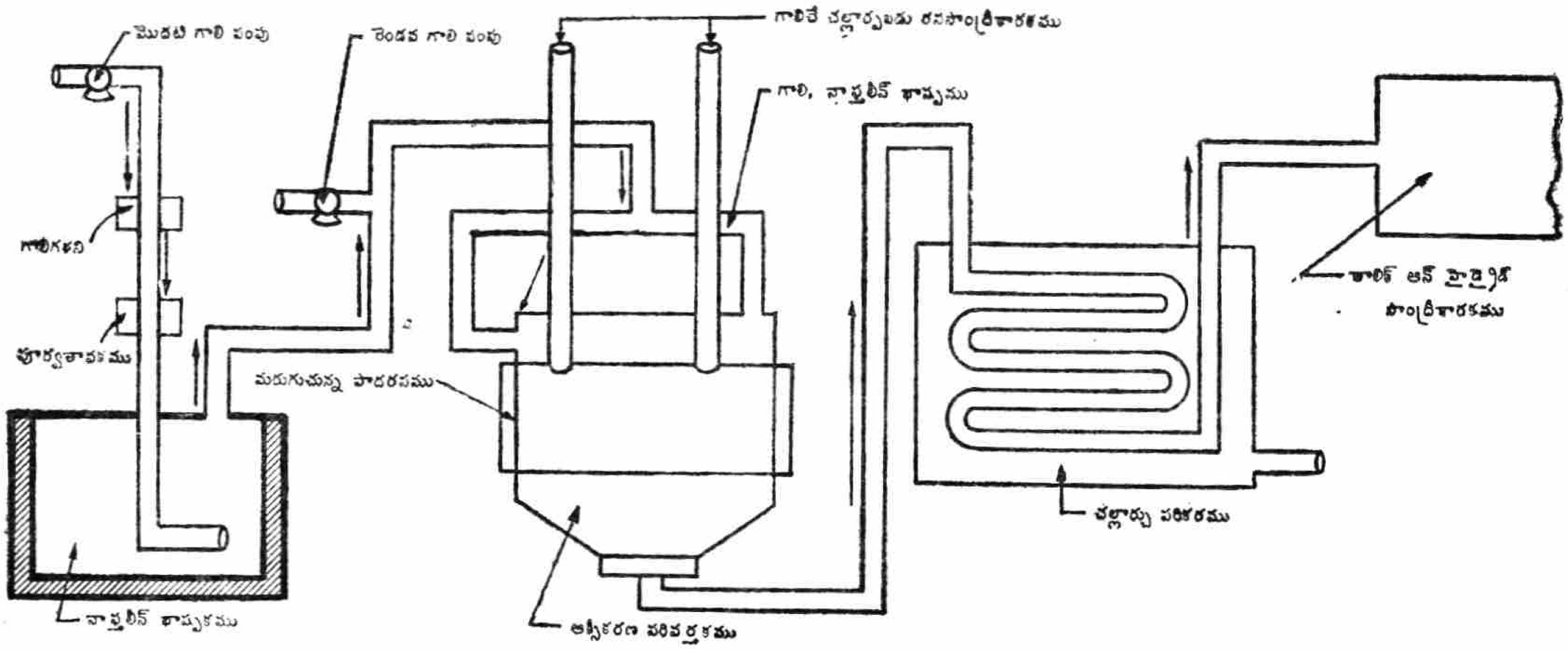
$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} > CHOH \xrightarrow[380^{\circ}C]{ZnO} \begin{matrix} CH_3 \\ CH_8 \end{matrix} > CO + H_2\uparrow$$

దిగుబడి 98%

2. మెథిల్ ఆల్కహాల్ నుండి ఫార్మాల్డిహైడ్ నిర్మాణము.

$$CH_3OH \xrightarrow[400-600^{\circ}C]{\text{రాగి ప్రేరకము}} HCHO + H_2\uparrow$$

పై రెండు ప్రక్రియల సమ్మేళనము: ఆలిఫాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లను, వాటి వ్యుత్పన్నములను ఆక్సీకరించుటకు ఆక్సిజన్‌ను ప్రవేశపెట్టుట, నిరుదజనీకరణము అను రెండు ప్రక్రియల సమ్మేళనమును అవలంబింపవచ్చును.



నాఫ్తలీన్‌ను తాలిక్ ఆన్‌హైడ్రైడ్‌గ ఆక్సీకరించుటకు వినియోగింపబడు పరికరము యొక్క రూపకల్పన

ఈ ప్రక్రియల వలన ద్రవ, బాష్ప ఆక్సీకరణములు రెండును సాధ్యపడును.

ఉదా: మితేన్ నుండి ఫార్మాల్డిహైడ్ ఉత్పత్తి:

$$CH_4 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow HCHO + H_2\uparrow$$

అణు సంఘనట్టము ద్వారా నిరుదజనీకరణము: ఉదా: ఉన్నత తాపక్రమమువద్ద బెన్జీన్ నుండి డైఫినిల్ ఉత్పాదన:

$$2C_6H_6 \xrightarrow{\text{ఉన్నత తాపక్రమము}} C_6H_5 . C_6H_5 + H_2\uparrow$$

ఇటులనే అణు శృంఖలమునకు ప్రస్ఫుటమగు విదళనము లేకుండ టాల్యుయిన్‌ను స్టిల్ బేన్‌గ మార్చవచ్చును:

$$2C_6H_5.CH_3 \rightarrow C_6H_5.CH=CHC_6H_5 + H_2\uparrow$$

పై ప్రక్రియలు అన్నియును కార్బన్ బంధనముల విధ్వంసనముతో సహా, ఏకకాలమునందే జరుగవచ్చును. ఉదా: నాఫ్థలీన్ నుండి థాలిక్ ఆన్‌హైడ్రైడ్ ఉత్పాదన: ఇందు దిగుబడి 80 - 85%.

$$C_{10}H_8 + 4\tfrac{1}{2}O_2 \xrightarrow[V_2O_5]{400-500°C} C_8H_4O_3 + 2H_2O + 2CO_2\uparrow$$

మధ్యంతర ప్రతిక్రియల ద్వారా కూడ ఆక్సీకరణమును జరుపవచ్చును. ఉదా: మొదట గంధకీకరణము (సల్ఫోనేషన్) లేదా క్లోరీనీకరణము, తదుపరి జలవిశ్లేషణము అను ప్రక్రియల ద్వారా బెంజీన్‌ను ఆక్సీకరించి, ఫీనోల్‌ను తయారు చేయుట:

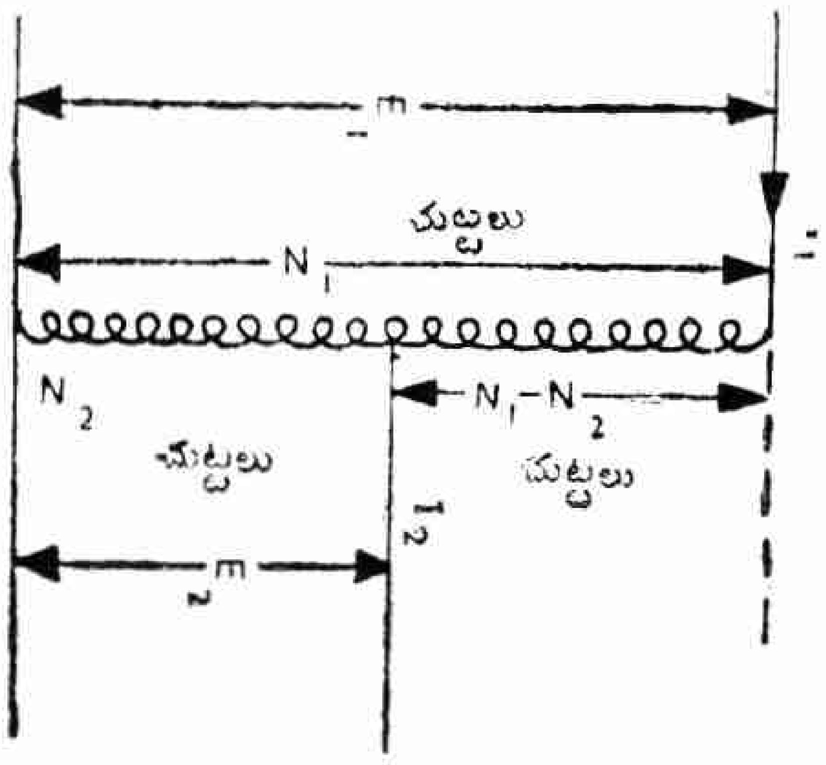
$$C_6H_6 \xrightarrow{Cl_2} C_6H_5Cl \xrightarrow[\text{NaOH (ఒత్తిడిలో)}]{360°C} C_6H_5ONa + NaCl + H_2O$$

ఒలిఫైన్‌లను మందతర పరిస్థితులలో ఆయా డైహైడ్రాక్సీ యౌగికములుగను, గంధక యౌగికములను, సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌లుగను ఆక్సీకరించుట మొదలగు ఇతర ఆక్సీకరణ ప్రతిక్రియలు కూడ కలవు.

భద్రత – జాగ్రత: ఆక్సీకరణము అత్యున్నత తాపజనకమైన (ఎండోథెర్మిక్) ప్రతిక్రియ. అనగా ప్రతిక్రియవలన అపరిమిత ఉష్ణము వెలువడును. కాబట్టి, ఆ ఉష్ణమును తొలగించుట ఒక ప్రధాన సమస్య. ఇందుకు కావలసిన ఉత్పన్నము తయారగునంతవరకే ఆక్సీకరణమును జరిపించుట, ఆ విధముగ దహనమును సంపూర్ణము చేయకుండుట వంటి జాగ్రతలను పాటింపవలసి ఉండును. ఆర్. సు.

ఆటంబాంబు: చూ. సం. 2 - 167.

ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్: ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ నందు ప్రక్క చిత్రములో చూపినట్లు 1. ప్రైమరీ; 2. సెకండరీ వోల్టేజిలకు ప్రత్యేకమైన వైండింగ్‌లు ఉండక ఒకే ఒక వైండింగ్ ఉండును. ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ నందు సెకండరీ వోల్టేజి ఏదైనా ఒక అనుకూల బిందువువద్ద గ్రహించుట ద్వారా పొందబడును. దీనియందు సాధారణ ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌లో వలె శూన్య భార రూపాంతరణ నిష్పత్తి చుట్టుల నిష్పత్తికి సమానము. అనగా,



ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్

$$\frac{\text{సెకండరీ వోల్టేజి } (V_2)}{\text{ప్రైమరీ వోల్టేజి } (V_1)} = \frac{\text{సెకండరీలోని చుట్టుల సంఖ్య } (N_2)}{\text{ప్రైమరీలోని చుట్టుల సంఖ్య } (N_1)}$$

ఒకే సామర్థ్యము (కెపాసిటీ) (కిలో-వోల్టు-ఆంపియర్‌లలో, సంగ్రహముగ KVA) వోల్టేజి నిష్పత్తికి సాధారణ ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ కంటె ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌కు తక్కువ పరిమాణములో రాగి అవసరము. కండెక్టర్ యొక్క మధ్యచ్ఛేదము అది ప్రవహింపచేయు విద్యుచ్ఛక్తి (కరెంటు)కి అనుపాతములో ఉండును. ఒక్క వైండింగ్‌లోని కండెక్టర్ నిడివి చుట్టుల సంఖ్యకు అనుపాతములో ఉండును. అందుచేత ఒక్క వైండింగ్‌లోని రాగి భారము విద్యుచ్ఛక్తి, చుట్టుల సంఖ్యల లబ్ధమునకు అనుపాతములో ఉండును.

$$\frac{\text{ఒక ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ లోని రాగి భారము}}{\text{ఒక సాధారణ ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ లోని రాగిభారము}} = 1\text{-}K$$

ఇచ్చట $K = \frac{1}{m} \quad m = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{V_1}{V_2}$

రాగి భారము యొక్క నిష్పత్తి $= \frac{m-1}{m} = 1-K$

కార్యకరణ సూత్రము: ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ చే భారమునకు సరఫరా చేయబడు విద్యుచ్ఛక్తి రెండు భాగములుగ ఉండును: 1. N_1—N_2 గుండా రూపాంతరము లేకుండగనే సరఫరా అగునది; 2. రూపాంతరము వలన ఉపరి భాగమున గల N_2 చుట్టులలో ప్రవహించు విద్యుచ్ఛక్తి.

గౌణ ఉత్పత్తిలోని కొంతభాగము మాత్రమే రూపాంతర ఫలితము అగుటచే ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌లో ఆధిక్యము అధికము.

ఉపయోగము: తక్కువ రాగి పట్టుటచే, ట్రాన్స్‌ఫర్మేషన్ నిష్పత్తి ఒకటికి దగ్గరగ ఉండుచోట్ల ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌లు అప్పుడప్పుడు ఉపయోగించబడును. కాని, రెండవ దానితో పోల్చినప్పుడు ఒకప్రక్క యందు అధిక టెన్షన్ ఉండునప్పుడు రెండు వైండింగ్‌లు గల సాధారణ ట్రాన్స్ ఫార్మర్‌ను ఉపయోగించుట మంచిది. రెండు ప్రక్కలు విద్యుత్ ద్వారా విడివిడిగా ఉండుట, విద్యుత్ బంధనము చేయబడి ఉండుట అందులకు కారణము.

అందుచేత, ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌లకు వోల్టేజిని క్రమ పరచు రెగ్యులేటింగ్ ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌లుగ ఎక్కువ ఉపయోగము కలదు. కొన్ని సమయములందు వాటిని ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంట్ ఫీడర్‌లో వోల్టేజిని పెంచుటకై 'బూష్టర్‌లు'గ కూడ ఉపయోగింతురు. వి. వి. ఎల్. రా.

ఆటో మొబైల్ ఇంజనీరింగు : ఆటో మొబైల్ అనగా తనంతట తానే నేలపై నడచు వాహనము అని అర్థము. ఇనుప పట్టాలపై నడచునపుడు అది లోకోమోటివ్ (రైలు ఇంజను) అని వ్యవహరింపబడును. సుపరిచితములైన మోటారుకారు, బస్సు, లారీ మున్నగునవి చక్కగా వేయబడిన రోడ్లపై పోవును. రోడ్డు లేనిచోట కూడ నడచు ట్రాక్టరు, టాంకు మున్నగు వాహనములు ఎగుడు దిగుడు నేలలపై కూడ పోగలవు. మోటారుకారు రూపొందిన తీరు సమీక్షలో వివరింపబడినది [చూ. పు. 76].

మోటారు కారులలో రకములు: మోటారు సైకిలు, స్కూటరు, మోపెడ్ రెండు చక్రములు కల చిన్నతరహా వాహనములు. ఇవి ఇద్దరు ప్రయాణీకులను - ఒకని వెనుక ఒకనిని - తీసికొనిపోవుటకు ఉద్దేశింపబడినవి. వాటి ప్రక్కన కారు చేర్చి, మూడవ ప్రయాణీకునికి కూడ చోటు కల్పింపవచ్చును. మోటారు సైకిలుకు కూడ వెనుకతట్టున రెండు చక్రములు అమర్చి, డ్రైవరుతోపాటు ఇద్దరు ప్రయాణీకులు - ఒకని ప్రక్కన ఒకరు - కూర్చుండుటకు వీలు కల్పింపవచ్చును. అప్పుడు అది ఆటో - రిక్షా అని పేర్కొనబడును. కారులో ఇద్దరు మొదలు ఏడుగురు ప్రయాణీకులు సదుపాయముగా కూర్చుండవచ్చును. ఆరుగురి నుండి పదిమందివరకు కూర్చుండుటకు అనువుగా తయారుచేయబడిన కారుకు ఎస్టేట్ కారు లేదా స్టేషన్ వాగన్ అని పేరు. ఆసనములను తీసివైచి, ఈ బండ్లను సరకుల రవాణాకు కూడ వినియోగించవచ్చును. దాదాపు 20-50 మంది జనము కూర్చుండుటకు తగు విధమున బస్సు నిర్మింపబడును. వాటిని రెండు అంతస్తులలో నిర్మించి, ఎక్కువ జనమునకు వసతి కలిగింపవచ్చును. దాదాపు ఒకే సైజు, ఒకే విధమైన నిర్మాణము కల బస్సులను, ట్రక్కులను వాణిజ్య వాహనములుగ పరిగణించుట పరిపాటి.

బరువులు మోయు బండ్లు: సరకులు మోయు బండ్లు మోటారు సైకిళ్ళు, మూడు చక్రముల బండ్ల పద్ధతిపై నిర్మింపబడిన చిన్న చిన్న బట్వాడా వాన్‌లు మొదలు అద్దె కొరకు 14 టన్నుల దాక బరువులు లాగు పెద్ద పెద్ద ట్రక్కుల వరకు పెక్కు సైజులలో ఉండును. చాల ట్రక్కులు పలురకముల సామానులను రవాణా చేయగల సామాన్య వాహనములై ఉండును. ఇవికాక, పెట్రోలు, త్వరగా చెడిపోవు పదార్థములు మున్నగు ప్రత్యేక సామానులను మోసికొనిపోవుట కొరకు, ఇంటింటి బట్వాడా, అగ్నిప్రమాదము వంటి నిర్దిష్టప్రయోజనముల కొరకు ట్రక్కులు ప్రత్యేక డిజైను ప్రకారము నిర్మింపబడును. ట్రక్కులకు వెనుక తట్టున ట్రెయిలర్‌ను చేర్చి, అవి లాగగల బరువును దాదాపు 100 టన్నుల వరకు పెంచవచ్చును. ట్రెయిలర్‌లు కేవలము సరకులను తీసికొనిపోవు పెట్టెల లేదా ప్లాట్‌ఫారమ్‌ల వంటివి. ట్రక్కులే వాటిని తమ వెంట లాగికొనిపోవును. చాల ట్రెయిలర్‌లు నాలుగు లేదా అంతకన్న ఎక్కువ చక్రముల ఆధారమున నడచును. ట్రక్కు, ట్రెయిలర్ - రెండిటిలోను బరువులు వేయవచ్చును.

నిర్మాణ పద్ధతులు : ఈ వాహనములు ప్రయాణీకుల, సరకుల రవాణా యంత్రాంగములు అనియు, అందుకు అనుగుణముగా నిర్మింపబడిన కంపార్ట్‌మెంట్‌లు అనియు చెప్పవచ్చును. ట్రక్కులలో ఈ కంపార్ట్‌మెంట్ సాధారణముగ సరకులు వేయుటకు, దించుటకు వీలుగా వెనుక భాగమున పెద్ద తలుపు గల ఒక గది; దాని పైభాగము తెరువబడియో, పూర్తిగా మూయబడియో ఉండవచ్చును. అది తరచుగా కర్రతో గాని, ఉక్కుతో గాని, అల్యూమినియముతో గాని నిర్మింపబడును. కొన్ని ప్రత్యేక వస్తువుల రవాణాకు అనువుగ కూడ దానిని రూపొందించుట కలదు. పెట్రోలు గాని, నీటిని గాని తీసికొనిపోవునపుడు అది ఒక తొట్టి రూపమున నిర్మింపబడును. చేపలను, కూరగాయలను రవాణా చేయుటకు అది శీతలీకరింపబడును. సంచార గ్రంథాలయములను మోసికొని పోవునపుడు దానిలో అరలు ఏర్పాటు చేయబడును. కారులోను, బస్సులోను ఆసనములు మెత్తని దిండ్లతో అమర్చబడి ఉండును. కంపార్ట్‌మెంట్ యొక్క శరీరము (బాడీ)లో తలుపులు, కిటికీలు, పైకప్పు, క్రింది నేల ఏర్పాటు చేయబడును. సాధారణముగ ఒక ఉక్కు చట్రమునకు కొన్ని ఉక్కు రేకులు బిగించి, బాడీని నిర్మింతురు. బాడీని ముందుకు పొడిగించి, ఇంజనును కప్పివేయు బానెట్‌ను ఏర్పాటు చేయుదురు.

ఛేజిస్: మోటారుకారు శరీరమును పూర్తిగా తీసివేసినచో ఏది మిగులునో ఆ భాగము ఛేజిస్ అని పిలువబడును. ఇంజను, ఇంజను నుండి చక్రములవరకు కల చోదన యంత్రము, బండియొక్క తదితర యంత్రాంగము ఛేజిస్‌లో చేరినవే. వాహనము ముందుకు సాగిపోవుటకు

కావలసిన శక్తిని ఇంజను [చూ.] ఉత్పాదించును. ఈ యంత్రాంగమునకు దృఢమైన ఉక్కుతో చేయబడిన గట్టి చట్రము ఆలంబనముగ ఉండును. ప్రయాణీకులకు, సరకులకు రోడ్ల ఎగుడు దిగుడువలన కుదుపు లేకుండుటకు చట్రమును కమాను (స్ప్రింగ్)లపై నిలబెట్టుదురు. కమానులు ఇరుసుల కమ్ములపై ఉండును. కమ్ముల చివర చక్రములు బిగింపబడును. క్లచ్, గేర్ బాక్స్, ప్రొపెల్లర్ (చోదక) దండము, డిఫరెన్షియల్ అను సాధనముల ద్వారా ఇంజను చక్రములను నడపును; చక్రములు వాహనమును ముందుకు త్రోయును.

క్లచ్ : ఇంజనును మిగిలిన చోదన యంత్రమునుండి విసంధించుటయే క్లచ్ చేయు పని. డ్రైవరు కాలి పెడల్ చే నొక్కి దానిని పనిచేయించును. ఇంజనును బయలుదేర జేయుటకు, గేర్‌ను మార్చుటకు, బండిని కదలింపకుండ ఇంజనును మాత్రమే నడపుటకు క్లచ్ ఉపకరించును.

గేర్ బాక్స్ : క్లచ్ నుండి శక్తి గేర్ బాక్స్‌కు పోవును. గేర్ బాక్స్ చేయుపనిని ఇటుల బోధపరచుకొనవచ్చును. ఇంజను అత్యంత ఆర్థిక సౌష్ఠవముతో పనిచేయవలెనన్న అది ఒక ప్రత్యేక వేగముతో నడుపబడవలసి ఉండును. ఆ ప్రత్యేక వేగము సాధారణముగ హెచ్చుగా కూడ ఉండును. కాని, కారు వేగము డ్రైవరు అవసరములను, రోడ్డును, ట్రాఫిక్కును అనుసరించి తప్పనిసరిగా మారుచుండును. ఇంతేకాక, బండిని బయలుదేరించునపుడు, అది కొండ వంటి మిట్టప్రదేశము మీదికి పోవునపుడు, చాల బరువు సరకులను లాగవలసి వచ్చినపుడు వెనుకటి చక్రములకు - అవి తిరుగువలెనన్న - వాహనము సమమట్టమైన చక్కని రోడ్డుపై స్థిరవేగమున పయనించునప్పటికంటె ఎక్కువ భ్రమణ బలము అవసరము అగును. ఇంజను యొక్క వేగమును తగ్గించుట, తదనుగుణముగా చక్రముల భ్రమణ బలమును హెచ్చించుట-ఈ రెండును గేర్ బాక్స్ చేయు పనులు. ఆదర్శప్రాయమైన కారులో ఇంజను స్థిరవేగముతో నడుపవలెను; చక్రముల వేగమును గేర్ బాక్స్ ఆధారమున అవసరములకు తగునటులుగా మార్చుచుండవలెను. అయితే, ఇది ఆచరణ సాధ్యము కాని పని. గేర్ బాక్స్‌లో మూడు, నాలుగు వేగ నిష్పత్తులు కల్పింపబడును. మధ్యస్థ చక్రవేగములు ఇంజను వేగమును మార్చుట ద్వారా సాధింపబడును. డ్రైవరు తనకు అందుబాటులో ఉండు ఒక ఉచ్చాలకము (లీవర్) సహాయమున గేర్ బాక్స్‌ను పనిచేయించును. ఈ ఉచ్చాలకము డ్రైవరకు దగ్గరగా నేలమీదికి పొడుచుకొని ఉండును. కొన్ని చోట్ల స్టీరింగు చక్రమునకే సంధింపబడును. ఉచ్చాలకము 'తటస్థము (న్యూట్రల్)' అనబడు స్థితిలో ఉన్నపుడు ఇంజనుకు, వెనుకటి ఇరుసుకు కల అనుసంధానము తెగిపోవును. వాహనమును నడపుటకు ముందు డ్రైవరు ఉచ్చాలకమును ఈ స్థితికి తెచ్చును. ఇంజను పనిచేయుట ప్రారంభించుటతో డ్రైవరు ఉచ్చాలకమును క్రిందికి (మొదటి గేర్‌కు) మార్చును. ఈ స్థితిలో గేర్ బాక్స్ బండి వేగములో గురుతమమైన తగ్గుదలను కొని తెచ్చును. ఇటుల బండి తక్కువ వేగమును, ఇంజను మాత్రము దాదాపు అధికతమ వేగమును అందుకొనును. త్వరణకము (యాక్సిలరేటర్) పెడల్‌ను క్రిందికి దించుట వలన ఇంజనువేగము, బండివేగము అధికమగును. బండి వేగమును అందుకొనుచు, ఇంజను వేగము అధికతమ వేగమును మించిపోవుచు ఉన్నపుడు గేర్ వెంటనే మధ్యస్థ లేదా ద్వితీయ స్థితికి మార్చబడును. అపుడు ఇంజను వేగము తగ్గును; బండివేగము హెచ్చును. కాబట్టి, రెండవ గేర్‌ల సంఖ్య ఎంత హెచ్చిన, బండియొక్క పొదుపు కూడ అంత హెచ్చును. ఎగువ గేర్ స్థితిలో ఇంజను సూటిగా వెనుకటి ఇరుసుతో అనుసంధింపబడును. అప్పుడు బండి పని చేయుటకు గేర్ బాక్స్ వలన ప్రయోజనము ఉండదు. ఆధునిక వాహనములలో స్వతశ్చాలితములైన గేర్ బాక్స్‌లు ఉంచు పద్ధతి చాల పెంపొందించబడినది. ఇంజను కొంత వేగమును అందుకొనుటతోనే గేర్‌లు తమంతట తామే మారిపోవును.

డిఫరెన్షియల్ : ఇంజను, క్లచ్, గేర్ బాక్స్-ఈ మూడు కలిసి ఒకే యూనిట్‌గ ఉండును. కారులోను, ట్రక్కులోను సాధారణముగ ఈ యూనిట్‌ను ఛేజిస్ ముందు భాగమున ఉంచుదురు. బస్సులో ప్రయాణీకులకు సాధ్యమగునన్ని ఎక్కువ సీటులు ఏర్పాటు చేయుట లాభదాయకము. ఇంజను కొరకు కొంత జాగాను వ్యర్థపుచ్చుట మంచిది కాదు. కాబట్టి, దానిని అడుగుభాగమున—ముందున గాని, మధ్యన గాని, వెనుకవైపున గాని-ఉంచుదురు. గేర్ బాక్స్‌ను ప్రొపెల్లర్ దండము అని పిలువబడు ఒక గుల్లదండము ద్వారా వెనుక ఇరుసుకు సంధింతురు. ప్రొపెల్లర్ దండము తనకు సమకోణములో ఉన్న వెనుక ఇరుసుకు రెండు గేర్ జతల ద్వారా శక్తిని అందించును. ఒక గేర్ జత వెనుక ఇరుసుకు శక్తిని పంపుటకు, ఇంజను - ఇరుసుల మధ్య వేగములో మరికొంత తగ్గుదలను సాధించుటకు ఏర్పాటు చేయబడినది. రెండవ గేర్ జత డిఫరెన్షియల్ అని పేర్కొనబడును. వెనుక ఇరుసు రెండు అర్ధభాగములుగా చేయబడును. ఒక్కొక్క అర్ధభాగము చెరియొక వెనుక చక్రముతో అనుసంధింపబడును. మధ్యన ఉన్న డిఫరెన్షి

యల్ ప్రొపెల్లర్ దండమునుండి శక్తిని స్వీకరించి, తిరిగి దానిని వెనుకటి రెండు చక్రములకు-ఆ రెండు చక్రములు భ్రమణ బలమును చెరి సమానముగ పొందునట్లు—విభజించును. బండి సూటిగా ముందుకు పోవుచున్నంత సేపు ఈ యంత్రాంగముతో పని ఉండదు. కాని, బండి ఒక మలుపు లోనికి తిరుగునపుడు బయటి చక్రము ఎక్కువ వేగముగను, లోపలి చక్రము కొంచెము మెల్లగను పోవలయును. వెనుక ఇరుసు మీది రెండు అర్ధ దండములు విభిన్న వేగములతో తిరుగుటకు అవకాశము కల్పించుచు, డిఫరెన్షియల్ భ్రమణ బలమును రెండిటి మధ్య సమానముగ విభజించును.

చక్రములు : మోటారు కారులో ముందరి చక్రములు ఇంజనుతో ఏ విధముగను సంధింపబడవు. అవి స్టీరింగు కొరకే—అనగా బండిని కావలసిన దిక్కునకు త్రిప్పుటకే-ఉపయోగింపబడును. జీపులోను, బరువులు మోయు ట్రక్కులోను ముందరి చక్రములు స్టీరింగుకు ఉపయోగపడుటయే కాక, ఇంజనుచే నడపబడుట కూడ జరుగును. అందువలననే అవి అపరిమిత భారములను లాగ గలవు; నిలువు, వాలు కల ప్రాంతములకు కూడ పయనింపగలవు. ప్రయాణము సుఖముగా సాగుటకును, బండి అధిక వేగమును అందుకొనుటకును అనుకూలముగా చక్రములకు గాలితో నింపబడిన టైరులు అమర్తురు. కావలసినపుడు బండిని వెంటనే ఆపుటకు వీలుగా చక్రములు అన్నింటికి బ్రేకులు ఏర్పాటు చేయబడును. ఒక ఇనుపడోలు ప్రతి చక్రమునకు సంధింపబడి, చక్రముతో కలిసి భ్రమించుచుండును. ప్రత్యేక ఘర్షణ ద్రవ్యముతో ఆచ్ఛాదింపబడిన పాదము డోలు లోపలి భాగమునకు గట్టిగా అదుమబడి ఉండును. పాదముకు, డ్రైవరు కాలి పెడల్‌కు ఒక యాంత్రిక లేదా హైడ్రాలిక్ అనుసంధానము ఉండును. డ్రైవరు పెడల్‌ను నొక్కగానే బ్రేకులు చక్రములకు పట్టి, బండి ఆగిపోవును.

విద్యుద్దీపములు, కందెనలు : మోటారు కారులలో విద్యుద్దీపములు, విద్యుత్తు సహాయమున మ్రోగు హారన్ ఏర్పాటు చేయబడును. చీకటిలో సైతము బండి నిరపాయకరముగా పయనించుటకు వీలుగా ఈ దీపముల ఏర్పాటు యావద్దేశమున చట్టరీత్యా విధించబడినది. మోటారు కారులోని వివిధ భాగములలో కొన్నిటి తలములు పరస్పరము ఒరసికొనుచుండును. ఇట్టి తలముల మధ్య గల ఘర్షణను అతిక్రమించుటకు వినియుక్తమగు శక్తిని కందెనల ప్రయోగము ద్వారా తగ్గింతురు. ఒరసికొను తలములపై నూనెను గాని, గ్రీజ్‌ను గాని కందెనగా వాడుదురు [చూ. అంతర్దహన ఇంజను-పు. 152; అకర్మన్ స్టీరింగు-పు. 161; ఆటోమొబైల్ బ్రేక్; ఆటోమోటివ్ ఇంజనులు; ఆటోమోటివ్ స్టీరింగు]. ఎస్. ఎస్. నా. రా.

ఆటోమొబైల్ బ్రేక్ : ఆటోమొబైల్ చక్రముల భ్రమణ వేగమును తగ్గించుటకు లేదా ఆపివేయుటకు, టైరులు నేలను రాచుకొని పోవునట్లు చేసి, వాహన గమన వేగమును తగ్గించుటకు లేదా ఆపివేయుటకు ఉపయోగపడు ఘర్షణయంత్రాంగమును ఆటోమొబైల్ బ్రేక్‌లు అందురు. సర్వసాధారణముగ డ్రమ్ రకపు బ్రేక్‌ను ఉపయోగింతురు. డిస్క్, కాలిపర్ డిస్క్ రకముల బ్రేకులు చాల అరుదుగ ఉపయోగింతురు. పెక్కు ఆటోమొబైల్‌లు రెండు ప్రత్యేక బ్రేక్ వ్యవస్థలతో అమర్చబడి ఉండును. నాలుగుచక్రముల హైడ్రాలిక్ సర్వీస్ బ్రేక్‌లు పెడల్‌తోను, మెకానికల్ పార్కింగ్ బ్రేక్‌లు ఉచ్చాలకము (లీవర్)తోను సాధారణముగ పనిచేయును.

ఆటో మొబైల్ వేగమును తగ్గించు నిమిత్తము లేదా ఆపివేయు నిమిత్తము బ్రేక్ వేయుటకు ఒక జత బ్రేక్ పాదము భ్రమణము చేయు డ్రమ్‌కు ఎదురుగా కావలసినంత శక్తితో త్రోయబడును. బ్రేక్ పాదము ఘర్షణ పదార్థములతో చేయబడిన ముఖములను కలిగి ఉండును. ఆ ఘర్షణ పదార్థములు పాదములకు బిగింపబడి గాని లేదా రివెట్ చేయబడి గాని ఉండును. బ్రేక్ డ్రమ్‌లు సాధారణముగ పోత ఇనుముతో తయారు చేయబడును. కాని, అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రముతో చేయబడి పట్టుకొను ఉపరితలముల వద్ద పోత ఇనుముతో లైనింగ్ ఇవ్వబడుట కూడా కలదు. బ్రేక్ డ్రమ్‌లను అనేక రిబ్‌లలో అమర్చి ఘర్షణ వేడిమిని తగ్గింతురు. ఆధునిక మోటారు కారులు పవర్ బ్రేక్‌లతో అమర్చబడుచున్నవి. అందుమూలముగ బ్రేక్ వేయుటకు ఆవశ్యకమగు పెడల్ శక్తి తగ్గించబడును [చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు పు. 197]. ఏ. పి. ష.

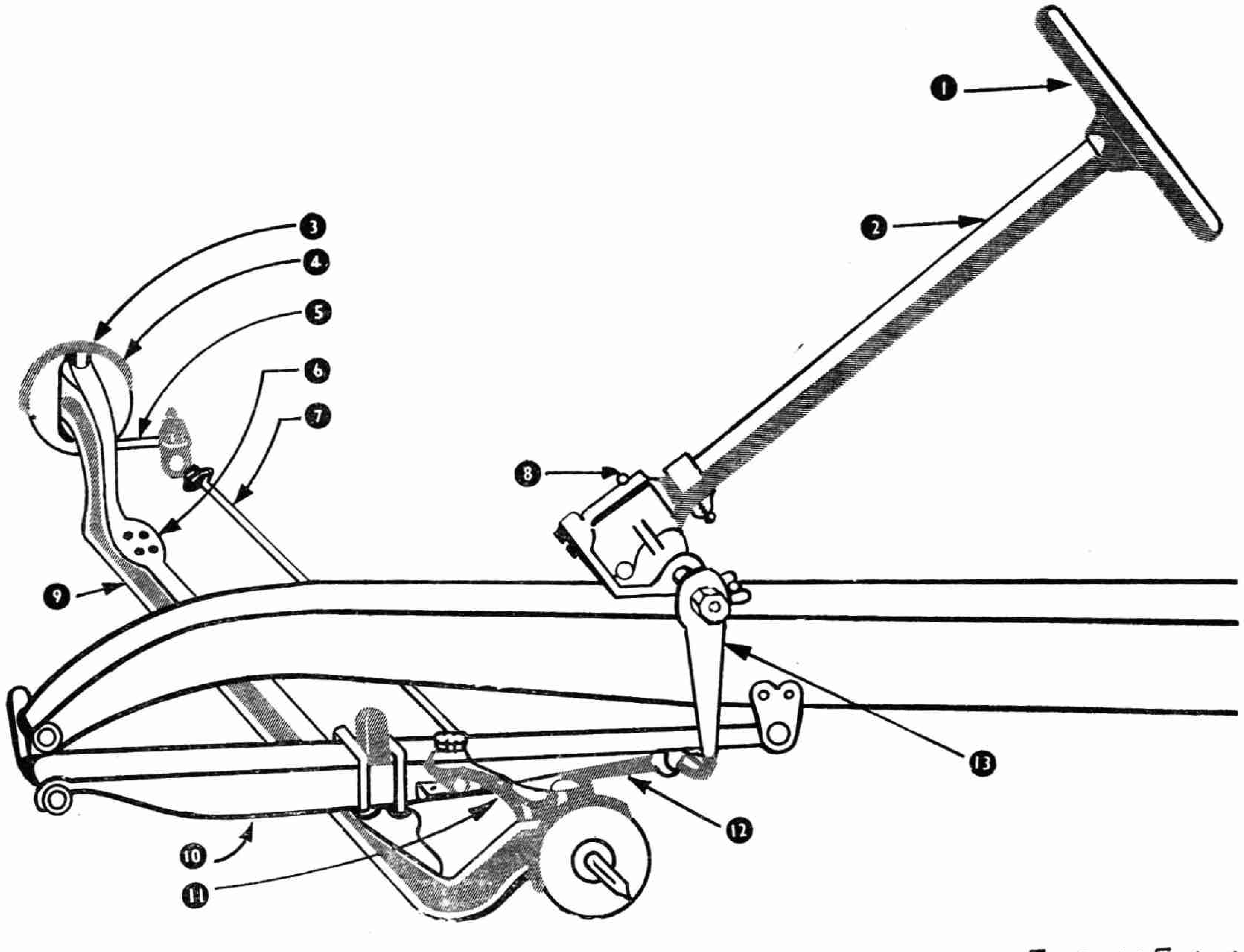
ఆటో మోటివ్ ఇంజనులు : మోటారు కారులో ఉపయోగింపబడు ఇంజనులు 'ఆటోమోటివ్ ఇంజనులు' అని పిలువబడును. అవి తేలికగను, నిర్వహణకు సుకరముగను ఉండి నమ్మకముగ పనిచేయును. డామ్లర్ 1883లో తొలిసారిగ ఒక బైసికిలుకు నాలుగు దెబ్బల ఇంజనును తగిలించి, 'ఆటో మొబైల్' అను భావన ఏర్పడుటకు మార్గము సుగమము చేసెను. పెట్రోల్‌చే నడుపబడిన మొట్టమొదటి మోటారుకారును కూడ అతడే నిర్మించెను (1887) [చూ. పు. 46].

ఆటో మోటివ్ ఇంజనుల శక్తి 30 మొదలు 600 హార్స్‌పవరు వరకు మారుచుండును. పెక్కు చిన్నతరహా

కారులు దాదాపు 10 మొదలు 80 వరకు హార్స్పవరు ఇంజనులతో నడచును. యునైటెడ్ స్టేట్స్లో తయారయిన జల్సా కారులకు మాత్రము 300 హార్స్పవర్ వరకు గల ఇంజనులు ఉండును. సరుకుల రవాణాకు లారీలు మినహా ఇతర ట్రక్కులు తరుచుగా 100 - 200 హార్స్పవరుకల ఇంజనులతో పనిచేయును. రవాణా లారీలకు 600 వరకు హార్స్ పవరు ఇంజనులు ఉపయోగింపబడును. నాలుగు, ఆరు, ఎనిమిది, పన్నెండు సిలిండరులు కల ఇంజనులు సర్వ సామాన్యముగ మోటారు బండ్లలో ఉండును. అప్పుడప్పుడు 16 సిలిండరుల ఇంజనులను వాడుట కూడ కలదు.

మోటారు కారులో నీటిచే చల్లబడు ఇంజనులు, గాలిచే చల్లబడు ఇంజనులు అను రెండు రకముల ఇంజనులు వాడబడును. యునైటెడ్ స్టేట్స్లో తయారయిన కారులలో చాల వాటికి నీటిచే చల్లబడు ఇంజనులే ఉండును. యూరప్‌లో నిర్మింపబడి, అత్యధిక ప్రజామోదమును పొందిన కారులు కొన్నిటికి తరుచుగా గాలిచే చల్లబడు ఇంజనులే అమర్చబడును. ఇంజను బండికి ముందు భాగమున గాని, వెనుక తట్టున గాని బిగింపబడును. ఆటో మోటివ్ ఇంజనుకు 'స్వతః ప్రవర్తకము (సెల్ఫ్ స్టార్టర్)' అను ఉపకరణము ఉండును. ఆటోమోటివ్ ఇంజనులలో పెట్రోలు ఇంజనులే ఎక్కువ ప్రజామోదమును గణించి, విరివిగా వాడుకలో ఉన్నవి [చూ. అంతర్దహన ఇంజను-పు. 152].

యునైటెడ్‌స్టేట్స్ మోటారు కారు పరిశ్రమలో కారులోను, లారీలోను గాస్ టర్బయినులు ఇప్పటికే వినియోగములోనికి వచ్చినవి. యూరప్‌లో - ముఖ్యముగా జర్మనీలో-గుండ్రముగా తిరుగు ఇంజనులు కూడ వినియోగింపబడుచున్నవి. యునైటెడ్ స్టేట్స్లో భూతల రవాణాకు వ్యయపరుపబడు శక్తిఆ దేశమున వినియుక్తమగుమొత్తము శక్తిలో మూడవ వంతు ఉండును. ప్రస్తుతము రవాణా బండ్ల అంతర్దహన ఇంజనులలో వ్యయమగు మొత్తము శక్తి ఇతర చాలకములలోసంయుక్తముగ వ్యయమగు శక్తి కంటె దాదాపు 10వంతులు హెచ్చుగా ఉండగలదు. వి. పాం.



చిత్రము: 1. స్టీరింగ్; 2. స్టీరింగ్ చక్రము; 3. డ్రాగ్ లింక్; 4. పిట్‌మన్ భుజము; 5. ముందు స్ప్రింగ్; 6. నకుల్ భుజము; 7. ముందు పట్టా; 8. ఇరుసు; 9. బంధన దండము (టైరాన్); 10. స్ప్రింగు బిగించు స్థలము; 11. స్టీరింగ్ గేర్; 12. స్టీరింగు భుజము; 13. స్టీరింగ్ నకుల్.

ఆటో మోటివ్ ఛేజిస్ : చూ. ఆటో మొబైల్ ఇంజనీరింగు - పు. 197.

ఆటో మోటివ్ స్టీరింగు : మోటారు బండ్లు అన్నిటిలోను ఒక స్టీరింగు ఏర్పాటు ఉండును. బండిని కావలసిన దిశలో నడుపగలుగుటకు అది ఉపకరించును. నమూనా ప్రాయమైన ఒక స్టీరింగు ఏర్పాటు ఎదురుపుటలోని చిత్రములో చూపబడినది. డ్రైవరు స్టీరింగ్ చక్రమును త్రిప్పగానే స్టీరింగు పెట్టెలోని ఒక గేర్ల జత వెంటనే పిట్ మన్ భుజమును తిరుగునట్లు చేయును. ఈ చలనము డ్రాగ్ లింక్ ద్వారా నకుల్ భుజములలో ఒకదానికి ప్రసరింపబడును. నకుల్ భుజము చక్రమునకు సంధింపబడి ఉండును. చక్రము, నకుల్ భుజము - రెండును కింగ్ పిన్ పై తిరుగును. రెండవ చక్రమునకు కూడ అదే విధమైన ఒక నకుల్ భుజము, కింగ్ పిన్ ఏర్పాటు చేయబడి ఉండును. రెండు నకుల్ భుజములు ఒక బంధన దండము ద్వారా అనుసంధింపబడి పని చేయును. ఈ ఏర్పాటు ఫలితముగా రెండు చక్రములు ఒకేసారి, ఒకే వైపుకు తిరుగును. బండి యావత్తు చక్రములు తిరిగిన దిక్కునకే పయనించును. వేరు వేరు రకముల కారులలోను, లారీలలోను ప్రస్తుతము మరికొన్ని వివిధ రకముల స్టీరింగు ఏర్పాటులు అమలులో ఉన్నవి. అవి అన్నియును పైన వివరించిన ఏర్పాటును చాలవరకు పోలి ఉండును. కాని, అవి ఉపయోగింపబడు వాహనముల అవసరములను బట్టి వాటిలో కొన్ని వ్యక్తిగత వ్యత్యాసములు కూడ ఉండవచ్చును. ఎస్ ఎన్. నా. రా.

ఆడియో ఆంప్లిఫయర్ (శ్రవ్య పౌనఃపున్య వర్ధని) : సెకనుకు 20 సైకిళ్లు మొదలు 20 కిలో సైకిళ్లవరకు గల పౌనఃపున్య శ్రేణిలోని సిగ్నల్ లను అధికము చేయు వర్ధనిని 'శ్రవ్య పౌనఃపున్య వర్ధని' అందురు. శ్రవ్య పౌనఃపున్య వర్ధని యొక్క సాధారణ లక్షణములు : 1. వర్ధని యొక్క వర్ధక గుణకము (గైన్) ఆంప్లిఫికేషన్ కు, పౌనఃపున్యమునకు గీచిన నిర్ణీతమగు గ్రాఫునకు కట్టుబడి ఉండవలెను; 2. ఆంప్లిఫయర్ వల్ల కలిగిన 'అశ్రావ్యత (డిస్టార్షన్) ఒక నిర్ణీత శాతమును దాటి ఉండరాదు; 3. ఆంప్లిఫయర్ 'చప్పుడు' లేదా 'హోరు' ఒక నియమిత పరిమితిలో ఉండవలెను; 4. ఋజు విద్యుత్ ప్రవర్తన వోల్టేజి, ఫిలమెంటుయొక్క వేడి మొదలగు వాని సాధారణ మార్పులతో వర్ధక గుణకము ఎక్కువగా మారకూడదు.

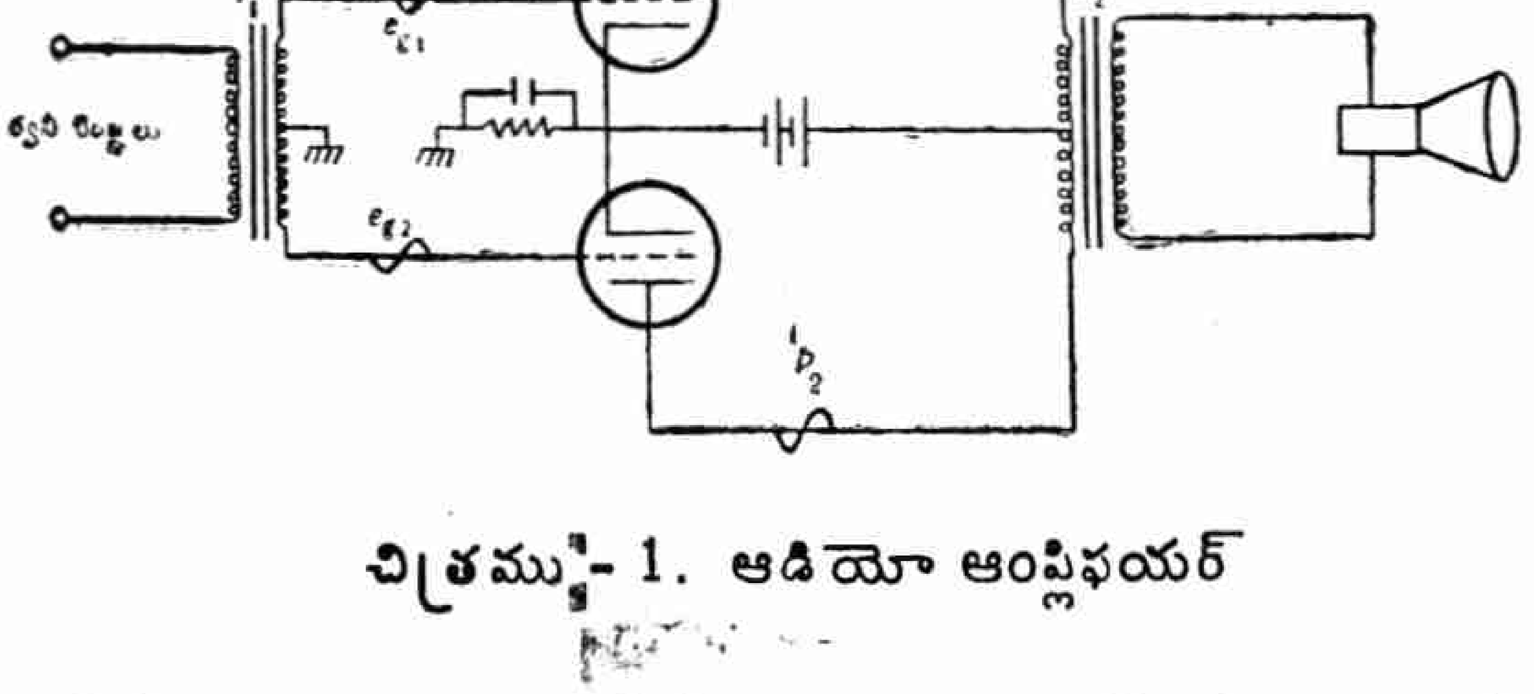
పై నిబంధనలు కప్లింగ్ రకమును, శ్రవ్య పౌనఃపున్య వర్ధని యొక్క ప్రవర్తన తరగతిని నిర్ణయించును. మంచి పౌనః పున్య రెస్పాన్స్ లక్షణము కలిగి ఉండుటచేత రెసిస్టెన్స్ కెపాసిటెన్స్ కప్లింగ్ వాంఛనీయము. ట్రాన్స్ఫార్మర్ కప్లింగ్ ఇంపిడెన్స్ మాచింగ్ కున్నూ, పుష్ పుల్ ఆంప్లిఫయర్ కు సరియగు సిగ్నల్ ప్రవేశమున్నూ అనుకూలముగా ఉండును.

ఇన్ పుట్ సైను సాయిడల్ వోల్టేజియొక్క పూర్తి ఆవృత్తికి ప్లేటునందు విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న ఆంప్లిఫయర్ యొక్క ప్రవర్తన 'ఏ' తరగతియందు ఉన్న దందురు. ఇందు హార్మోనిక్స్ను అత్యధమమునకు తగ్గించ వీలుండుటచే అశ్రావ్యత కూడ తక్కువ స్థాయిలో ఉండును. సాధారణముగ పుష్ పుల్ కనెక్షన్లను ఉపయోగించుటయే ఉత్తమము. ఇట్టి కనెక్షన్లు సరి సంఖ్య హార్మోనికలను, సరి సంఖ్య కలయికల పౌనఃపున్యములను కూడ నిరాకరించుటయే కాక, ఒకే వాల్వుతో ముగియు ఆంప్లిఫయర్ లలోని లోపములను, విద్యుత్ సప్లయివల్ల కలుగు అస్పష్ట కలకల ధ్వనులను, ప్రతిధ్వనులను కూడ రానీయదు.

'ఏ' తరగతి వర్ధనియొక్క వర్ధక గుణకము చాల తక్కువ అగుటచే అధిక శక్తిమంతమైన శ్రవణ విధానములలో శబ్ద అశ్రావ్యత కలుగనీయనట్టి 'బి' తరగతి పుష్ పుల్ స్టేజీలను ఉపయోగించుదురు.

సాధారణముగా శ్రవ్య పౌనఃపున్య వర్ధనియందు వోల్టేజి వర్ధకములు వాని తరువాత 'ఏ' తరగతిలో గాని, పుష్ పుల్ 'బి' తరగతిలో గాని పనిచేయు శక్తి వర్ధకములు ఉండును. ప్రథమ స్టేజియగు వోల్టేజి వర్ధకము ఎక్కువ వర్ధక గుణకము గలిగి ఉండవలెను. మైక్రోఫోన్ అవుట్ పుట్ చాల తక్కువ అగుటయే దీనికి కారణము.

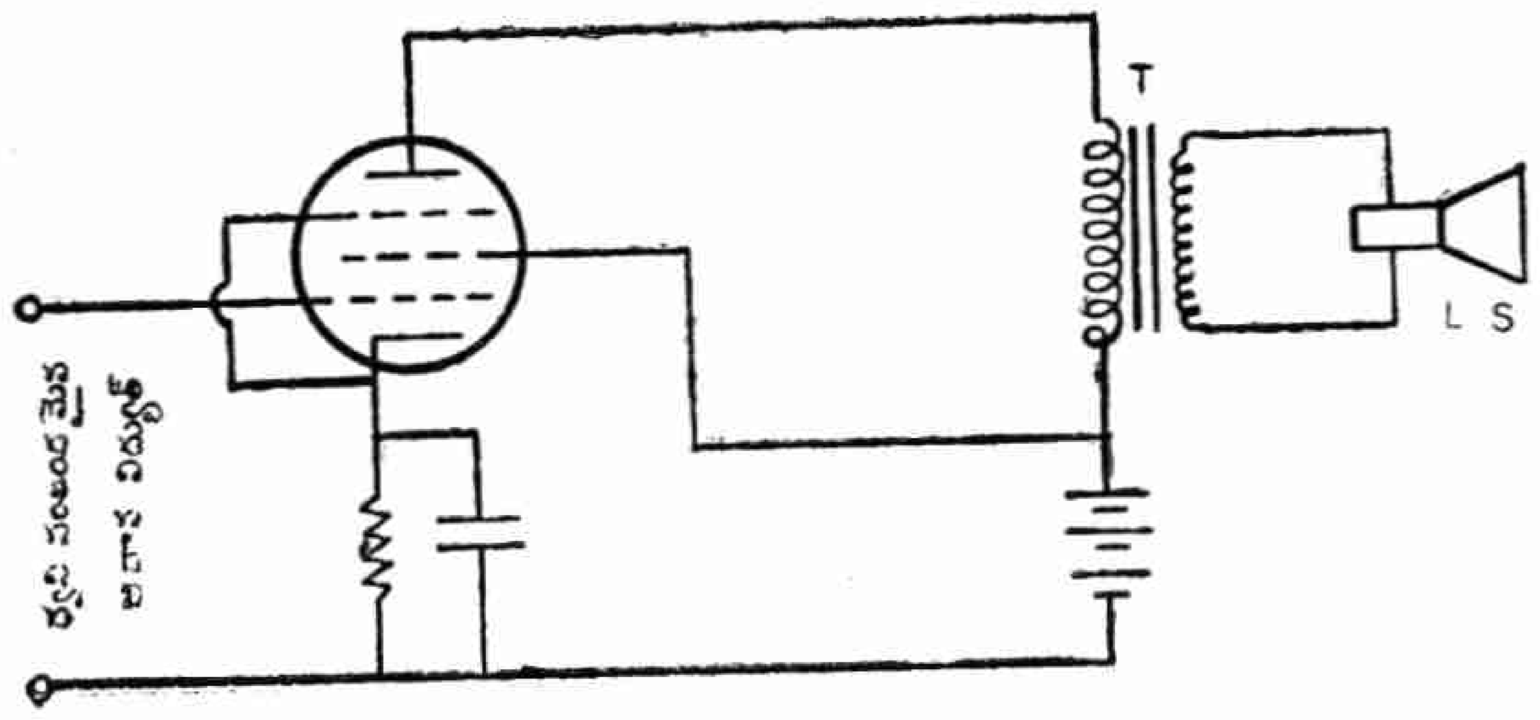
చిత్రము-1 లో ఒక వోల్టేజి ఆంప్లిఫయర్ చూపబడినది. ఇది దీని తరువాతి స్టేజికి రెసిస్టెన్స్ కపాసిటెన్స్ కప్లింగ్ తో కలుపబడి ఉన్నది. ఈ స్టేజినుండి వచ్చిన



చిత్రము- 1. ఆడియో ఆంప్లిఫయర్

వోల్టేజి ఇంకొక వోల్టేజి ఆంప్లిఫయర్ లో వృద్ధి చేయబడుచున్నది. ఈ వృద్ధి చేయబడిన వోల్టేజి 'ఏ' తరగతి శక్తి వర్ధకమునకు పంపబడుచున్నది. సాధారణముగా వాడుకలో ఉన్న 'ఏ' తరగతి శక్తి వర్ధకము చిత్రము-2 లో చూప

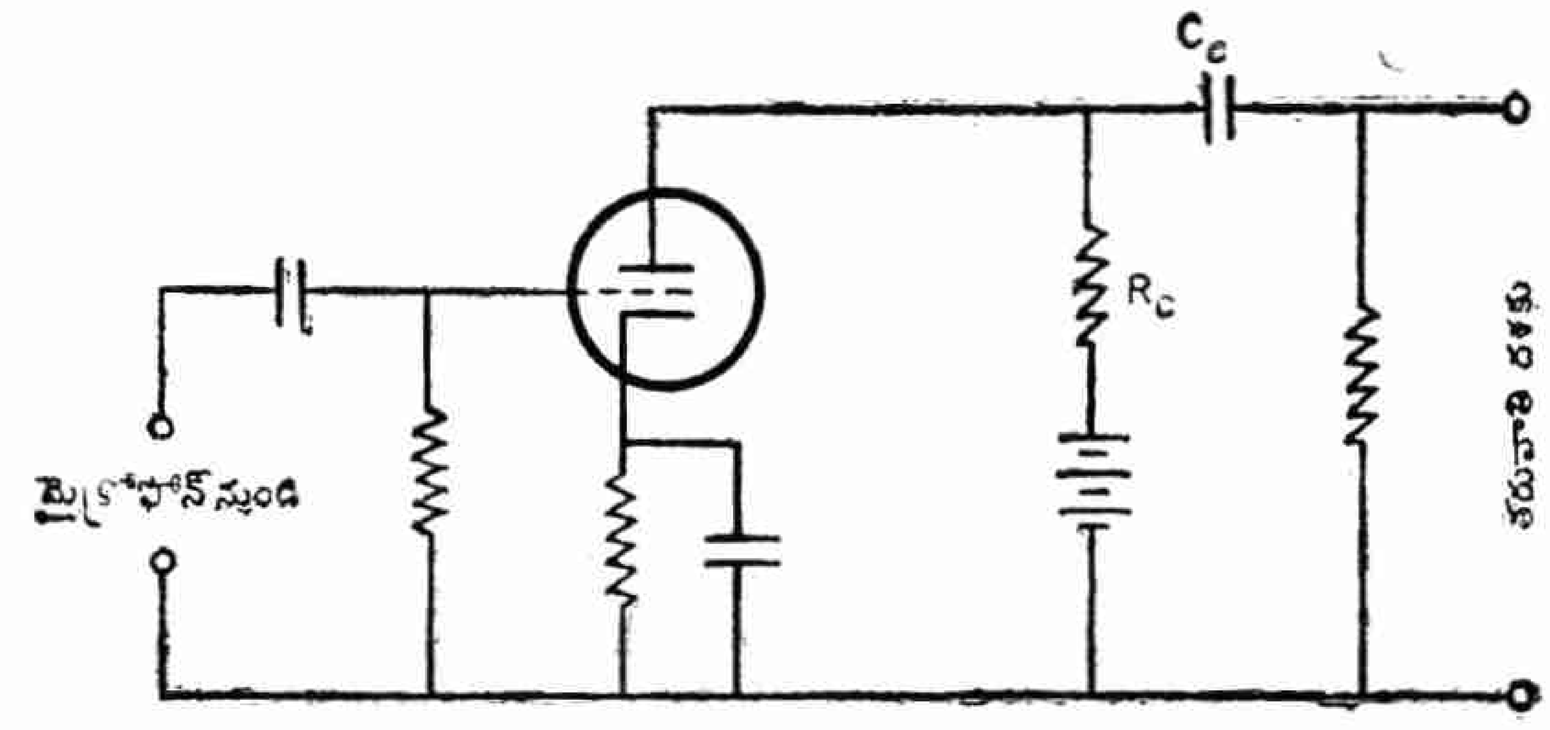
బడినది. రేడియోలోని శబ్దోత్పత్తి దశలో ఉపయోగించు శక్తి వర్ధకము కూడ ఇట్టిదే 'T' వోల్టేజిని తగ్గించు ట్రాన్స్‌ఫార్మరు. ఇది ఆంప్లిఫయర్ ఇంపిడెన్సును, స్పీకరు



చిత్రము - 2. 'ఏ' తరగతి శక్తి వర్ధకము

ఇంపిడెన్సును సమాన స్థాయికి తెచ్చుచూ ఆంప్లిఫయర్ నుండి వచ్చు అవుట్‌పుట్‌ను స్పీకరుకు పంపును.

పైన ఉదాహరించిన 'ఏ' తరగతి శక్తివర్ధకము అధిక శక్తి ఉత్పత్తికి అనువుగా ఉండదు. కాబట్టి, 'బి' తరగతి పుష్‌పుల్ శక్తివర్ధకములు అధిక శక్తివర్ధినిలందు వాడబడుచున్నవి. చిత్రము-3 లో సాధారణముగా వాడ



చిత్రము - 3. పుష్‌పుల్ స్టేజి వర్ధకము

బడుచున్న పుష్‌పుల్ స్టేజి వర్ధకమును చూపుచున్నది. అనువగునట్లు బయస్ వోల్టేజిలను, ఇన్‌పుట్ వోల్టేజిని సరి చేసికొని ఇదే సర్క్యూట్‌ను 'ఏ' తరగతిలో గాని, 'బి' తరగతిలో గాని ఉపయోగించవచ్చును.

ముందున్న స్టేజికి పుష్‌పుల్ స్టేజిని కలుపుటకు డ్రైవరు ట్రాన్స్‌ఫార్మరు ఉపయోగపడుచున్నవి. ఈ డ్రైవరు ట్రాన్స్ ఫార్మరు పుష్‌పుల్ గ్రిడ్ల ఇన్‌పుట్ సిగ్నల్‌లకు అనువగు ఫేజును కూడ కలిగించుచున్నది. న. ల నా.

ఆనకట్టలు, బరాజులు : ఆనకట్టలు, బరాజులు నీటి వనరుల కృషికి సంబంధించిన అతి ప్రధాన నిర్మాణములు. భారతదేశములో ఆనకట్టల నిర్మాణ కృషి నాగరకత ఆవిర్భావమునకు సుప్రభాతము. స్వాతంత్ర్య సిద్ధి తరువాత ఇతర విజ్ఞాన సాంకేతిక రంగములలో వలెనే, బహు కష్ట సాధ్యములైన పునాదులపై ఆనకట్టలను, బరాజులను నిర్మించు పద్ధతిలో భారతదేశమున అద్భుతమైన సత్వర పురోగతి సాధింపబడినది. లబ్ధప్రతిష్ఠులైన భారత ఇంజనీరులు అభివృద్ధి పరచిన నవీన సాంకేతిక ప్రక్రియలు, శాస్త్రీయ డిజైను పద్ధతులు ఆ నిర్మాణములను చాల సుకరము చేయగలిగినవి. గోదావరిపై నిర్మింప సంకల్పించిన బరాజు, ప్రస్తుతము నిర్మాణదశలో ఉన్న ఫరాకా బరాజువంటి భారీ బరాజుల నిర్మాణములు భారతీయ ఇంజనీరులకు అసాధ్యములగు సమస్యలు లేవు అని నిరూపించుచున్నవి. దేశ విభజన ఫలితముగ రమారమి 85 లక్షల హెక్టేరుల ఆయకట్టు కల భూమి పాకిస్తాన్‌లో చేరినప్పటికిని, సేద్యపు నీటి సాగుబడి క్రింద ఉన్న భూమి విస్తీర్ణములో-ఒక చీనా మినహా-ఇతర ప్రపంచ దేశముల కన్న భారతదేశమే మిన్నగా ఉన్నది. అంతర్జాతీయ నీటి పారుదల, జల నిర్గమన సంస్థ 1963 లో సాధికారికముగ ప్రకటించిన వివరములు పై విషయమును రుజువు చేయుచున్నవి. భారతదేశములోని ప్రముఖ ఆనకట్టలకు, బరాజులకు సంబంధించిన సమాచారము పట్టికలో పొందుపరుపబడినది [చూ. పు 50]. ఈ విస్తీర్ణములో చెప్పుకొనదగినంత భాగమునకు భారతదేశమున డాముల, ఆనకట్టల, బరాజుల నుండి, మిగిలిన భాగమునకు చెరువుల, జలాశయముల, గొట్టపు బావుల నుండి నీరు అందుచున్నది.

ప్రస్తుతము లభ్యములగు ప్రాచీన లిఖితాధారములను బట్టి క్రీ.పూ. 4 వేల ఏండ్ల నాడే భారతదేశవాసులు కృత్రిమ నీటి పారుదల సహాయమున పంటలు పండించుకొను పద్ధతిని అలవరించుకొనిరని విదితము కాగలదు. పూర్వకాలమున ఆంధ్రప్రాంతమున రూపుగొన్న గొప్ప చెరువులలో అనంతరాజసాగరము, పోరుమామిళ్ల, కంబము, రామప్ప, పాకాల, కందుకూరు, పెదతిప్పసముద్రము, బుక్కపట్టణము వంటి గొప్ప చెరువులు నేటికిని ఉపయుక్త స్థితిలో నిలిచి ఉన్నవి. కావేరీ నదిపై ఉన్న గ్రాండ్ ఆనకట్ట మన ప్రాచీనకాలపు రాజులు కావించిన మరియొక అద్భుత కార్యము [చూ. పు. 34]. రాయి, బంకమన్ను చేర్చి కట్టిన ఈ ఆనకట్ట క్రీ. శ. 2 వ శతాబ్దమున నిర్మింపబడెనని తెలియుచున్నది. కాలక్రమేణ చేసిన చేర్పులు-కూర్పులతో గ్రాండ్ ఆనకట్ట నేటికిని 330 మీ. (1080′) పొడవు; 12 మీ. (40′) నుండి 18.2 మీ. (60′) వెడల్పు; 4.6 మీ. (15′) నుండి 5.48 మీ. (18′) ఎత్తు కలిగి ఒక బ్రహ్మాండమైన నిర్మాణముగా నిలచి ఉన్నది.

నీటి పారుదల పనులకు సంబంధించినంతవరకు దక్షిణ భారతదేశ చరిత్రలో 19 వ శతాబ్ది అతి ప్రధాన కాలము

[చూ. పు. 54]. ఈ కాలముననే చిరస్మరణీయుడైన ఆర్థర్ కాటన్ [చూ.] ప్రపంచములో దీర్ఘతమ ఆనకట్టల జాబితాలో స్థానమును గడించుకొనిన గోదావరి ఆనకట్ట (ధవళేశ్వరము)ను, కృష్ణ ఆనకట్ట (విజయవాడ)ను నిర్మించెను. ఆ కాలమున సాంకేతిక పరిజ్ఞానము అంతగా అభివృద్ధి చెందలేదు. నమూనా సహాయముతో తమ ప్రతిపాదనలు పరీక్షించుకొను సాంకేతిక ప్రక్రియలు ఆనాటి ఇంజనీరులకు తెలియవు. ఆ పరిస్థితులలో సైతము కాటన్ అంతటి దృఢ నిర్మాణములను విజయవంతముగ పూర్తి చేయగలిగెను [చూ. పు. 55].

ఆనకట్టలు : ఆనకట్ట అను పదము తెలుగు, తమిళ భాషలు రెండిటిలోను వాడుకలో కలదు. ఒక నదికి గాని, వాగుకు గాని అడ్డముగా నిర్మింపబడిన దృఢమయిన అడ్డు కట్ట అని దాని సామాన్య అర్థము. కాలువలలోకి మళ్లించుటకై కట్ట పొడుగున నీటి మట్టమును పెంచి ఉంచుటయే ఆనకట్ట నిర్మాణము యొక్క ప్రధానోద్దేశము. ఇటుల ప్రవాహ జలములో కొంత భాగమును అచట అరికట్టి, దానిని కాలువల ద్వారా పంట భూములకు తరలింతురు లేదా ఆ జలమును మొదట ఒక తటాకములోనికి మళ్లించి, తదుపరి అచటినుండి సాగుబడికి సరఫరా చేయుదురు. జల విద్యుత్‌ను ఉత్పాదించుటకు, వరదల బీభత్సమును నివారించుటకు కూడ ఆధునిక కాలమున పెద్ద డాములు నిర్మింపబడుచున్నవి [చూ. డాములు].

నది ఎగువ ప్రాంతములలో ప్రవహించునపుడు సాధారణముగ వరదల సమయమున సైతము దానికి ఎట్టి మార్పు సంభవింపదు. కాని, ఆ నది సమతలములలోనికి ప్రవేశించినపుడు రెండు వైపుల గల నేలలో నది వాలు తక్కువగా ఉండును. కనుక, భారీ వరదల వలన ఆ నేలలలో కొంత మేర ముంపు దెబ్బతినుట కూడ జరుగవచ్చును. నదికి ఎగువ ప్రదేశమున ఒక అనువగు చోటనుండి కాలువల ద్వారా దిగువన ఉన్న తీర ప్రాంత భూములకు పంట నీరు అందింపవచ్చును. ఇటుల పంటనీటి సరఫరా పొందు భూముల విస్తీర్ణము ఆ ప్రదేశపు మిట్టపల్లములపై ఆధారపడి ఉండును. నీటి సరఫరా కాలువలను, వాటి ఆయకట్టు క్రింద ఉండు పంట పొలములను వరద దెబ్బనుండి కాపాడుటకు నదికి రెండు ప్రక్కల వరదగట్లు వేయుట కూడ పరిపాటి.

నదిలోనుండు నీరు సాధారణముగ వివిధ కాలములలో పండు పంటలకు సరిపోవచ్చును. కాని, క్రొత్త నీరు వచ్చినపుడు మాత్రమే నది లో మట్టము సాగుబడి అగు ప్రాంతము యొక్క మట్టమునకు తగినంత పైబడి ఉండును. ఇతర కాలములలో కూడ తగిన మట్టము ఉండవలెనన్న, నదిలోని నీటి మట్టమును కృతకముగ పెంచవలసి ఉండును. ఇందుకు అన్నిటికన్న సరళము, చౌక అగు 'కురుంబులు' అనబడు తాత్కాలిక అవరోధములను నిర్మించు పద్ధతి ప్రాచీన కాలమున అవలంబింపబడుచుండెడిది.

కురుంబులు : కురుంబు అనునది నదికి అడ్డముగా కొన్ని చెట్లకొమ్మలతోను, రెల్లు గడ్డితోను వేయుబడు గట్టుకు దక్షిణదేశములో స్థానిక నామము. కురుంబు నిర్మాణమునకు అవసరమగు సాధన సామగ్రిలో క్రిందివి ముఖ్యములు: 1 పచ్చని ఆకు జొంపములతో సహా తాజాగా నరకి కొని తెచ్చిన కొన్ని చెట్లకొమ్మలు: వీటి ఆకులు నీటిలో మునిగి ఉన్నను వేగముగ క్రుళ్లిపోరాదు; 2. రెల్లుగడ్డి: కోసిన తరువాత తడి పూర్తిగా పోవునంతవరకు ఎండబెట్టి, కుప్పవేసి ఉంచి, వాడినచో నీటిలో ఇది కొన్ని ఏండ్ల వరకు చివికి చెడిపోదు; 3. తుమ్మ ప్రానులు, కొమ్మలు: ఈ ప్రానులతో ఆధార చట్రములను తయారు చేసి, వాటియందు పైన చెప్పిన చెట్ల కొమ్మలను, గడ్డిని ఉంచి చట్రముల కాళ్ళను తుమ్మ కొయ్య చీలలతో నేలకు బిగింతురు; 4. వెదుళ్లు: ఇవి పట్టుకొని నడచుటకు పనికి వచ్చును.

నదిలో నీరు ధారాళముగ పారకుండునంతకాలము కురుంబులు ఉంచుదురు. వరదలు వచ్చుచున్న సమాచారము చూచాయగ అందుచే తడవుగ వెల్లువ నీరు విచ్చలవిడిగా ప్రవహించుటకు వీలుగా ఈ అడ్డుకట్టలను తీసి వేయుదురు. ఈ కురుంబులను ఏటేట నిర్మించుటకు, తదుపరి తొలగించుటకు విస్తార సామగ్రి, ఏటేట వ్యయప్రయాసలు అవసరమగును. అందువలన వాటి స్థానమున నదులలో శాశ్వతమైన అడ్డుకట్టలను నిర్మించుటకు ప్రయత్నములు జరిగినవి. ఆ ప్రయత్నములే ఆనకట్టలుగ పర్యవసించినవి. ఇవి కురుంబులవలె గాక క్రొత్తనీటి ఒత్తిడిని, వరదల ఉద్ధృతిని ప్రతిఘటించి నిలచి, నదీ ప్రవాహపు వివిధ ఘట్టములందును నీటిని తగినంత ఎత్తున నిలువరించి, సాగు బడికి సహాయపడగలవు.

నదికి అడ్డముగ దాని పూర్తి వెడల్పు మేరన నీటికోత ప్రమాదమునకు చెక్కుచెదరని దృఢమయిన పునాదులపై రాతి కట్టడపు పనితో నిలబెట్టబడిన గోడలను ఆనకట్టలు అని వ్యవహరింతురు. ఆనకట్టనే 'వెయిర్' అని కూడ వ్యవహరింతురు. గోడను మొదటనుండి తుదివరకు కేవలము రాతితోనేకాక, ఇటుకను, మలచిన రాయిని జతచేర్చి కూడ నిర్మింపవచ్చును. నీటికోత ఎంత లోతుగా ఉండ వచ్చునని అంచనా వేయబడునో అంతకన్న మరి కొంత లోతుగా

నదీగర్భములోని ఇసుక పొరలలో నూతులు త్రవ్వి, నీటిని బయటకుతోడి, వాటిపై నుండి దృఢమయిన పునాదులు నిర్మించుట పరిపాటి*. నదీగర్భమున ఒకవేళ బండరాయి తగిలినచో దానిపైనే పునాదులు వేయవచ్చును. పైనిర్మాణము-అనగా పునాదులు పోగా ఆనకట్టలో మిగిలిన భాగము కొంతవరకు వట్టిరాయితో కట్టబడును. మిగిలిన భాగము-రాయిపేర్పుడు పనితో గాని, కాంక్రీట్ పోతపనితో గాని నిర్మింపబడును. ప్రవాహజలము ఆనకట్టకు రెండువైపుల నదీ గర్భమును కనుక కోసివేసినచో, ఆనకట్ట గోడ దెబ్బ తినును. ఈ ప్రమాదమును నివారించుటకు ప్రవాహమునకు ఎగువగా కొంత దూరము వరకు, దిగువగ అంతకన్న ఎక్కువ దూరమువరకు నేలపై గరుకురాయి పేర్చి, చదునుచేసి, దిట్టమయిన గచ్చు చేయబడును.

పెద్ద వరదల సమయమున ఆనకట్ట వద్ద అనుమతింపబడు వెల్లువ, ఆ సమయమున ఆనకట్టపై ఒక 300 మి. మీ వెడల్పుమేరపై విడుదల అగు ప్రవాహ పరిమాణము, ఆయకట్టు భూములలోనికి నీటిని అందించుటకు జలాశయమున కావలసిన నీటి మట్టము—ఈ మూడింటిని బట్టి ఆనకట్ట ఎత్తును నిర్ణయింతురు. ఆనకట్ట ఎత్తును విపరీతముగా పెంచుట సదుపాయకరము కాదు. ఏలన, వరదల సమయమున ఆనకట్టచే నిలువరింపబడు వెల్లువ అపరిమితమై, అది పరిసర ప్రాంతములపై పొంగిపడకుండుటకై నదికి రెండు వైపుల వరదగట్లు పెంచవలసి వచ్చును. కాబట్టి గోడ ఎత్తును విపరీతముగ పెంచుట కంటె అదనపు వెల్లువను గోడపై నుండి దిగువకు పారనిచ్చుటయే మంచిది. ఆనకట్ట ఎత్తు అనుమతింపబడిన వెల్లువకు అనుగుణముగ ఉన్నప్పటికి, జలాశయములో నీటిమట్టము అవసరమగునంత ఎత్తుకు పెరుగక పోయినచో, కొన్ని ఆనకట్లపై మట్టితో తాత్కాలికముగ గట్టుపోసి, వాటిని డాముశిలల సహాయమున నిలుపుదురు. ఈ గట్ల మూలమున ఆనకట్ట శీర్షముపై నీటిమట్టము 300-600 మి. మీ. పెరుగును. వరదల సమయమున నీటి ప్రవాహవేగము వలన తాత్కాలికపు గట్లు కొట్టుకొనిపోవును. ఈ పద్ధతిలో జరిగిన కృషి ఫలితముగ ఆనకట్ట శీర్షముపై దింపుడు తలుపులు (ఫాలింగ్ షట్టరు) ఏర్పాటు చేయుట ప్రచారములోనికి వచ్చినది. వరదలు ఆసన్నము కాగానే ఈ తలుపులు స్వయముగా గాని లేదా చేతితో సడలించుట వలన గాని ఆనకట్టపై చదునుగా పడును. ఇటుల ఆనకట్ట ఎత్తును రమారమి 1800 మి. మీ. వరకు కృత్రిమముగ పెంచిన సందర్భములు కలవు (ఉదా: కృష్ణానది పాత ఆనకట్ట, విజయవాడ)' జలాశయములో నీటిమట్టమును ఇంకను పెంచవలెనన్న, దానిని బరాజు సహాయమున సాధింపవచ్చును.

బరాజు: తలుపులు బిగించిన ఆనకట్టను బరాజు అని వ్యవహరింతురు. శీర్షము ఆనకట్ట కన్న తక్కువ మట్టమున ఉండును. ఉదా: ప్రకాశం బరాజు [చూ. పు. 56]. మధ్య మధ్య స్తంభములతో వేరుచేయబడిన కానాల క్రింద దీనిని నిర్మింతురు. పెద్ద వరదల మట్టమున తలుపులను పని చేయించుటకు దానిపై వలసిన వంతెన నిర్మింపబడును. తరుచుగా ఈ నిర్మాణముపై కొంచెము అదనపు ఖర్చుతో రహదారీ వంతెనను చేర్చుట కూడ జరుగును. స్తంభముల మధ్య పారు ప్రవాహము, ఎత్తుటకు, దించుటకు వీలుపడు తలుపులచే నియంత్రింపబడును. రేడియల్, రోలర్, డోలు ఆకృతులలో ఉండు కవాటములలో, భారతదేశమున మొదటి రెండు రకములు వాడుకలో ఉన్నవి.

తలుపులతో కూడిన ఆనకట్టలకు సైతము బరాజుల కన్న నిర్మాణ వ్యయము తక్కువ. అందువలన నదీ ప్రవాహమును తరలింప సంకల్పించిన చోట మొదట ఆనకట్టనే నిర్మింప ప్రయత్నించుట మంచిది. అట్టి ఆనకట్టవలన ఉద్దిష్ట ప్రయోజనములు నెరవేర జాలవని స్పష్టపడిన పిదపనే బరాజును గురించి ఆలోచింపదగును. ఆనకట్ట వలన ప్రవాహమును బరాజులోవలె వేగముగ, ఫలప్రదముగ నియంత్రింపగలుగుట సాధ్యపడదు. పైగా వాటిలో జలాశయపు మట్టము కూడ కొన్ని పరిమితులకు లోబడవలసి ఉండును. పై సదుపాయములకే కాక, ఏటేటా ఒండు చేరి ఆనకట్ట ఎగువలో మెట్ట వెయ్యకుండ, అది నీటితో కాలువలోనికి ప్రవేశింపకుండ అరికట్టు విషయమున కూడ బరాజు చాల కార్యకారి.

ఆనకట్ట, బరాజుల నిర్మాణమునకు శిలామయమగు నదీ గర్భము మిగుల అనుకూలము. ప్రతి నిర్మాణమునకు ముందు అట్టి చోటునకై అన్వేషింపదగును. దీనివలన నిర్మాణవ్యయము కొంత కలసి వచ్చుటయే కాక, నిర్మాణమునకు దిట్టతనము కూడ సమకూరును. అట్టి స్థలము తప్పనిసరి మాత్రము కాదు. పునాదులకన్న ఎంతో ఎక్కువ లోతులవరకు ఇసుక పొతరలు విస్తరించి ఉన్న నదీ గర్భములలో గట్టి పునాదులపై విజయవంతముగ నిర్మింపబడిన ఆనకట్టలు, బరాజులు అనేకములు కలవు. అట్టి పునాదులను భేద్యపు పునాదులు (పెర్మియబుల్ ఫౌండేషన్) అని వ్యవహరింతురు. వాటిపై ఆనకట్టలను, బరాజులను నిర్మించుటకు కావలసిన లెక్కలకు ఇప్పుడు

* ఇందుకు తరలింపు సొరంగముల [చూ] త్రవ్వి, ఆ నదిని సహజ మార్గము నుండి తరలించుట కద్దు.

వాడుకలో ఉన్న స్వతంత్ర చలరాశుల సిద్ధాంత సహాయమున ఉద్ధరణ ప్రేషములు, నిర్గమన అవరోహణములు అను ప్రధానాంశములు రెండు నిర్ణయింపబడును. విద్యుత్ సామ్యపద్ధతిని బట్టి, అంతకు పూర్వపు సదృశ నిర్మాణముల సాఫల్యములను బట్టి ఈ లెక్కలను ఖాయపరుచుదురు. కట్టడపు నమూనాపై ప్రయోగములు చేసి, వాటి ఫలితములపై ఆధారపడి, నిర్మాణస్థలము, నిర్మాణము తీరు, ప్రక్క గట్లు మున్నగు ముఖ్య విషయములపై తుది నిర్ణయము చేయబడును.

ఆనకట్టకు గాని, బరాజుకు గాని దిగువ పేర్కొనబడినవి ప్రధాన అంగములు: 1. దృఢమైన రాతితో ఏర్పడిన నేల, దానిపై కట్టబడిన నిలువు లేదా వాలుగోడ, గోడపై నిలబెట్టబడిన కవాటములు లేదా దింపుడు తలుపులు; 2. ఈ రాతి నేలకు ఎగువన, దిగువన కూడ ప్రవాహ ధాటికి నేల తట్టుకొని, చెక్కు చెదరక ఉండుటకు వీలుగా, రాతితోగాని, కాంక్రీట్‌తో గాని నిర్మింపబడిన చప్టా; 3. నీటి కోతవలన ఏర్పడ గల రంధ్రములను కప్పివేయుటకు ఉద్దేశింపబడి చప్టా పార్శ్వమున ఉండు చిన్న చప్టా. ఆనకట్టలో తూములు కల భాగమున నీటి విడుదల ముమ్మరము అధిక తరముగ ఉండును. అందువలన ఆ భాగమున ఉండు చప్టాలకు రక్షణ ఎక్కువగా కల్పించుట అవసరము.

ఆనకట్టల, బరాజుల నిర్మాణమున ఎదుర్కొనవలసిన రెండు ప్రధాన ప్రతీప శక్తులలో మొదటిది ఉద్ధరణ ప్రేషములు; రెండవది నిర్గమన అవరోహణములు. రాతితో కట్టిన నేలకు దాని పొడవున ఎక్కడి కక్కడ తగిన మందము ఏర్పాటు చేసి, ఉద్ధరణ ప్రేషముల బెడద తప్పించుకొనవచ్చును. ఆనకట్ట నేలకు దిగువన ఉండు పునాది కందకము లోతును తగినంతగ ఏర్పరచిన నిర్గమన అవరోహణల దుష్ఫలితములను నివారింపవచ్చును. ప్రవాహము యొక్క అన్నిదశలలోను 'నీటి గంతు' ఏర్పడుటకు అవకాశము ఉండునట్లుగా ఈ నేల పొడవు, మట్టము నిర్ణయింపబడును. ఈ నీటి గంతు ఏర్పడుటవలన ప్రవాహపు దూకుడు తగ్గి, కట్టడమునకు దిగువన నీటి కోత భయము ఉండదు.

ఆనకట్టకు గాని, బరాజుకు గాని దాని పొడవులో కొంత భాగమునకే శీర్షము (క్రెస్ట్) ఉండును. ఈ శీర్షమునకు అనుకొని కొంత దిగువ మట్టమున కవాట నియంత్రణముతో కూడిన జల పరిగ్రహణ నిర్మాణములు ఉండును.

ఆనకట్టలో ఉండు దిగువ తూములు ఈ క్రింది పనులకై ఉద్దేశింపబడినవి: 1. కాలువ హెడ్ రెగ్యులేటర్‌కు నీరు చేరుటకు నిర్దిష్టమయిన, లోతయిన కాలువను ఏర్పరచుట; 2. హెడ్ రెగ్యులేటర్ ఎదుట జలాశయము సాధ్యమైనంత నిశ్చలముగను, లోతుగను ఉండునట్లు చేసి, కాలువలోనికి ఏటి ఒండు ప్రవేశింపకుండ అరికట్టుట.

పునాదులు, ఆనకట్ట - వీని నిర్మాణ సమయమున పునాది నీటిని తోడుటలో గల కష్టము - ఈ మూడు అంశములు విధించు పరిమితులకు లోబడి తక్కువైన క్రింది మట్టమున తూములను ఉంచవలెను. కాలువ తల తూములకు (హెడ్ స్లూస్) ఎదుట నిశ్చల జలాశయమును సృజించుటకు, ఆనకట్ట తూములకు పార్శ్వమున సాధారణముగ ఒక వేరుపాటు గోడ కూడ ఏర్పాటు చేయుబడును. వరదల సమయమున ప్రధాన కాలువ తలతూములు మూసి వేయుదురు. ఆనకట్ట తూములు మాత్రము పనిచేయును. అందువలన నిశ్చల జలాశయములో నిక్షేపింపబడిన ఏటి ఒండు నదిలోకి కొట్టుకొని పోవును. ప్రధాన కాలువ తూముల ఎదుట ఉన్న నదీభాగము లోతుగా ఉండుటకు ప్రేరణ లభించును. జలాశయములో నీటి మట్టము నదిలో నీరు తక్కువగా పారు మాసములలో ఆనకట్ట శీర్షముతో సమానముగను, సాధారణ పరిస్థితులలో క్రొత్త నీరు వచ్చినప్పుడు దింపుడు తలుపుల పై భాగముతో సమానముగను ఉండును. ఈ రెండు సమయములలోను ఆనకట్టలోని తూములు ప్రవాహపు సగటు విడుదలను పంపుటకు సమర్థములై ఉండును.

జల పరిగ్రహణ మార్గము కాలువలోనికి విడుదల అగు నీటిని నియంత్రించు ప్రధాన తలతూములకు సూటిగా ఆనకట్ట తూములకు కొంచెము ఎగువన ఏర్పాటు చేయబడవలయును. తలతూముల అక్షము బరాజు అక్షమునకు, ఆనకట్ట తూముల అక్షమునకు సమకోణముగనో లేదా దాదాపు 115° గురుకోణముగనో ఉన్నచో కాలువలోనికి నీరు పారుట శ్రేష్ఠముగా జరుగును. కాలువలోనికి చాలా తక్కువ ఏటి ఒండు మాత్రమే ప్రవేశించును. ఋజుమార్గము లభింపక, వక్రనదీ మార్గమున ఆనకట్టను గాని, బరాజును గాని నిర్మింపవలసి వచ్చినచో హెడ్ రెగ్యులేటర్‌ను నది యొక్క నతోదర వంపువద్ద ఏర్పాటు చేయవలెను. రెగ్యులేటర్ యొక్క బహిర్ద్వారము (వెంట్)లు కాలువకు అవసరమగు గరిష్ఠ ప్రవాహమును స్వల్ప వేగముతో విడుదల చేయుటకు చాలునవిగా ఉండవలెను. ప్రధాన కాలువ తూముల అడుగు భాగపు మట్టము ఆనకట్ట తూముల అడుగు భాగమున కన్నను పైగా ఉండును. అందువలన పైన స్వచ్ఛముగా ఉన్న నీరు కాలువలోనికి వచ్చును.

ఏటి ఒండు కాలువలలోనికి ప్రవేశింప కుండ నిరోధించు పనిని మరింత మెరుగుపరచుటకు హెడ్ రెగ్యులేటర్ కు ఎదుట రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీట్ పలకలతో కప్పబడిన దీర్ఘ చతురస్రాకార సొరంగములు నిర్మింప బడును. ఈ సొరంగములు ఆనకట్ట తూమువద్ద అంత మగును. కాంక్రీట్ పలకల ఉపరితలము హెడ్ రెగ్యులేటర్ అడుగు మట్టమునకు దిగువగా ఉండును. ఈ సంవిధానము వలన నదిలోని నీరు రెండు పొరలుగా విభజింపబడును. ఒండుతో కూడిన అడుగు నీటి పొర సొరంగములలోనికి, ఆనకట్ట దిగువ తూములలోనికి పోవును. ప్రధాన కాలువ పైన తేటగా ఉండు నీటిని మాత్రమే తీసికొనును. ఈ సొరంగములు 'కర్దమ విసర్జకములు' అని పిలువబడును.

నదిలోని ఎగువ, దిగువ ప్రవాహముల మధ్య సంబంధము తెగిపోకుండ చూచుటకు ఆనకట్ట వద్ద గాని, బరాజు వద్ద గాని (అవసరమని భావింపబడినపుడు) పడవల రాకపోకలకు లాకులు, [1] చేపల నిచ్చెనలు, [2] కోష్ట మార్గములు ఏర్పాటు చేయబడును.

దింపుడు తలుపులతో కూడిన ఆనకట్టల విషయమున, బరాజుల విషయమున కూడ క్రింది జాగ్రత్తలు తీసికొనుటలో శ్రద్ధ, విచక్షణ అవసరము: 1. ఆనకట్టకు సమానాంతర ప్రవాహమును, అపరిమితమైన ముమ్మరము గాని, నీటి వెల్లువగాని కల ప్రవాహమును నివారించి, నిర్మాణమునకు భద్రత చేకూర్చుట; 2. ఆనకట్ట తూములకు, రెగ్యులేటర్ కు ఎదురుగా జలమార్గములు లోతుగా ఉండుటకై ప్రేరక పరిస్థితులను కల్పించుట; 3. నీటిని తీసికొను కాలువలలోనికి ఏటి ఒండు ప్రవేశింపనీయకుండుట; 4. దీనికి ఎగువ నదీ గర్భమున ఒండు ప్రోగుపడకుండ ఎప్పటి కప్పుడు తగిన నిరోధక చర్యలు తీసికొనుట

ఈ జాగ్రత్తలు అన్నియు సకాలమున విధిగా పాటింప బడునట్లు చూచుటకు తరుచుగా నియంత్రణ నియమములు తయారుచేయబడి అమలు పరుపబడును.

ధవళేశ్వరము వద్ద నిర్మింపబడిన గోదావరి ఆనకట్ట, విజయవాడ వద్ద పూర్వము ఉండిన కృష్ణ ఆనకట్ట, సంగం వద్దనున్న పెన్నా ఆనకట్ట, కటక్ సమీపమున కట్టబడిన మహానది ఆనకట్ట భారత దేశమున నిర్మింపబడిన ప్రముఖ ఆనకట్టలకు దృష్టాంతములు.

కావేరినది మీద గ్రాండ్ ఆనకట్ట, కొల్లడము మీద నున్న దిగువ ఆనకట్ట, ప్రకాశం బరాజు (కృష్ణానది), దామోదర నదిమీద ఉన్న దుర్గాపూర్ బరాజు, ఢిల్లీ సమీపమున వజీరాబాద్ వద్దగల యమునా బరాజు, పంజాబులోని నంగల్ బరాజు భారత దేశములోని ప్రముఖ బరాజులకు ఉదాహరణములు.

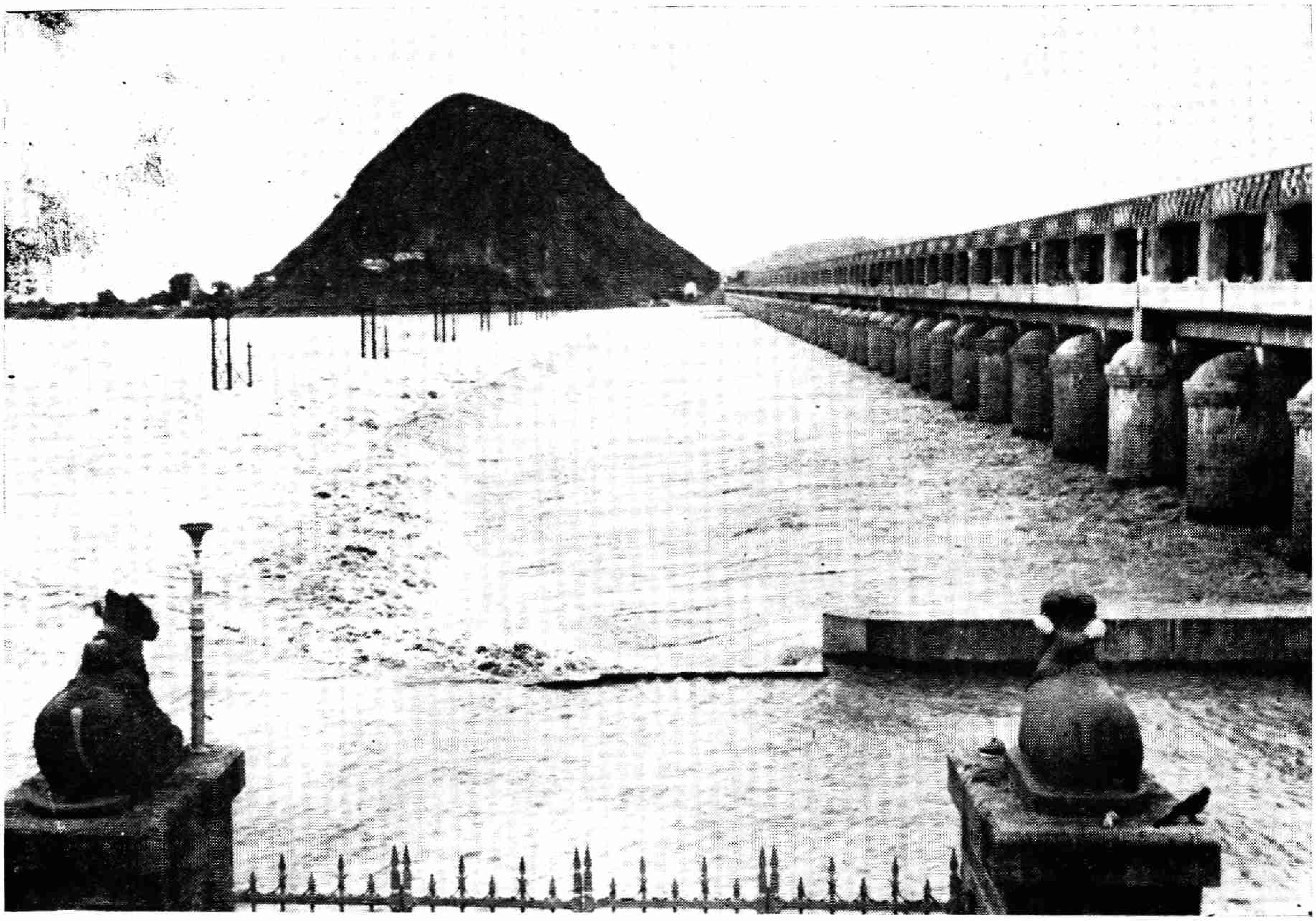
కృష్ణానదికి 1953 లో వచ్చిన విపరీతపు వరదల వలన కృష్ణ ఆనకట్టకు గండ్లుపడినవి. అందువలన దానికి బదులుగా ఆ స్థలమునకు కొంచెము ఎగువన ఒక బరాజు నిర్మింప బడినది. దానికి ప్రకాశం బరాజు అని పేరు. పంటనీటి వనరుల అవసరములు నానాటికి పెరుగుచుండుటచే గోదావరి ఆనకట్ట స్థానమున కూడ ఒక బరాజును నిర్మించుటకు పథకము సిద్ధమయి అమలు నందున్నది (1968). కలకత్తా రేవులో నౌకాయానమును మెరుగు పరచుటకు గంగానదిపై ఫరాకావద్ద 2,245 మీటరులు పొడవు కల భారీ బరాజు నిర్మింపబడుచున్నది. ఎస్. రా.

ఆయిల్ అండ్ నాచురల్ గాస్ కమిషన్ : భారత దేశమున పెట్రోలు గనుల ఆరా తీయుటకు తగిన వ్యవస్థాత్మక పరిశోధనలు కొనసాగించు లక్ష్యముతో జియలాజికల్ సర్వే ఆవ్ ఇండియా [చూ. పు. 150] సంస్థలో మొదట ఒక పెట్రోలు విభాగము 1955 లో ఏర్పరుప బడెను. అది ఆ ఏటనే భారత ప్రభుత్వపు సహజ వనరుల మంత్రిత్వ శాఖలో ఆయిల్ అండ్ నాచురల్ గాస్ డైరెక్టరేట్ గా రూపొందింది. 1956 లో ఆయిల్ అండ్ నాచురల్ గాస్ కమిషన్ (Ongc) గా పునర్వ్యవస్థీకరింపబడెను. దీని కేంద్ర కార్యస్థానము, లేక్ భవనము, న్యూఢిల్లీ. మూడేండ్ల పిదప పార్లమెంటు శాసనము ద్వారా అది ఒక చట్టబద్ధమైన సంస్థ అయినది. దేశములోని పెట్రోలు, నాచురల్ గాస్-వీటి వనరుల గురించి పరిశోధనలు, ప్రణాళికాబద్ధమైన అన్వేషణలు జరుపుట కమిషన్ ప్రధాన కర్తవ్యము. బారసిల్లీ, కాంబే, సిబసాగర్ అనుచోట్ల శిక్షణ కేంద్రములను నడపుచు, ఈ కమిషన్ ఏటేటా 100 మందికి పై విషయములందు తర్ఫీదు ఇచ్చుచున్నది. డెహ్రాడూన్ లో కమిషన్ కు ఒక పరిశోధనాలయము కూడ కలదు. కొన్ని విదేశముల సహాయ సంపత్తులతో ఈ కమిషన్ దేశమున పలుతావుల పెట్రోలుకై అన్వేషణ జరిపినది. తత్ఫలితముగా గుజరాత్ లో అంకాలేశ్వర్, కొయాలీ ప్రాంతములందు; అస్సామ్ లో సిబసాగర్ సమీపమున రుద్రసాగర్ వద్ద పెట్రోలుగనులు ఆవిష్కరింపబడినవి. కోస్తా దూరప్రాంతములలో కూడ పెట్రోలుకై కమిషన్ అన్వేషణ సాగించుచున్నది. అ. వెం.

---

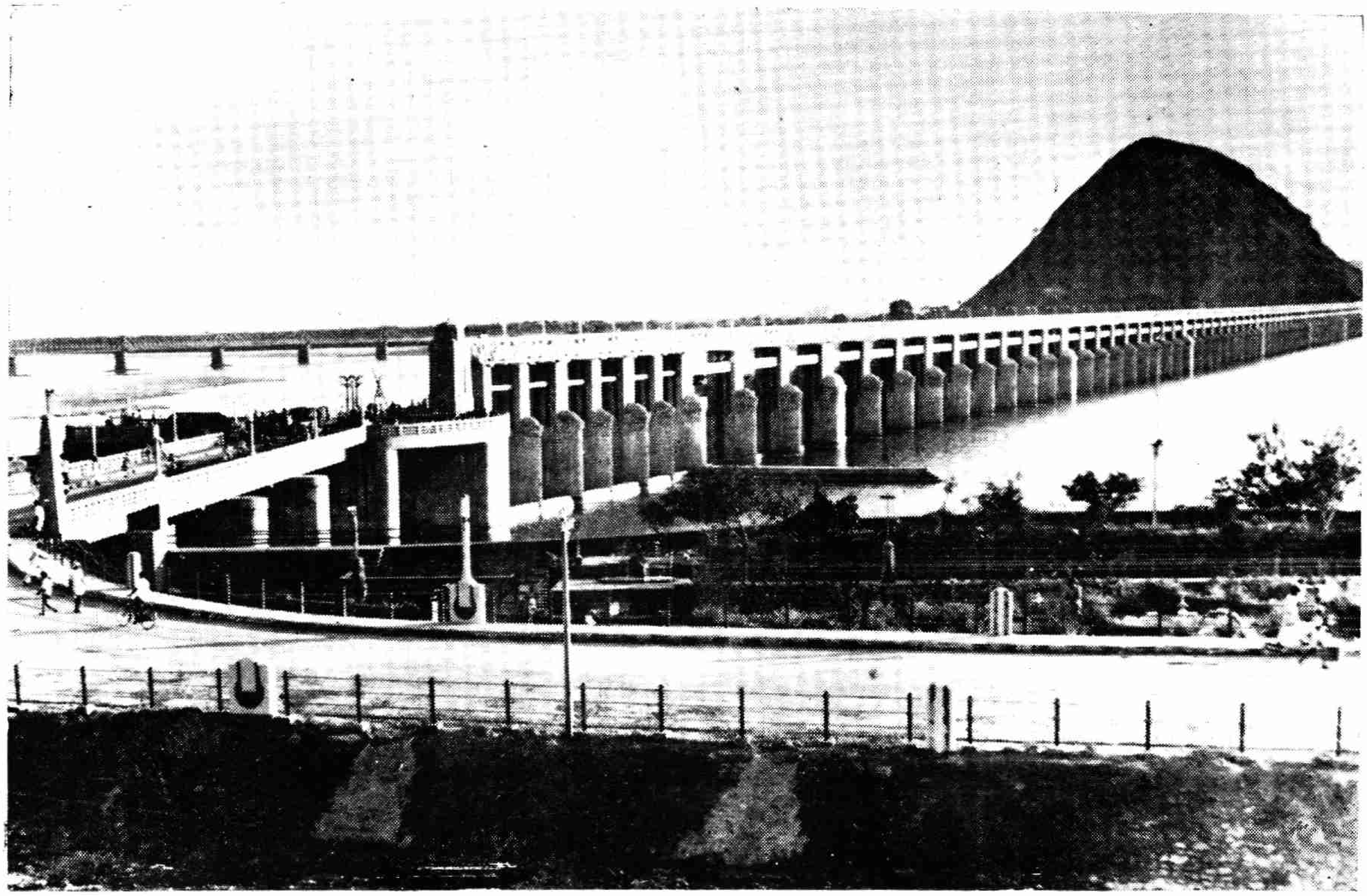
1 చేపల మార్గము, బరాజు ద్వారా చేపలు ఎగువనుండి దిగువకు గాని, దిగువనుండి ఎగువకు గాని సంచరించు మార్గము.

2 బరాజు ద్వారా లేదా ప్రక్కనుండి కొయ్య దుక్కలు కొట్టుకొని పోవు మార్గము.

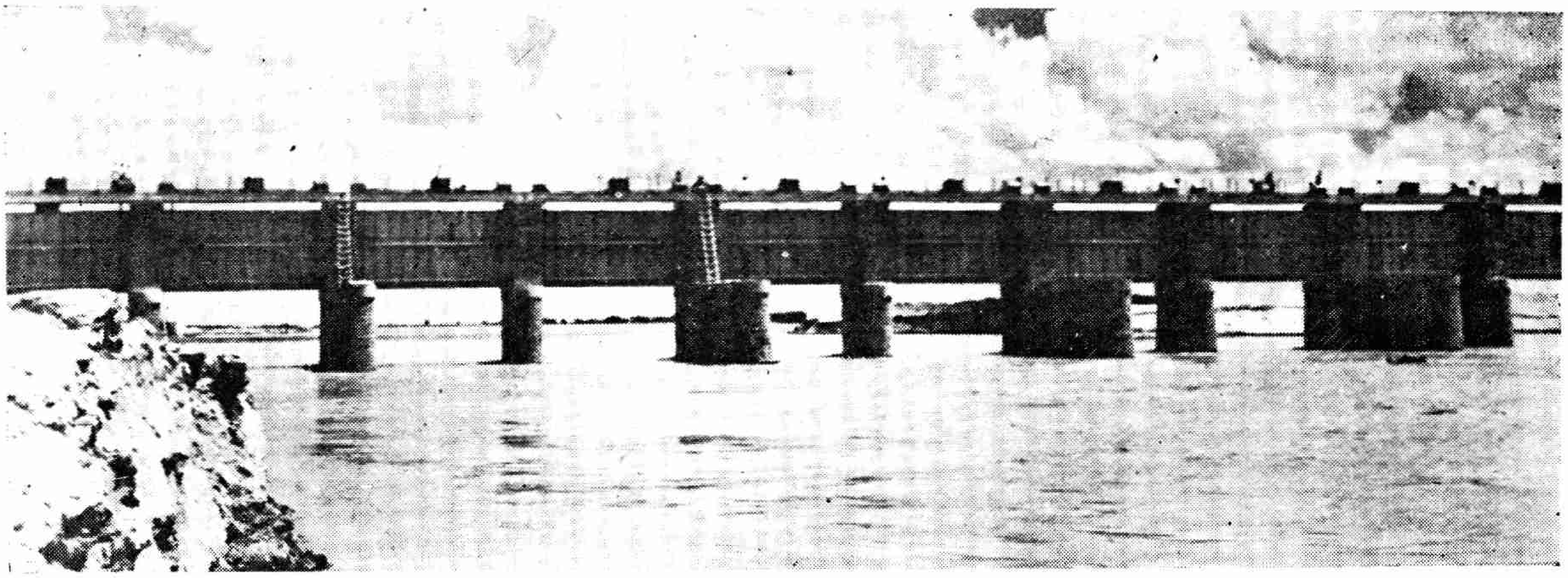


ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో విజయవాడ సమీపమున కృష్ణానదిపై నిర్మించిన (1955) ప్రకాశం బరాజు దిగువ ప్రవాహ దృశ్యము

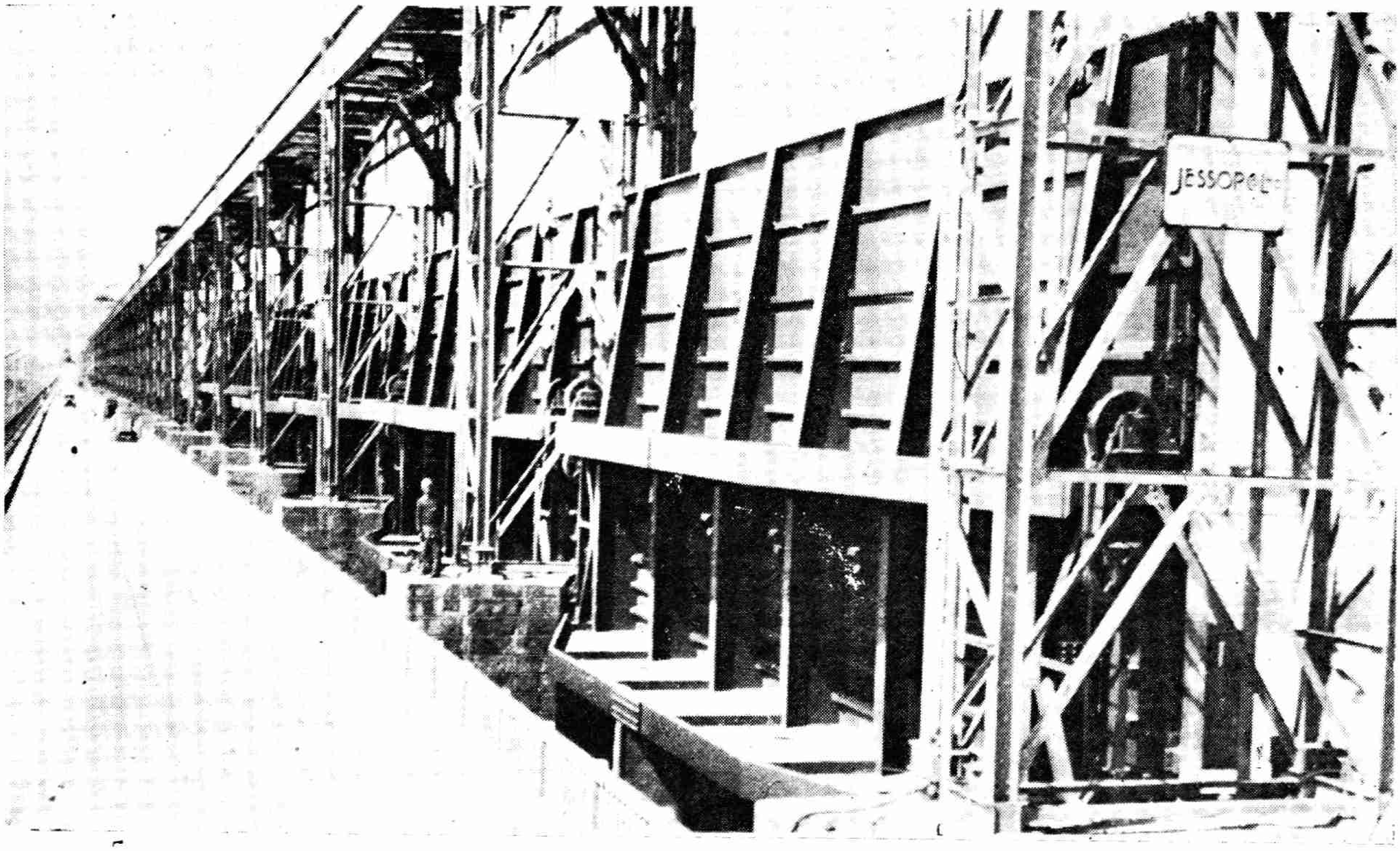
↓ ప్రకాశం బరాజు ఎగువ ప్రవాహ దృశ్యము



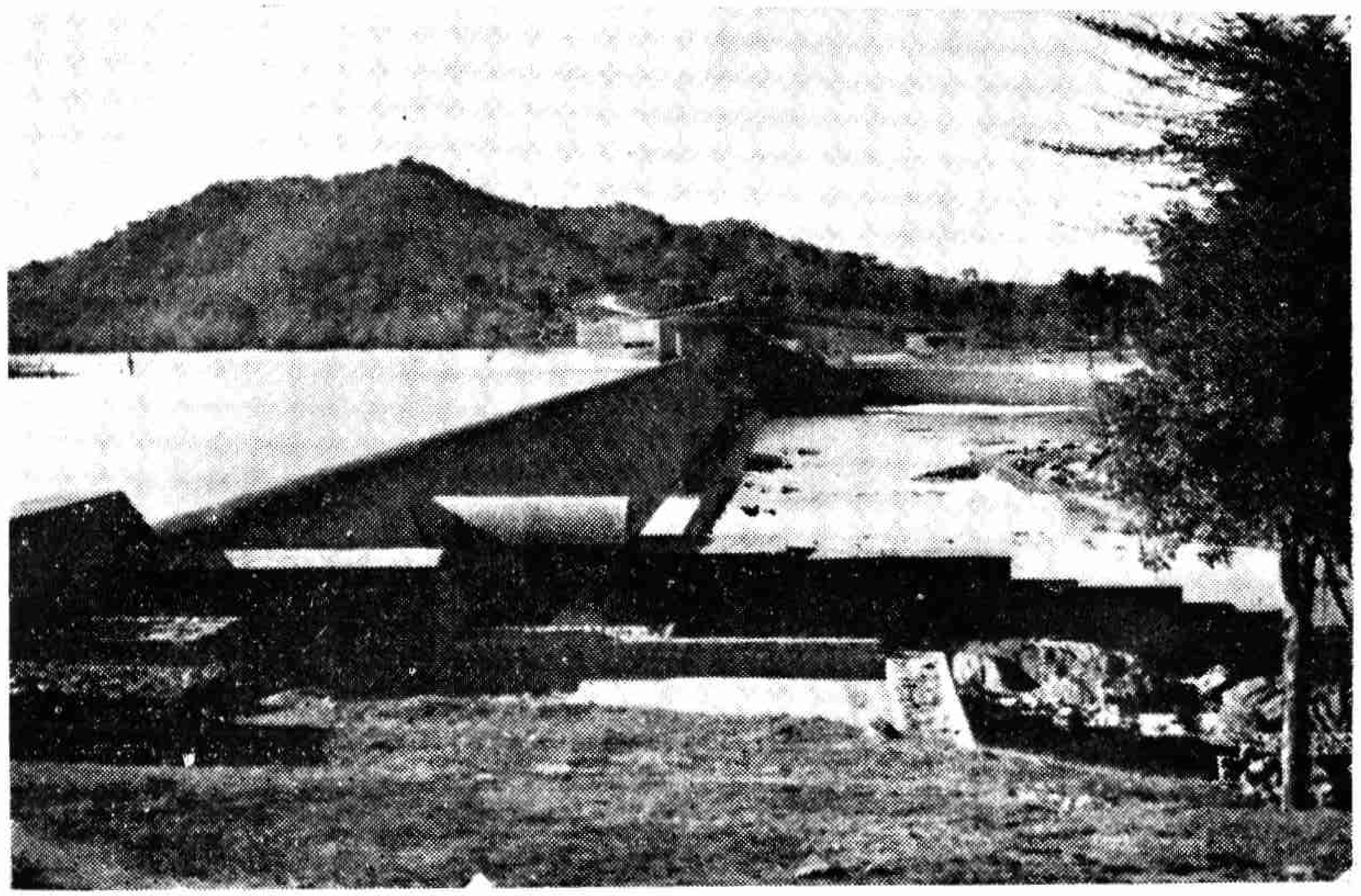
తూర్పు గోదావరి జిల్లా రాజమండ్రి సమీపమున గోదావరినదిపై గత శతాబ్దిలో నిర్మించిన ధవళేశ్వరము ఆనకట్ట (1852)



వజీరాబాదు బరాజు : ఇందు 12 దిగువ తూము తలుపులు (8 మీ × 4 మీ. 17), అలుగు తలుపులు (17 మీ. × 3 మీ.) కలవు. ఈ తలుపులను విద్యుత్తు సహాయమున పని చేయించవచ్చును. అత్యవసర పరిస్థితులలో చేతితో ఎత్తుటకుకూడ ఏర్పాట్లు కలవు.

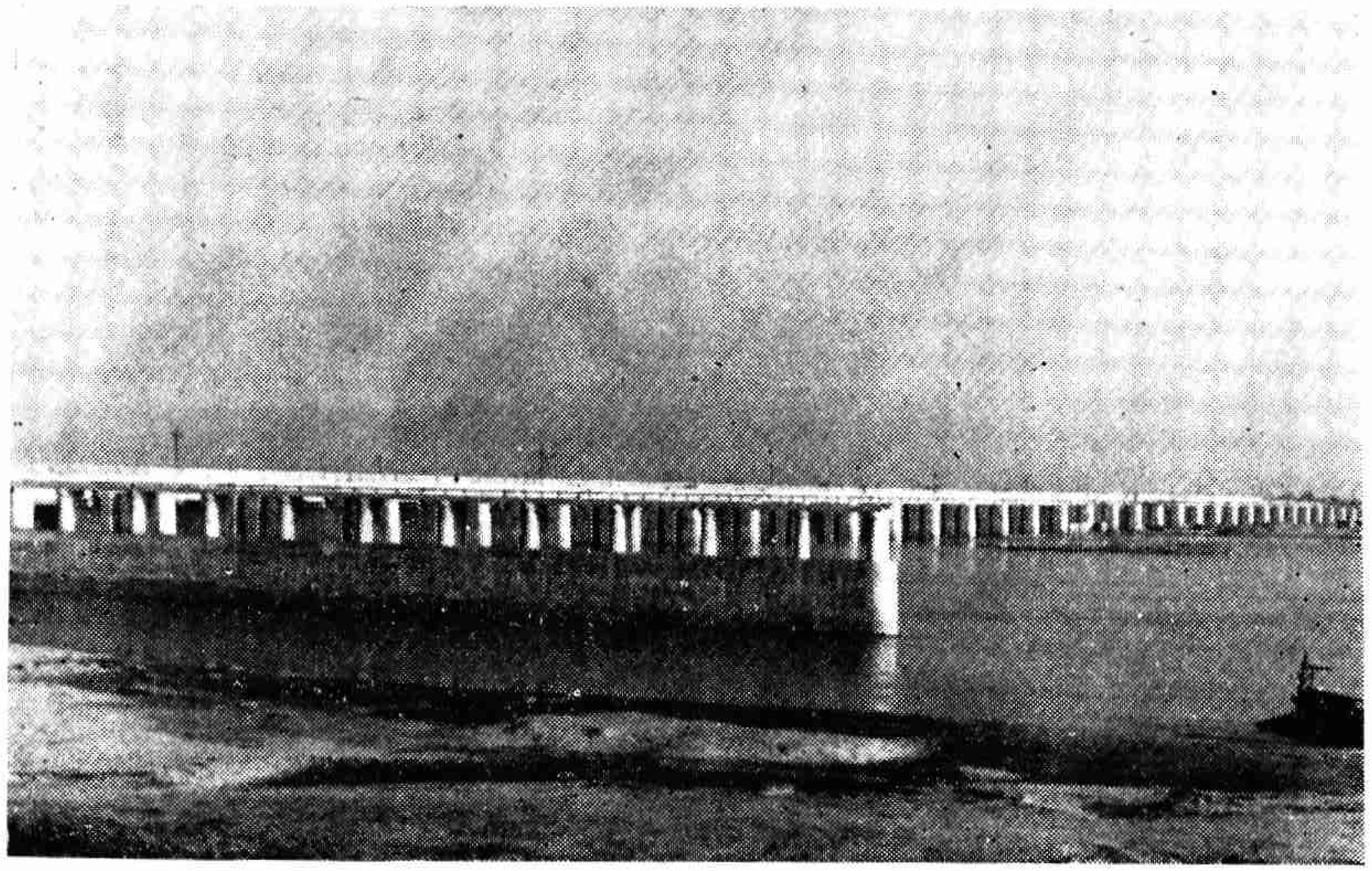


కోసీ బరాజు: ఇందు 10 దిగువ తూము గేట్లు (18 మీ. - 8 మీ.), 46 అలుగు (వెయిర్) గేట్లు 18 మీ. వెడల్పు, 6 మీ. లోతు. ఈ గేట్లు విద్యుత్తు సహాయమున పనిచేయును. వీటిని దూరమునుంచి కూడ నియంత్రించి పనిచేయించవచ్చును.

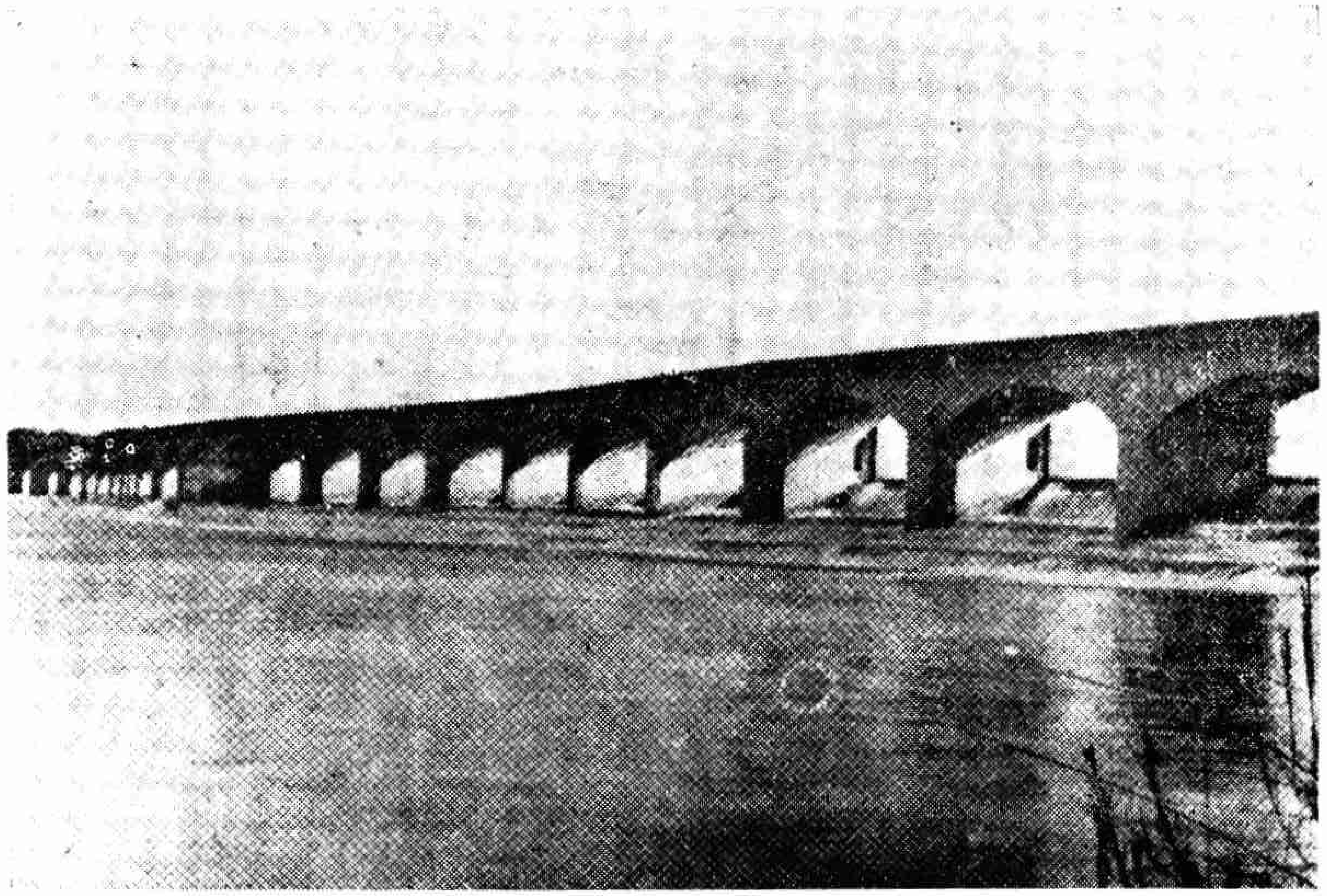


మైసూరులో తుంగనదిపై ఆనకట్ట.

దుర్గాపూర్ బరాజు (దామోదరలోయ) పొడవు : 692·2 మీ. ; ఎత్తు : 11·62 (1955).



సోనే నదిపై కట్టిన బరాజు (బీహారు) పొడవు : 1407 మీ. ; ఎత్తు : 7·59 మీ.



తమిళనాడులో ప్రాచీన కాలమున కావేరీ నదిపై నిర్మించిన గ్రాండ్ ఆనకట్ట.

భారత దేశములోని బరాజులు - కొన్ని వివరములు

బరాజు పేరు	నది	నదియొక్క గరిష్ఠ జలప్రవాహము క్యూసెక్కులు	మీ. లలో బరాజు పొడవు	కవాట మార్గము	తలుపుల ఎత్తు	రోడ్డు	నిర్మాణ సామగ్రి	ఖర్చు	నిర్మాణ కాలము
కృష్ణా బరాజు	కృష్ణా	11.9	1,139 (3,736′)	12 మీ. మధ్య దూరముగల 70 కానాలు	3 7 మీ. (12′)	పొడవు-1,233 మీ. వెడల్పు-7.3 మీ. 1 5 మీ. కాలిబాట ఇరువైపుల.	2 లక్షల ఘ మీ. కాంక్రీటు, రాతి నిర్మాణము	రూ. 284.5 లక్షలు	3½ సంవత్సరములు
నంగల్ బరాజు	సట్లెజ్	2.76	291 (955′)	9 మీ. మధ్య దూరముగల 24 కానలు.	8.5 మీ. + 6 మీ. (రొమ్ము గోడ)	వెడల్పు 6.7 మీ. 1.5 మీ. కాలిబాట ఇరువైపులా. రైలు వంతెనకు సదుపాయము కలదు.	2.32 లక్షల ఘ. మీ. కాంక్రీటు	రూ. 394.64 లక్షలు	5 సంవత్సరములు
హరికి	సట్లెజ్	6 5	635 (2,087′)	18 మీ. మధ్య దూరము గల 22 కానాలు	5.79 మీ.	—	1.9 లక్షల ఘ. మీ. కాంక్రీటు, రాతి నిర్మాణము	రూ 603.34 లక్షలు	3 సంవత్సరములు
మయూరాక్షి బరాజు	మయూరాక్షి	2.9	308	18 మీ. మధ్య దూరము గల 7 కానలు.	4.1 రెగ్యులేటరుకు, 5 మీ. దిగువ తూములకు	—	—	—	3 సంవత్సరములు
కోటా బరాజు	చంబల్	—	600	12 మీ. మధ్య దూరముగల 19 కానాలు	12 మీ	—	0 66 లక్షల ఘ. మీ. కాంక్రీటు, 0.76 లక్షల ఘ. మీ. రాతి నిర్మాణము	రూ. 307 లక్షలు	—

Blank Page

ఆర్క్‌రైట్, రిచర్డ్ (1732-1792): ఆంగ్ల దేశీయుడు; తొలిసారిగ నూలు మిల్లులను నిర్మించి, ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థకు పునాదులు వేసిన వాడు; నూలు వడుకుట ప్రధాన పరిశ్రమగా కల లంకాషేర్‌లోని ప్రిస్టన్ నగరమున జన్మించెను. మొట్టమొదట ఇతడు మంగలి వృత్తిని చేపట్టెను; మానవుల జుత్తునకు రహస్య పద్ధతిని రంగులు వేసి, విగ్గులు చేయువారికి అమ్మి కొంత ధనము ఆర్జించెను.

ఇతనికి ముందు జేమ్స్ హార్‌గ్రీవ్ తయారు చేసిన ఛారీ రాట్నమునుండి తీయబడిన నూలు ముతుకగ, పురి తక్కువ కలదిగ ఉండి, బట్టలు నేయుటకు పేకగ మాత్రమే పనికివచ్చుచుండెను; పడుగుగ ఉన్ని దారమును వాడుటచే ఆ నాడు నూలు వస్త్రముల ధర ఎక్కువగా ఉండెడిది. సన్నముగను, గట్టిగను ఉండి, పడుగుగా ఉపయోగపడు నూలును తయారుచేయుటకు 1767 లో ఆర్క్‌రైట్ ఒక నూలు యంత్రమును నిర్మించెను. ఈ యంత్రమువలన తమ వృత్తులు పోవునని అచ్చటి నేత పనివాండ్రు భయపడగా, ఇతడు నాటింగ్‌హామ్‌కుపోయి, స్ట్రట్ అను వాని సహాయముతో నూలు వడకు కర్మాగారమును స్థాపించి, వస్త్రములను పూర్తిగా ప్రత్తితోనే ఉత్పత్తి చేయసాగెను. దూదిని శుభ్రపరచుటకు, ఏకులు తయారు చేయుటకు, నూలు వడుకుటకు ఇతడు యంత్రములను నిర్మించెను. 1790లో ఇతడు తన సొంత కర్మాగారమును నెలకొల్పి అందలి యంత్రములను ఆవిరి యంత్ర సహాయమున నడపించెను. ఈ యంత్ర నిర్మాణమునకు తోడు వ్యాపార కౌశలమును కూడ ప్రదర్శించి, అతడు అపార ధనమును గడించెను. ఆంగ్ల ప్రభుత్వము ఇతనిని 'సర్' బిరుద ప్రదానముచే సత్కరించెను. ఇతడు 50 ఏండ్లప్రాయమున చదువుట, వ్రాయుట అభ్యసించెను. చూ. పు. అ. వెం.

ఆర్చీలు, గోపురములు: చూ. నిర్మాణములు.

ఆర్థిక భూ శాస్త్రము: ప్రస్తుత శతాబ్దమున ఖనిజములు విశేష ప్రాధాన్యమును ఆర్జించినవి. పరిశ్రమలలో వాటి గిరాకీ నానాటికి పెరుగుచున్నది. పడమటి యూరప్‌న సుమారు 200 ఏండ్ల క్రితము ప్రారంభమైన పారిశ్రామిక విప్లవమునకు ఖనిజములను, ధాతువులను వివిధ ప్రయోజనములకు వినియోగించుచే మూల ప్రాతిపదిక అయ్యెను. ఆ విప్లవమునకు పూర్వము చాల కొద్ది ఖనిజములు, ధాతువులు మాత్రమే ఉపయోగింపబడుచుండెడివి. అప్పటినుండి ఆ ఖనిజములే కాక, అసంఖ్యాక నూతన ఖనిజములు కూడ నిరంతరము పెరుగుచున్న రాశులలో ఉపయోగములోనికి తేబడినవి. ఉదా: కడచిన 150 ఏండ్లలో పోత ఇనుము ఉత్పత్తి, ఉక్కు ఉత్పత్తి సుమారు నూరు రెట్లు పెరిగినది; నూరేండ్ల క్రిందట చెప్పుకొనదగినంతగా లేని పెట్రోల్ వాడకము నేడు సాలీనా 75 కోట్ల టన్నులకు మించినది. కడచిన 40 ఏండ్లలో మానవుడు ఉపయోగించిన ఖనిజముల, ధాతువుల మొత్తము అంతకు పూర్వము అతడు యుగయుగాల తరబడి ఉపయోగించిన మొత్తముకంటె ఎక్కువ అని సాధికారకముగ చెప్పబడినది.

నూతన ఖనిజ నిక్షేపముల ఆవిష్కరణకు, నేడు ఉపలబ్ధములు అగుచున్న నిక్షేపముల ఇతోధికతర వినియోగమునకు ఖనిజ నిక్షేపముల సమగ్ర అనుశీలనము అత్యంతావశ్యకము. భూ శాస్త్రమునకు చెందిన ఈ శాఖకే 'ఆర్థిక భూ శాస్త్రము' అని పేరు.

ఆర్థిక భూ శాస్త్ర పరిధి: ఖనిజములు దొరకుచోటులు, వాటి వినియోగముల ప్రాయోగిక అనుశీలనములు ఆర్థిక భూ శాస్త్రమున అనుశీలన విషయములు. ఈ అనుశీలనములకు భూ, ఖనిజ శాస్త్రముల సాధారణ సూత్రముల విశేష పరిచయము అత్యావశ్యకము. ఖనిజముల సంభవము, భూ పృష్ఠమునందు వాటి వ్యాప్తి, వాటి నిర్మాణ క్రమము, వాటి రాసాయనిక సంఘట్టనము, ఆశ్రయ శిలలతో వాటికి గల సంబంధము, వాటిని సాధించు రీతులు, శుభ్రపరచు విధానములు మొదలగు అనేక విషయములకు చెందిన సమస్యల పరిష్కారము ఈ శాస్త్రము యొక్క నిర్వాహము. ఇందు ధాతు, అధాతు ఖనిజములు; నేలలు; అంతస్తల, ఉపరితల జలములు; పునాదులు; గనుల త్రవ్వకపు పద్ధతులు వంటి ఉపశాఖలు కలవు.

భూ పృష్ఠ ఘటక ద్రవ్యములు: ప్రకృతిలో కనిపించు మూలద్రవ్యములు 92. వాటిలో ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్, సిలికన్, అల్యూమినియము, ఇనుము, కాల్సియమ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్, టైటానియమ్, భాస్వరము, కార్బన్, మాంగనీస్ అను 13 మాత్రమే భూ పృష్ఠములోని ప్రధాన ఘటకములై, దాని మొత్తము బరువులో 99·5% మేరకు ఉన్నవి. తక్కినవి 0·5% మాత్రమే. ఈ విరళ మూలద్రవ్యములలో బంగారము, వెండి, రాగి, సీసము, జింకు, తగరము, నికెల్, కోబాల్ట్, టంగ్‌స్టన్, గంధకము ముఖ్యములు. ఇవి అన్నియు భూ పృష్ఠమున ఏకరీతిని విభక్తములై ఉన్నచో వాటి సాధన మనకు అలవి కానిదై ఉండెడిది. కాని, ప్రకృతి వాటిని అక్కడక్కడ యౌగికముల రూపమున ప్రోగులు ప్రోగులుగా చేర్చి, మనకు సుసాధ్యములు అగునట్లు చేసినది.

ఆర్థిక ఖనిజములు: ప్రకృతిలో వందలకొలది ఖనిజ జాతులు ఉన్నను వాటిలో ఆర్థికముగ లాభదాయకములగునవి 200లకు తక్కువ. సాధారణముగ ఒక్కొక్క ఖని

జమునుండి ఒకటి రెండు మూలద్రవ్యములను సాధించ వచ్చును. అయితే, అంతకు ఎక్కువ మూలద్రవ్యములను కూడ సాధింప ఉపయుక్తములగు ఖనిజములు లేక పోలేదు. కొన్ని మూలద్రవ్యములను అనేక విభిన్న ఖనిజములనుండి సాధింపవచ్చును. పెక్కు ఖనిజములు సల్ఫైడ్‌లు, ఆక్సైడ్‌లు, కార్బొనేట్‌లు, సిలికేట్‌లు మొదలగు సరళ రచన కలవి; మిగిలినవి క్లిష్ట రచన కల యౌగికములు. బంగారము, వెండి, ప్లాటినమ్ (తరుచుగా ఆస్మియమ్, ఇరిడియమ్‌లతో మిశ్రితమైనవి) వంటివి పరిశుద్ధ ధాతువులుగ చాల అరుదుగ దొరకును.

మలిన ద్రవ్యములు : ఖనిజ నిక్షేపములు అన్నిటిలోను మలిన ద్రవ్యములుగ పరిగణింపబడు కొన్ని ఖనిజములు తప్పనిసరిగ చేరి ఉండును. ఈ మలినద్రవ్యములలో కొన్నిటిని ఉపోత్పన్నములుగ వినియోగించుకొనవచ్చును. ముందు రోజులలో ఖనిజ నిక్షేపముల నుండి ప్రధానములైన వాటిని కొన్నిటిని మాత్రమే గ్రహించి, మిగిలిన వాటిని విసర్జించుచుండిరి. కాని, ప్రస్తుతము అనేక మిశ్రమ ఖనిజములనుండి ఘటకములు దాదాపు అన్నియు సాధింపబడి, వినియోగమునకు తేబడుచున్నవి. అనేక దేశములలో ప్రధాన ధాతువులతోపాటు సాధింపబడిన అనేకములైన అప్రధాన ఉపోత్పన్నముల వలన ఖనిజ పరిశ్రమ ఆర్థికముగ విశేష లాభదాయకము కాగలుగుచున్నది. ఉపోత్పన్నముల వినియోగము వలన ప్రధాన ద్రవ్యము యొక్క ఉత్పత్తి వ్యయము కూడ తగ్గును.

ఖనిజ తరగతి (గుణము) : ఒక ఖనిజము పరిశ్రమలో ఉపయోగింపబడుటకు ముందు దాని తరగతిని నిర్ణయించుట చాల ప్రధాన విషయము. ఈ నిర్ణయము అనేకాంశములపై ఆధారపడి ఉండును. అందు ముఖ్యతమమైనది ఆ ఖనిజములో ఉన్న ప్రధాన ఘటకము యొక్క ఆర్థిక విలువ (విపణి మూల్యము). ఈ విలువ తరచు స్థానికముగ మారవచ్చును. సాధింపవలసిన మూలద్రవ్యమునకు ఆశ్రయముగ ఖనిజములో ఉన్న రాసాయనిక యౌగికము యొక్క స్వభావము రెండవ ప్రధానాంశము. ఉదా : మాగ్నటైట్ ఖనిజములో హేమటైట్‌లో కన్న ఇనుముపాలు ఎక్కువ. అయినను ఇనుము సాధనయందు రెండవదిగ స్వీకరింపబడుట కద్దు. ఈ రెండిటిని కూడ కాదని కార్బొనేట్ ఖనిజము ఎంచుకొనబడును. ఏలన, అది పై రెండిటి కన్న ఎక్కువ వేగముగ కరగ గలదు. ఖనిజములో చేరి ఉన్న మలిన ద్రవ్యములు తరుచుగా దాని విలువను తగ్గించును లేదా ఒకప్పుడు హెచ్చించును. ఇనుమును ఆర్సెనిక్ చెరచును. అందువలన ఆర్సెనిక్ యౌగికములు మలిన ద్రవ్యములుగ చేరి ఉన్న ఇనుప ఖనిజమునకు వెల తక్కువ; లేని దానికి వెల ఎక్కువ. ఒకప్పుడు మలిన ద్రవ్యములలోని ఘటకముల సాధన ప్రధాన ఖనిజ ద్రవ్యసాధన కంటె ఎక్కువ లాభదాయకము కావచ్చును. ఉదా: విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమున రాగిని వేరుపరచు ప్రక్రియలో ధన ధ్రువము వద్ద మడ్డివలె చేరిన ద్రవ్యము నుండి బంగారము సేకరింపబడును. ఇది అసలు రాగి సాధనకు పట్టు వ్యయమును గణనీయముగ తగ్గించును. ఒక పెద్ద ఖనిజ నిక్షేపములో దొరకు ఖనిజముల శ్రేణిలో కొన్ని తేడాలు ఉండవచ్చును. ఈ వివిధ తరగతులను విడివిడిగా వినియోగింపవలెను. అల్పశ్రేణి ఖనిజ నిక్షేపములు తప్పని సరిగ విసర్జనీయములు కావు. నవీనశ్రేణి ప్రవృద్ధిదాయక పద్ధతుల మూలమున అవి కూడ లాభకరముగ సాధింపబడ వచ్చును.

ఖనిజ నిక్షేపముల ఉత్పత్తి రీతులు : ఇందు వర్తమాన శతాబ్దమందే అవిరళ కృషి జరిగినది; జరుగుచున్నది. భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్ర విజ్ఞానము విశేషముగ పురోగమించువరకు ఈ ప్రయత్నము ఆగవలసి వచ్చినది. ఏలన, ఖనిజ నిక్షేపములలోని వివిధ ద్రవ్యముల ధర్మములను పరిశీలించుటకు ఆ విజ్ఞానము అత్యావశ్యక మయ్యెను. ఉత్పత్తిరీతులలో ప్రధానములైనవి మాత్రమే ఇచట సంగ్రహముగ వివరింపబడును.

మాగ్మా స్ఫటికీకరణము : అనగా కరగిన శిలలనుండి ఖనిజములు స్ఫటికములుగ వేరుపడుట. కరగిన సిలికేట్‌లు, సల్ఫైడ్‌లు, ఆక్సైడ్‌లు మొదలగు యౌగికముల మిశ్రమమే మాగ్మా. అందుండి భౌతిక, రాసాయనిక ప్రకృతి నియమములను అనుసరించి నికెల్ మున్నగు మూలద్రవ్యముల సల్ఫైడ్‌లు; క్రోమైట్; ఇల్మెనైట్, టైటానియమ్‌తో కలసియున్న మాగ్నటైట్ మొదలైన ఉపయుక్త ఖనిజములు స్ఫటికములుగ వేరుపడును. ఈ వేరైన ఖనిజము మాగ్మాలో ఉపరితలమున చిన్న చిన్న నాడులవలె కాని, కటకముల వలె కాని లేదా చారలవలె కాని బయటపడును.

సంపర్క పరివర్తిత నిక్షేపములు : అగ్ని శిలల, వాటిని అంటిపెట్టికొని ఉన్న ఇతర సాధారణ శిలల మధ్య కొన్ని ముఖ్యములైన ఖనిజములు నిక్షిప్తములై ఉండును. అయితే, ఈ సంఘటన చాల అరుదు.

స్థానాంతరిత నిక్షేపములు : నిక్షేపములకెల్ల ఇది మిక్కిలి ప్రధానమైన తరగతి. స్థాన వినిమయము సాధారణ శిలపై పనిచేయు ద్రావణముల లేదా వాయువుల మాధ్యమమున జరుగును. ఇట్టి స్థానచ్యుతి సున్నపురాయి, డోలమైట్ శిలలలో నిక్షేపములు ఏర్పడుటకు అనుకూలించును.

కటకములు, రేఖలు, చారలు : ఈ మాటలు నిక్షేపముల ఆకారములను తెలియజేయును. చారలు సాధారణముగ చాల సన్నగ ఉండును. రేఖలు అంతకన్న వెడల్పుగ ఉండును. వ్యక్తాకారములేని నిక్షేపములు సంచులవలె ఉండును. శిలల పగుళ్ళలో రెండు గోడల మధ్యనుండి ప్రసరించిన ఖనిజ ద్రావణము నుండి వేరుపడిన స్ఫటికములు పగులును నింపును. ఇట్టి నిక్షేపమునకు 'పగులు నింపు' అని పేరు. శిలల విరూపణ తలములు ఒత్తుగా గల చోట్ల, బీటలు గల చోట్ల ఏర్పడు ఖనిజ నిక్షేపమునకు 'స్టాక్ వర్క్' అని పేరు. ఆగిట్, ఛాల్సిడోనీ (ఇవి సిలికా విభిన్న రూపములు), జియొలైట్‌లు (సిలికేట్‌లు) వంటి ఖనిజములు చారలలో ఉండు రంధ్రములలో దొరకును.

విస్తృత నిక్షేపములు : ఇవి కూడ స్థాన విచ్యుతి వలన ఏర్పడిన నిక్షేపముల జాతికి చెందినవియే. ఇవి చాల విరళముగను, ఏక జాతీయముగను శిలలలో విభక్తమై ఉండును. చాల విలీనమైన ఖనిజద్రావణము సాధారణ శిలాంతరముల వ్యాపించి, శిలాబిలములందు కాని, శిలలయందున్న ఇంకొక ద్రవ్యము స్థాన విచ్యుతిని చెందినచోటున గాని ఇట్టి నిక్షేపములు ఏర్పడవచ్చును. వీటికి దృష్టాంతములు పశ్చిమ యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని పోర్ఫైరీ రాగి ఖనిజములు.

పంక నిక్షేపములు: సముద్రమునందు, సరస్సులందు, వరద భూములలోను బురద నీటిలోని మడ్డి క్రిందికి దిగి పొరలు పొరలుగ ఏర్పడుట వలన కూడ ఉపయోగ్యములైన ఖనిజ నిక్షేపములు ఉద్భవించును. నేలబొగ్గు, ఇనుప ఖనిజము, మాంగనీస్ ఖనిజము, సున్నపురాయి, డోలమైట్, ఫాస్ఫేట్‌లు, చాల అరుదుగా రాగి ఖనిజము, పైరిటీస్ ఇటుల ఏర్పడినవే.

నీరు ఇగురుటవలన పుట్టిన నిక్షేపములు : సముద్రము నుండి కొంతనీరు వేరైగ గర్తములుగ ఏర్పడి, నీరు సూర్యుని వేడిమికి ఆవిరిగ మారుటచే లవణ ద్రావణమునుండి అవక్షిప్తములైన లవణములు నిక్షేపములు అగును. ఇట్టివే జర్మనీలోని స్టాస్‌ఫర్ట్ నిక్షేపములు. ఇందు జిప్సమ్, సోడియమ్ క్లోరైడ్, సోడియమ్ సల్ఫేట్, మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్, మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ వేరు వేరు పొరలలో స్ఫటికములుగ వేరై నిక్షేపములుగ ఏర్పడినవి.

అవశేష నిక్షేపములు : బండశిలలు వాతావరణ ప్రభావముచే పిండియై అందుండు ఖనిజములు విడివడి ఒక చోట ప్రోగౌట జరుగును. అనేక రకముల మృత్తులవలె ఈ ప్రోగులు ఏర్పడినచోటనే నిలిచిపోవచ్చును. టాటరైట్ (ఒక రకమైన ఎఱ్ఱమన్ను) ఇటుల ఏర్పడినదే. ఇది ఉష్ణ మండలములలో విరివిగ లభించును. పశ్చిమ, మధ్యభారత భూభాగములలో దక్కన్ ట్రాప్ (మెట్లు మెట్లుగ ఏర్పడిన నల్లని ప్లూటానిక్ శిలా సమూహము)లలో, తూర్పు-పడమటి కనుమలలో కొన్ని శిలల మీద ఇది ఎక్కువగ దొరకును.

ఆక్సీభవనము, ఖనిజ నిక్షేపముల సాంద్రీభవనము : ఉపరితలములు కల నిక్షేపములు భూ బహిరావరణ ప్రభావములకు లోనై, రాసాయనికముగ మార్పుచెంది ఆక్సైడ్‌లు, సల్ఫేట్‌లు, సెకండరీ సల్ఫైడ్‌లు నిక్షేపించబడును. వీటి యందు తొలివాటిలో కన్న ఖనిజ సంపద ఎక్కువ.

ఖనిజ నిక్షేపముల ఉపరితల సూచనలు : ఉపరితలమున గోచరించు కొన్ని విశిష్ట భౌతిక లక్షణములు, ఖనిజముల ప్రత్యేక వర్ణములు లేదా కొన్ని ప్రత్యేక రకపు మొక్కలు ఒక్కొక్కపుడు క్రిందనున్న ఖనిజముల ఉనికిని, ప్రత్యేకతను సూచించును. ఆకుపచ్చ, ఊదారంగులు నికెల్, కోబాల్ట్ ఖనిజములను తెలియజేయును. కొన్ని మొక్కలు వాటికి ప్రత్యేకముగ పోషక పదార్థములుగ ఉపయోగపడు ఖనిజముల ఉనికిని కూడ సూచించును.

భూ పృష్ఠ రచనచే ఖనిజ నిక్షేప నియంత్రణము : తాప క్రమము, ప్రేషము, సాంద్రత – వీటి ప్రభావముచే సహజముగ నిర్ణీతమైన మండలములలో ఖనిజములు నిక్షేపింపబడుటకు ఉన్ముఖతను చూపునని ఇటీవల తెలియవచ్చినది. ఆగ్నేయ ప్రభవస్థానమునకు దగ్గరగ ఉన్న నిక్షేపములు ఉన్నత ద్రవాంకములు, తక్కువ ద్రావ్యత కలవిగ ఉండును.

ఖనిజ సంపద, దాని వ్యాప్తి : ఆధునిక పరిశ్రమలకు, నాగరకతకు మూలాధారములైన అన్ని ఖనిజములలోను ఏ దేశమునకు స్వయం సమృద్ధిలేదు. ప్రతి దేశము కొన్నిటిని అవి అదనముగా గల ఇతర దేశములనుండి దిగుమతి చేసికొనక తప్పదు.

ఖనిజ సంపద, దాని సంరక్షణ : ప్రపంచమున ఖనిజముల అనియత, యాదృచ్ఛిక వ్యాప్తి; అనుదినము పెరుగుచున్న వాటి అపరిమిత వ్యయము – ఈ రెండు భూతార్థములు కలిసి నేడున్న ఖనిజ సంపదను కాపాడుకొనవలసిన అగత్యమును నిరూపించుచున్నవి. అనగా ఖనిజ నిక్షేపములలో వీలైనంత ఎక్కువ భాగమును వినియోగించి కొని గరిష్ఠ ప్రయోజనము పొందుట; సర్వత్ర వాటి దుర్వ్యయమును నివారించుట అవశ్య కర్తవ్యము. వీలైన చోట్ల అమూల్యములైన ఖనిజములకు బదులుగ విరివిగ దొరకు ప్రత్యామ్నాయద్రవ్యములను వాడుట కూడ అవసరము. ఖనిజ సంపదకు సంబంధించిన పెక్కు సమస్యలు త్రవ్వకపు పద్ధతులు, ఉపయుక్త ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి వంటి

ఉన్నత సాంకేతిక విషయములు. క్రొత్త ఖనిజ నిక్షేపములు ఎంత వేగముగా కనుగొనబడుచున్నవో అంతకంటె ఎక్కువ వేగముగ ఇప్పటి నిల్వలు తరగిపోవుచున్నవి. కాబట్టి, ఉన్న సంపదను అత్యున్నత ప్రయోజనములకు వినియోగింప శ్రద్ధ వహింపవలెనని నొక్కి చెప్ప పనిలేదు.

ఆధునిక పురోగతికి ఆధారభూతములైన ఖనిజములలో కొన్ని యుద్ధతంత్రమునకు ఆవశ్యకములని చెప్పబడుచున్నవి. అనగా అవి రక్షణ పరిశ్రమలకు కేటాయింపబడదగినవని అర్థము. కాని, ప్రస్తుతము శాంతి సమయ పరిశ్రమలకు, యుద్ధసమయ పరిశ్రమలకు మధ్య గల విభేదము అత్యల్పము. కాన, పై విభజనము అర్థరహితమైనది. ఉదా: ఆటంబాంబుల నిర్మాణమునకు అవసరమగు యురేనియమ్ ఖనిజము యుద్ధోపయోగ్య ఖనిజము అని భావింపబడినది. కాని, దాని నుండి శాంతి సమయావసర వస్తువులు కూడ నేడు తయారగుచుండుటవలన, ఇప్పుడు దానిని కేవల యుద్ధోపయోగ్యము అన వీలుపడదు. ఇంతేకాక, ఏ దేశమునకు ఖనిజ సంపదయందు స్వయంసమృద్ధి లేదు గనుక దేశముల మధ్య కొంత ఖనిజ వినిమయము అనివార్యము అగుచున్నది. స్వార్థపరత్వము, జాతీయ దురభిమానము ఖనిజముల స్వేచ్ఛా వినిమయమునకు అడ్డంకులు కలిగించినచో, అది ఘర్షణకు దారి తీసి, ప్రపంచ శాంతికి భంగకారిగా పర్యవసించును. కాబట్టి, శాంతి సుస్థిరత్వమునకు అన్ని దేశములకు ఖనిజ సంపద, ఇతర ముడిసరకులు న్యాయమైన నిష్పత్తిలో పంపిణీ అగుట అత్యావశ్యకము.

కృష్ణన్.

ఆర్ద్రీకరణము - వాతానుకూలనము : ఒక పౌను* పొడి గాలితో కలిసి ఉండు నీటి ఆవిరి మొత్తమును ఆ గాలి యొక్క ఆర్ద్రత అని అందురు. వాతానుకూలనము, శుష్కీకరణము (ఆరబెట్టుట), ద్రవముల శీతలీకరణము (ఇది ఆ ద్రవములను బాష్పములుగా మార్చుట ద్వారా సాధింపబడును) మొదలగు పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యము కల ప్రక్రియలకు ప్రయోగ సామగ్రిని రూపొందించుటకు ఆర్ద్రతా భావన యొక్క విశద అవగాహనము; దానిని తెలియపరచుటకు వలయు యూనిట్‌ల పరిజ్ఞానము అత్యావశ్యకములు. వాయు బాష్ప మిశ్రముల ధర్మములను నిర్ణయించుట శైత్య మాపనము (సైక్రోమెట్రీ) అను శాస్త్ర శాఖ యొక్క ప్రధానాంశము. అందుకు గాలి - నీటి ఆవిరి పద్ధతియే సర్వసాధారణముగ వాడబడును. ఈ వ్యాసములోని చర్చ ఆ పద్ధతికే పరిమితము చేయబడినది.

సైక్రోమెట్రీలో తారసిల్లు పరిభాషను మొదట గ్రోస్‌వెనర్ ప్రవేశపెట్టెను. మొత్తము ప్రేషము ఒక వాతావరణము అయినపుడు ఒక పౌను పొడిగాలిలో చేరి ఉన్న నీటి ఆవిరి భారము (పౌనులలో)నకు 'ఆర్ద్రత' అని సంకేతము. దానిని $H = 18P/29\,(1 - P)$ అను సమీకరణముచే తెలుపవచ్చును. ఇచట p గాలిలోని నీటి ఆవిరి యొక్క ఆంశిక ప్రేషము. నియత ప్రేష, తాపక్రమ పరిస్థితులలో గాలిలో ఉన్న నీటి ఆవిరి శుద్ధజలముతో సమతులితస్థితిలో ఉన్నపుడు, ఆ తాపక్రమము వద్ద ఆ నీటి ఆవిరి యొక్క ఆంశిక ప్రేషము (p) శుద్ధజల ప్రేషమునకు సమానము. అట్టి గాలిని తేమతో సంతృప్తమైన గాలి అని అందురు. $H_s = 18p_s/29(1-p_s)$ అను నిష్పత్తి సంతృప్త ఆర్ద్రత తెలియపరచును.

ఒక నియత గాలి - నీటి ఆవిరి మిశ్రము యొక్క నిరపేక్ష ఆర్ద్రతకు, ఆ మిశ్రము యొక్క సంతృప్త ఆర్ద్రతకు గల నిష్పత్తి శాతములలో వ్యక్తపరుపబడినపుడు, ఆ నిష్పత్తి సంఖ్యను ఆర్ద్రతా శాతము (పెర్సెంట్ హ్యూమిడిటీ) అని అందురు. ఇది $100\,H/H_s$ అను భిన్నాంకముచే తెలుపబడును. గాలి - నీటి ఆవిరి మిశ్రము ఆవిరితో సంతృప్త మగునట్లు చేయుటకు ఏ తాపక్రమమునకు (స్థిర ఆర్ద్రతా పరిస్థితులలో) శీతలీకరించవలెనో ఆ తాపక్రమమునకు ఆర్ద్రసంతృప్త తాపక్రమము అని గాని, తుషారాంకము (డ్యూ పాయింట్) అని గాని పేరు. ఒక నియత తాపక్రమమువద్ద గాలిలోని నీటి ఆవిరి యొక్క ఆంశిక ప్రేషమునకును, ఆ తాపక్రమము వద్దనే కేవలము నీటి ఆవిరి యొక్క సంతృప్త ప్రేషమునకు గల నిష్పత్తి శాతములలో తెలుపబడునపుడు, ఆ నిష్పత్తి సంఖ్య సాపేక్ష ఆర్ద్రతా శాతము (పెర్సెంట్ రెలిటివ్ హ్యూమిడిటీ) అనబడును. దీని వాచకము $100\,p/p_s$.

ఒక పౌను పొడిగాలి యొక్కయు, ఆ గాలిలో చేరి ఉన్న నీటి ఆవిరి యొక్కయు ఉష్ణతా సామర్థ్యముల రెండిటి మొత్తమునకు ఆర్ద్రోష్ణత (C_s) (హ్యూమిడ్ హీట్) అని పేరు. పెక్కు ఇంజనీరింగు గణితములలో C_s ను $C_s = (0.24 + 0.45H)$ అను సమీకరణముచే గణింపవచ్చును. ఇచట 0.24, 0.45 క్రమముగ పొడి గాలి యొక్కయు, నీటి ఆవిరి యొక్కయు ఉష్ణతా సామర్థ్యములు. ఈ రెండును స్థిరాంకములని భావింపబడినవి. ఒక పౌను పొడి గాలి, దానిలో ఉన్న నీటి ఆవిరి - ఈ రెండిటి మొత్తపు ఆయతనమునకు ఆర్ద్ర ఆయతనము అని పేరు. నీటి ఆవిరిచే సంతృప్తమైన పరిస్థితులలో గాలి యొక్క ఆయతనమును సంతృప్త ఆయతనము అని అందురు.

* ఒక పౌను = 0.453 కిలోగ్రాము.

ఆర్ద్రతా పటము: ఒక నిర్దిష్టమైన గాలి - ఆవిరి మిశ్రము యొక్క ధర్మములను చూపు పటము ఆర్ద్రతా పటము. ఈ పటములోని లిఖిత ధర్మములు నిరపేక్ష ఆర్ద్రత; ఆర్ద్రతా శాతరేఖలు; ఆర్ద్రోష్ణత; పొడిగాలి, సంతృప్తమైన గాలి - ఈ రెండిటి ఎంతాల్పీలు*. విశిష్టాయతనము, సంతృప్తాయతనము - ఈ ధర్మము లన్నియు శోషణ వాయుతాపక్రమముపై ఎటుల ఆధారపడి ఉన్నవో చూపు పటమే ఆర్ద్రతా పటము. అతాపక (అడియబేటిక్) సంతృప్త రేఖలు సంతృప్త రేఖలపై కుడి ఎడమలకు మీదికి లేచునని కూడ చూపబడును. ఈ పటము వాయు - బాష్ప వ్యవస్థల గురించిన సమాచారమునకు ప్రధానమైన ఆకరము. ఆర్ద్రీకరణ, నిరార్ద్రీకరణ పరికరముల రూప కల్పనకు ఈ సమాచారము **ఆవశ్యకము.**

ఆర్ద్రగోళ తాపక్రమము: ప్రాపణ(కన్వెక్షన్) ప్రక్రియ ఫలముగ సంభవించు తాపక్రమ వినిమయపు రేటు ద్రవము యొక్క ఉపరితలము నుండి బయటకు వెళ్లు ద్రవ్యసంచయ వినిమయపు రేటునకు సమానమైనపుడు ఒక నియత జలోపరి తలము గత్యాత్మకతులిత పరిస్థితులలో స్వీకరించు తాప క్రమమే ఆర్ద్రగోళ తాపక్రమము (tw). సమతులిత స్థితి యందు జలోపరితలముపై గోచరించు తాప సమతను క్రింది సమీకరణము చూపును:

$$K_g \cdot \lambda \cdot (p_s - 'p') = h_c \; (t - t_w).$$

సాధారణ పరిస్థితులలో p అను మొత్తము ప్రేషముతో పరిపోల్చి చూచినచో p, p_s లు చాల స్వల్ప రాశులు. ఆర్ద్రగోళ సమీకరణమును ఆర్ద్రతా భేదములను ఉపయోగించి క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును:

$$(H_s - H) = h_c / k' \lambda \cdot (t - t_w).$$

ఇచట $K' = 29/18 \; K_g = 1 \cdot 6 \; K_g$,

పౌనులు/గంటలు(అడుగులు)^2 (ΔH);

h_c = జలోపరితలమునకు, గాలికి మధ్య జరుగు ఉష్ణతా వినిమయమునకు సంబంధించిన గుణకము.

t = గాలి తాపక్రమము °F.

t_w = నీటి తాపక్రమము °F.

k_g = రాశి వినిమయగుణకము పౌను/గంటలు (అడుగులు)^2 వాతావరణము.

λ = ఆర్ద్రగోళ తాపక్రమము వద్ద నీటి గుప్తోష్ణత, బి. టి. యు./పౌను.

అతాపక సంతృప్త తాపక్రమము: ఒక అతాపక వ్యవస్థలో ఒక ప్రవాహమును కొంత రాశి నీటితో t_s తాప క్రమము వద్ద చక్కగా కలిపిన ఎడల ఆ గాలి తాప క్రమము తగ్గి, దాని ఆర్ద్రత ఎక్కువగును. t_s అను తాప క్రమము వద్ద వ్యవస్థ నుండి బయటికి పోవుచున్న గాలి నీటితో సమతులిత స్థితిలో ఉన్నట్లయిన t_s అతాపక సంతృప్త తాపక్రమము అగును. ఆర్ద్రతను, తాపక్రమ మును కలుపుచున్న రేఖయే అతాపక సంతృప్త రేఖ. దానికి సమీకరణము:

$$(H_s - H) = (C_s / \lambda) \; (t - t_s).$$

గాలి-నీటివ్యవస్థకు సైక్రోమెట్రిక్ నిష్పత్తి ఒకటి(1)కి సమానము. అనగా $h_c / k' C_s = 1$. దీనికి లూయీ సంబంధ సమీకరణము అని పేరు. గాలి - నీటి ఆవిరి కాక, ఇతర వ్యవస్థలలో శైత్యమాపక నిష్పత్తి ఒక యూనిట్‌కు చాల భిన్నముగ ఉండవచ్చును; ఆర్ద్రగోళ తాపక్రమము (t_w), అతాపక సంతృప్త తాపక్రమము (t_s) సమాన మూల్యములు కలవిగా ఉండవు. ఈ వ్యవస్థలకు $h_c / k' C_s$ను తక్కువ ఆర్ద్రతా పరిస్థితిలో క్రింది సమీకరణము నుండి సాధింపవచ్చును:

ఈ లెక్కకు ఉష్ణత, ద్రవ్యరాశి—ఈ రెండిటికి మధ్య గల సాదృశ్యము ఆధారము.

$$\frac{h_c}{k'} = C_s \left[\frac{(\mu / PD)}{Cp\mu / K} \right]^{2/3'}$$

ఆర్ద్రతా నిర్ణయము: గాలియొక్క ఆర్ద్రతను 1. తుషారాంక విధానము; 2. శైత్యమాపన విధానము; 3. ప్రత్యక్ష (రాసాయనిక) విధానము అను మూడు విధానములలో దేనిచేనైన నిర్ణయింపవచ్చును.

తుషారాంక విధానము: ఇందు గాలి, నీటి ఆవిరి మిశ్రమును తాకు పాత్ర యొక్క మెరుగు పెట్టబడిన ఉపరి తలముపై ఏ తాపక్రమము వద్ద పొగమంచు పొర దృష్టికి గోచరించునో ఆ తాపక్రమము తుషారాంకము అని నిర్ణయింపబడును. నిర్ణయించబడిన తుషారాంకము నుండి, శుష్కగోళ తాపక్రమముల నుండి ఆర్ద్రతను లెక్క పెట్టవచ్చును లేదా ఆర్ద్రతా పటము నుండి దానిని ప్రత్యక్షముగ గ్రహింపవచ్చును.

శైత్యమాపన విధానము: ఇది విరివిగా వాడబడు విధానము. ఇందు శుష్క, ఆర్ద్రగోళ తాపక్రమములు ఏక కాలమున నిర్ణయింపబడును. ఈ పనికై నియతముగ వాడుకలో ఉన్న పరికరము స్లింగ్ శైత్యమాపకము.

ప్రత్యక్ష విధానము: ఇందు నీటి ఆవిరిని పీల్చుకొను సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ వంటి ద్రవ్యముల గుండా ఆవిరి కలిసిన గాలిని పంపి, పీల్చబడిన నీటి భారమును తూచి, ఆర్ద్రతను నిర్ణయింతురు.

* ఎంతాల్పీ = ఒక వ్యవస్థయొక్క అంతరశక్తి సముదాయమునకు ఆయతన, ప్రేష లబ్ధమును కలుపగా వచ్చిన మొత్తము.

వాతానుకూలనము: వేసవిలో వేడిమి ఎక్కువగుట వల్లను, ఒక్కొక్కసారి గాలిలో తేమ ఉండుట వల్లను ఉక్కబెట్టుట సామాన్యానుభవము. ఉక్కబెట్టునపుడు చెమట పోయుటవలన అసౌఖ్యముగ ఉండును. ఇటులనే శీతకాలములో వేడిమి తగ్గి, చలి ఎక్కువై, శరీరమును కొరికివేయును. ఈ పరిస్థితి కూడ అసౌఖ్యముగ ఉండును. ఈ రెండు పరిస్థితులకు మధ్యే మార్గమును వాతానుకూలనమువలన సాధింపవచ్చును. ఒక గదిలోని గాలి యొక్క తాపక్రమము, ఆర్ద్రత, శుభ్రత, పంపకము- వీటిని ఏకకాలమందు నియంత్రించుటను వాతానుకూలనము (ఎయిర్ కండిషనింగ్) అని అందురు. మానవ సౌఖ్యమును ఇనుమడింప జేయుటకొరకు; వస్తువుల, ఉపకరణముల నిర్మాణ, సంస్కార, రక్షణలకు ఉచితమగు పరిస్థితులు కల్పించుటకొరకు వాతానుకూలనము వినియోగింపబడు చున్నది. పారిశ్రామిక సంస్థలలో కార్మికులకు సౌఖ్యమును చేకూర్చుటకు; రైలుపెట్టెలు, కార్యాలయ భవనములు, ప్రదర్శనాగారములు మొదలైన వాటిని సౌఖ్యావహముగ చేయుటకు వాతానుకూలనము వాడుకలో ఉన్నది.

కార్యకరమగు ఒకే తాపక్రమ రేఖ (అనగా సమ సౌఖ్య రేఖ) పొడవున గల ఆర్ద్ర, శుష్క తాపక్రమముల సమ్మేళనము ఏదైనను ఒకే విధమగు సౌఖ్యసంవేదనను కలిగించును. ఉదా: 26.7°C (80°F) శుష్కగోళ తాపక్రమము. 14·4°C (58°F) ఆర్ద్రగోళ తాపక్రమము కలిసి ఎంత సౌఖ్యావహముగ ఉండునో; 23·3°C (74°F) శుష్కగోళ తాపక్రమము, 19·4°C (67°F) ఆర్ద్రగోళ తాపక్రమము కలసి అంతే సౌఖ్యావహముగ ఉండును. తక్కువ తాపక్రమమువద్ద కన్న అధిక శుష్కగోళ తాపక్రమము వద్ద వికిరణ, ప్రాపణ ప్రక్రియల ద్వారా మానవ శరీరము తక్కువ వేడిమిని కోలుపోవును. దాని ఫలితముగ అల్ప తాపక్రమములలో కన్న అధిక తాపక్రమములలో బాష్పీకరణ ప్రక్రియ కారణముగ శరీరము ఎక్కువ వేడిమిని కోలుపోవును. అధిక సాపేక్ష ఆర్ద్రతలకన్న అల్ప సాపేక్ష ఆర్ద్రతలు నీరు ఆవిరి అగుటకు ఎక్కువ అనుకూలించును. కావున, అధిక తాపక్రమముల, అల్ప సాపేక్ష ఆర్ద్రతల సమ్మేళనములు; ఇటులనే అల్ప తాపక్రమముల, అధిక సాపేక్ష ఆర్ద్రతల సమ్మేళనములు ఒకే విధమగు సౌఖ్య సంవేదనను కలుగజేయును. మామూలు సౌఖ్యమునకు వేసవియందు గదుల వాతానుకూలమునను తలపెట్టినపుడు 26.7°C (80°F) శుష్కగోళ తాపక్రమమునకు, 50% సాపేక్ష ఆర్ద్రతకు అనుకూలించు పరిస్థితులు కల్పించవలెను. శీతకాలమున సాధారణముగ లోగిళ్ళకు ఎన్నుకొనబడు శుష్కగోళ తాపక్రమములు: గిడ్డంగులకు 18·3—20°C (65 - 68°F); కార్యాలయభవనములకు 20 - 22·2°C (68 - 72°F); కర్మాగారములకు 15·6 - 18·3°C (60 - 65°F).

ప్రక్రియల, ఉత్పత్తుల విషయమున కావింపబడు వాతానుకూలనమందు క్రింది చర్యలు గైకొనబడును: 1. జలాకర్షక (హైగ్రోస్కోపిక్) ద్రవ్యముల యొక్క తేమను అదుపులో ఉంచుట; 2. జీవ రాసాయనిక ప్రతిక్రియలు, ధాతువుల క్షయము, స్ఫటికీ భవనము మున్నగు రాసాయనిక ప్రతిక్రియల రేటును నియంత్రించుట; 3. వస్తు శోధన కర్మాగారములందు పరిస్థితులను నియంత్రించుట. బట్టల పోగులు, కాగితపు గుజ్జు, వివిధ రకముల కాగితములు, తోళ్లు, రబ్బరు మొదలైనవి పరిసరములనుండి తేమను గ్రహించుట కాని, వాటికి తేమను అందజేయుట కాని చేయగలవు. అందువలన తేమ వినిమయ సమతోలన పరిస్థితులతో ఆ వస్తువులందలి తేమను సాపేక్ష శాతఆర్ద్రతతో పోల్చి నిర్ణయించవలెను. ఇంతేకాక ఒక అకర్బన యౌగికము దాని సంతృప్త జలద్రావణముతో సమతులిత పరిస్థితికి ఏ ఆర్ద్రతలో వచ్చునో, ఆ ఆర్ద్రత కన్న తక్కువ ఆర్ద్రతలో దానిని ఉంచుట అవశ్యకము కావచ్చును.

కొన్ని పారిశ్రామిక వ్యవహారములకు అన్వయించు నిర్మాణ తాపక్రమముల, ఆర్ద్రతల రమారమి విలువలు 214 వ పుటలోని పట్టికలో పొందుపరుపబడినవి. పారిశ్రామిక వాతానుకూలన పద్ధతులలో అపాయకరమైన పరిసర వాయువులు, బాష్పములు, ధూళులు, పొగలు తరుచుగా తారసిల్లును. ఈ మాలిన్యములను అవి పుట్టినచోటనే నిర్గమన పద్ధతులను ఉపయోగించి తొలగించవలెను లేదా గాలిలో కలిపి వాటిని పల్చబెట్టవలెను. ఈ రెండు విధానముల సమ్మేళనము ద్వారా కూడ వాటిని తొలగించవచ్చును.

వాతానుకూలన ఉపకరణ సామగ్రి: ఆధునిక వాతానుకూలన సామగ్రిని స్వయంతృప్త వాతానుకూలనములు, కేంద్ర వాతానుకూలన పరికరములు అని రెండు తరగతులుగ వింగడింపవచ్చును. స్వయంతృప్త వాతానుకూలన సామగ్రిని ఏక కేంద్రీయ లేదా సర్వ సంపూర్ణ వాతానుకూలన సామగ్రి అని కూడ అందురు. దీనిని మరల మూడు తరగతులుగ ఇటుల విభజింపవచ్చును: 1. గది వాతానుకూలకములు — 0.5 మొదలు 2 టన్నుల పరిమాణము కలవి; 2. వసతిగృహ వాతానుకూలకములు - పరిమాణము 2 - 10 టన్నులు; 3. వాణిజ్యపారిశ్రామిక వాతాను

కూలకములు - పరిమాణము 2 - 75 లేదా అంతకు పైబడిన టన్నులు.

స్వయంతృప్త వాతానుకూలకములు సమగ్ర శీతలీకరణ పద్ధతిలో సంపీడకము (కంప్రెసర్), బాష్పీకారకము (ఇవాపరేటర్), పంకా, గళని, నియంత్రకములు మున్నగు సర్వాంగములతో కూడి సంపూర్ణమై ఉండును. శీతకాల ఆర్ద్రీకరణము నిమిత్తము వేడిమిని పుట్టించు తీగెచుట్ట (హీటింగ్ కాయిల్) కూడ అందు చేర్చబడును. శీతలీకరణ మునకు గాలిని గాని, జలమును గాని ఉపయోగింతురు. ఒకసారి వాడిన జలమును మరల వాడునపుడు దానిని ముందుగా చలువ గోపురములోనికి గాని, నీరు జల్లులు జల్లులుగా పడు గుంటలోనికి గాని పంపి చల్లబరుతురు. కేంద్ర వాతానుకూలకముల నుండి అనుకూలిత వాయు వును ఒక చోటికి గాని, నాళజాలముల ద్వారా వివిధ ప్రదేశ ములకు గాని అందజేయవచ్చును. తాపక్రమము, ఆర్ద్రత, ఆవశ్యక నియంత్రణ సాధనములు, నిర్వహణ వ్యయము, స్థలము వంటి ప్రధాన విషయములను దృష్టిలో ఉంచుకొని వాతానుకూలన ఉపకరణ సామగ్రిని ఎన్నుకొనవలయును. గాలిలోని ఆర్ద్రతా భారమును మార్చుటకు వలయు సామగ్రికి ఆర్ద్రీకారకములు, నిరార్ద్రీకారకములు అని పేరు.

ఆర్ద్రీకారకములు (హ్యూమిడిఫయర్లు): ఇవి నిర్వహణ పద్ధతిని బట్టి మూడు సాధారణ తరగతులుగా ఉన్నవి. మొదటిది పరోక్ష పద్ధతి - ఇందు తేమతో కూడిన గాలిని గదిలోనికి పంపుదురు. రెండవది ప్రత్యక్ష పద్ధతి- ఇందు గదిలోనికి నీటిజల్లును ప్రవేశ పెట్టుదురు. మూడవది సంయుక్త పద్ధతి - పై రెండిటి సమ్మేళనము.

పరోక్ష ఆర్ద్రీకారములు: ఇవి జల్లురకపు వాయుక్షాళక ములను పోలి ఉండును. కాని, వాటిలోవలె గాక, వీటిలో నీటిజల్లు లోనికి ప్రవేశించు గాలికి అభిముఖముగ చల్ల బడును. ఇవి సాధారణముగ 1.80—2.40 మీ. పొడవు కల గదుల రూపమున ఉండును. వీటి ద్వారా గాలి నిముష మునకు 150—210 మీ. వేగముతో లోనికి లాగబడును. గదిలో ఒక జల్లు గొట్టముల శ్రేణి లేదా శ్రేణులు ఆ గది యొక్క ఛేద వైశాల్యము (క్రాస్ సెక్షన్) అంతట ఏక రూపముగ విభజింపబడి ఉండును. ఈ గొట్టములు కేంద్రాప సారి క్రియ ఫలముగ సూక్ష్మ విభక్తమైన నీటి జల్లును జనింప జేయును. ఈ జల్లు బాగుగా పని చేయవలెనన్న 2.46—3.16 కి. గ్రా/సె. మీ^{2} జలప్రేపము ఆవశ్యకము. గది ముఖ ద్వారమున ఉంచబడిన అడ్డు బద్దల వల ఒకటి గదినుండి జల్లు తప్పించుకొని పోవుటను నివారించును; గాలిని సమముగా పంపకము చేయుటకు ఉపయోగ పడును. గది బహిర్ద్వారమున ఒక బహిర్నిష్కాసకము (ఎలిమినేటర్) అమర్చబడి ఉండును. ఆవిరిగా మారని నీటిని ఆర్ద్రీకృత వాయువునుండి వేరు పరచుట ఎలిమి నేటర్ పని. ఇటుల ఈ గదినుండి వచ్చు గాలి ఆవిరితో సంపూర్ణముగ సంతృప్తమై ఉండుటయే గాక, ఆవిరిగా మారని నీటి బిందువులు కూడ లేకుండ ఉండును. వాయు ప్రసారక పద్ధతులతో ఇట్టి ఆర్ద్రీకారకములను ఉపయోగిం తురు. ఇవి సాధారణముగ ఎల్లప్పుడును వాయు ప్రసా రక వ్యవస్థ యొక్క ప్రవేశ ద్వారమువైపు ఉంచబడును. పరోక్షముగ ఒక జలతాపకముచే గాని, ప్రత్యక్షముగ ఆ జలములోనికి నీటి ఆవిరిని ప్రవేశపెట్టి గాని, జల్లు నీటిని వేడిచేయుటకు వలయు ఆవిరిరాశిని నియంత్రించుటకు గాని తుషారాంక తాపక్రమనియంత్రకమును వినియోగింతురు.

ప్రత్యక్ష ఆర్ద్రీకారకములు: ఆధునిక వాతానుకూలన పద్ధతి అవతరించకముందు ప్రత్తిమిల్లులలోని గాలి యొక్క ఆర్ద్రతను అధికముచేయుటకు ప్రత్యక్ష ఆర్ద్రీకరణపద్ధతిని ఉపయోగించుచుండిరి. ఈ రకపు ఆర్ద్రీకారకములను విశేష ముగా అభివృద్ధి పరచి నేటికిని జవుళీపరిశ్రమలో విరివిగా వాడుచున్నారు. ఇందు మూడు రకములు కలవు. మొదటి రకములో చూర్ణీకరణశృంగములను ఉపయోగింతురు. గాలి ఒత్తిడి వలన ఇవి వాటిలోనికి నీటిని లాగికొనును. అధిక ప్రేపముతో బయటికి వచ్చు వాయు ప్రవాహముచే చివరకు ఈ శృంగముల నుండి నిస్సరించు నీరు సూక్ష్మకణ ముల క్రింద మారును. రెండవ రకములో 14 కి. గ్రా/సె. మీ.^{2} చొప్పున ఒత్తడిలో నీటిని చూర్ణీకరణ శృంగ మునకు అందింతురు. ఇంటికప్పుకు తగిలించబడిన ఒక ఆవృతప్రదేశమున ఈ శృంగము ఉంచబడును. దీనిగుండ గాలి ప్రవాహము పంపబడును. ఎక్కువ భారము కల జలకణములు అడ్డు బద్దలచే వేరుచేయబడును. అతి సూక్ష్మములైన కణములే గాలితోకూడ గదిలోనికి పంప బడును. ఇచట ఈ సూక్ష్మ విభక్త జలకణములు త్వరగా ఆవిరిగా మారును. మూడవరకములో ఒక చిన్న నీటిధార అతివేగముతో గిరగిర తిరుగుచున్న పళ్ళెముపై విసురుగ పడి సూక్ష్మ విభక్త జలకణములుగ మారును. ఈ కణము లను గాలి ప్రవాహము కొనిపోవును.

సంయుక్త ఆర్ద్రీకారకములు: నూటికి అరువది పాళ్ళ కన్న ఎక్కువ సాపేక్ష ఆర్ద్రత అవసరమైనపుడు ప్రత్యక్ష, పరోక్ష పద్ధతులను రెండిటిని జోడించుట లాభసాటి. ఇందు పరోక్ష ఆర్ద్రీకరణ పరికర భాగము వలసిన వాయు ప్రసార మును, చల్లదనమును సంపాదించుటకు ఉపయోగ

పడును. దీనికి అనుబంధముగ పనిచేయుచున్న ప్రత్యక్ష పద్ధతి సామగ్రి ఆర్ద్రతను, దానితోపాటు శీతలీకరణమును ఎక్కువ చేయుటకు గదులలో ఉంచబడును. ఎక్కువ ఆర్ద్రతలు, తక్కువ శీతలీకరణ, గాలి ప్రసారములు అవసరమైన పక్షమున మొత్తము మీద ప్రత్యక్ష ఆర్ద్రీకరణ పద్ధతి అపేక్షింపదగినది. కాని, గరిష్ఠ శీతలీకరణ, గాలి ప్రసారణ ఫలములతోబాటు తక్కువ ఆర్ద్రతలు అపేక్షితములైనపుడు పరోక్ష విధానము ప్రశస్తము. గాలి ప్రసార ప్రయోజనములలో ఎక్కువ వేడిమి విచూషింపబడు పరిస్థితులలో సంయుక్త విధానము వాంఛనీయము. ప్రత్తిమిల్లులలో వాడుకలో ఉన్న ఆర్ద్రీకరణ పరికరముల వంటివే రయాన్, పొగాకు, కాగితపు పరిశ్రమలలో కూడ వాడబడుచున్నవి.

నిరార్ద్రీకారకములు : అనేక పరిశ్రమలలో శీతకాలములో వలె వేసవిలో కూడ తాపక్రమమును నియంత్రించుట ప్రధాన కర్తవ్యము. ఇటులనే ఈ రెండు కాలములందును సాపేక్ష ఆర్ద్రతను కూడ అదుపులో ఉంచవలెను. శీతకాలమందు గాలిని వెచ్చజేసి, ఆర్ద్రతను ఎక్కువ చేయవలెను. వేసవిలో గాలిని చల్లబరచి, నిరార్ద్రీకరించవలెను. అందువలన బయటి వాతావరణ పరిస్థితులు ఎటులున్నను తాపక్రమము, ఆర్ద్రత ఒక నియతస్థాయిలో ఉండును.

గాలి ప్రసార పరికర నిర్మాణము, దాని బహిస్స్వరూపము ఆర్ద్రీకారకమునందు ఉన్నట్లే ఉండును. అయితే, నిరార్ద్రీకరణ పరికర అంతర్నిర్మాణమున నీటితాపక్రమమును నియంత్రించుటయందు, శీతలీకరణ, తాపకప్రక్రియల రెండిటిని వాడుటలోను ప్రధాన వ్యత్యాసము గోచరించును. నిరార్ద్రీకారకములు ప్రధానముగ **మూడు** పద్ధతులలో ఉండును: 1. జల్లు పద్ధతి : ఇందు జల్లు గదిని ప్రవేశించకముందే శీతలీకరింపబడి గదిలోనికి ప్రవేశపెట్టబడును; 2. నాళవలయపద్ధతి : ఇందు శీతలీకరణ నాళవలయములు ప్రత్యక్షముగ జల్లుగదులలోనే ఉంచబడును. ఈ వలయములపై నీటి జల్లు పడును. తడసిన వలయములతోను, జల్లుతోను గాలి సంపర్కమునకు వచ్చును; 3. శుష్కవలయ పద్ధతి : ఇందు గాలి వలయముపై ప్రసరించును. ఈ వలయమందు శీతలీకరణ ద్రవ్యము వ్యాకోచించును లేదా దానివలన చల్లబడిన నీరు గాని, ఉప్పునీరు గాని ప్రవహించును. ఆర్ద్రీకారక పరికరముకన్న నిరార్ద్రీకారక పరికరము చాల పొడవైనది.

నియంత్రకములు : తాపస్థాపకములు (తెర్మోస్టాట్), ఆర్ద్రతా నియంత్రకములు (హైగ్రోస్టాట్) వాతానుకూలన పరికరములందు క్రమముగా తాపక్రమమును, ఆర్ద్రతను అదుపులో ఉంచుటకు వాడబడును. [చూ. తాపస్థాపకము]. అణచబడిన గాలి ద్వారా గాని, విద్యుత్ సహాయమున గాని ఈ నియంత్రణోపాయములు వాతానుకూలన పరికరములందు ఉంచబడిన పెద్ద నియంత్రణ కవాటములపై పనిచేయును. రెండు సందర్భములలోను యంత్రములను నడపుటకు గాలిని గాని, విద్యుత్ మోటారులను గాని వినియోగింతురు. పెద్ద కర్మాగారములందు గాలివలన నియంత్రణచేయుట సర్వేసర్వత్ర వాడుకములో ఉన్నది.

పరిశ్రమలవారీ అనుకూల తాపక్రమ ఆర్ద్రతా పట్టిక :

పరిశ్రమ	ప్రక్రియ	తాపక్రమము°C	సాపేక్ష ఆర్ద్రత%
ప్రత్తి	ఏకుట	20-23	50
	దువ్వుట	20-23	60-65
	పేనుట	20-23	50-60
	వడుకుట	20-23	60-65
	కండెచుట్టుట, పురిపెట్టుట	20-23	65
	పడుగు వేయుట	20-23	65
	నేయుట	20-23	75-80
ఉన్ని	ఏకుట	23-25	65-70
	వడుకుట	23-25	55-60
	నేయుట	20-23	50-55
	ఓడలో నిల్వ	20-24	55-60
పట్టు	చిక్కుతీయుట	21-25	60-65
	వడుకుట	21-25	65-70
	పెనవేయుట	21-25	65-70
	నేయుట	21-25	60-75
మిఠాయి	చాకొలేట్ తో కప్పుట	18	55
	కాండీ పటిక పంచదారచేయుట	21	50
	నిల్వ	15	55
పొగాకు	నునుపుచేయుట	29	85
	సిగరెట్లు, చుట్టలు చేయుట	21-23	55-70
అచ్చుపని	ఆఫ్ సెట్టు ముద్రణ	21	45
	మడత పెట్టుట	25	65
	అట్టకట్టుట (బైండింగు)	21	45
రొట్టెలు	పిండిని పులియబెట్టుట	27	65
	రొట్టెల చల్లార్చుట	21	65
విద్యుత్తంత్రి	చుట్టు నిరోధకమును చుట్టుట	40	5

గింజలు	కరజరలాడెడు గింజల మూత, ప్యాంగ్	23	45-50

రాజారావు.

ఆల్కిలేషన్ : ఒక కార్బన్ యౌగిక అణువులో ఒక ఆల్కిల్ గణమును ప్రవేశపెట్టుట లేదా అణువులోని ఒక పరమాణువు స్థానే ఆల్కిల్ గణమును చేర్చుట అను ప్రమాణ ప్రక్రియను 'ఆల్కిలేషన్' అని అందురు. ఈ ప్రక్రియ మత్తు మందులు, ఆంటీసెప్టిక్‌లు, ఊాళకములు, రంగులు, ప్రేలుడు వస్తువులు, మధ్యస్థ ద్రవ్యములు, కందెనలు, ప్లాస్టిసైజర్‌లు, రెసిన్‌లు, కృత్రిమ పెట్రోలు, ద్రావకములు మొదలగు ద్రవ్యముల ఉత్పాదనయందు ఉపకరించును. ఆల్కిలేషన్ ప్రక్రియ పలురకములు. ప్రధాన రకములు దిగువ వివరింపబడినవి.

1. కార్బన్ యౌగిక అణువులలో హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు బదులుగ చేర్చుట. ఇందు ఆల్కిల్ గణములోని కార్బన్ ఆలిఫాటిక్ లేదా ఆరోమాటిక్ యౌగికములలోని కార్బన్ పరమాణువునకు బంధింపబడును:

ఇతర ఆల్కిలేషన్ ప్రతిక్రియలలో ఆల్కిల్ గణము ఒక ధాతువుతో బంధింపబడును (ఉదా : లెడ్ టెట్రా ఎతిల్ $Pb(C_2H_5)_4$) లేదా గంధకముతో ముడిపడి ఉండును (ఉదా : మెర్ కాప్‌టన్‌లు; ఎతిల్ మెర్ కాప్టన్ (C_2H_5SH)).

ఆల్కిలేషన్ సాధకముల ఎన్నిక : ఈ ఎన్నికలో అందుబడి యగు సాధకముల ప్రతిక్రియాశక్తికి, లభించు దిగుబడికి అగ్రప్రాధాన్యము చూపబడును. వేరు వేరు సాధకములకు, ప్రక్రియలకు అగు వ్యయమునకు, వాటివలన కలుగు సదుపాయములకు రెండవ ప్రాధాన్యము ఒసగబడును. ఆల్కిలేషన్ ఉత్పన్నముల శుద్ధతకు మూడవ ప్రాధాన్యమువచ్చును.

నిర్మాణ సామగ్రి : పెక్కు సందర్భములలో నిర్మాణ సామగ్రి ఉక్కుతో తయారుచేయబడును. దృఢమగు నిర్జల ఆమ్ల (ఆన్‌హైడ్రైడ్) ప్రేరకములు విస్తారముగా వాడబడు పెట్రోలియమ్ పరిశ్రమలో కూడ ఉక్కుతో చేసిన నిర్మాణ సామగ్రి సంతృప్తికరముగనే ఉండును. ఆమ్ల ప్రేరకములు ఆన్‌హైడ్రైడ్‌లు కానిచో లెడ్ మోనెల్ లేదా ఎనామిల్

$$CH_3.CH(CH_3)_2 + CH_2 = C(CH_3)_2 \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3.C.(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)_2$$

ఐసోబూటేన్ ఐసోబూటీన్ ⟶ ఐసో ఆక్టేన్

$$C_6H_6 + CH_2=CH_2 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5.CH_2-CH_3$$

బెన్జీన్ ఎతిలీన్ ఎతిల్ బెన్జీన్

2. ఆల్కహాల్ లేదా ఫినోల్ యౌగికముల హైడ్రాక్సిల్ గణములోని హైడ్రోజన్ స్థానమున ప్రవేశపెట్టుట. అందు ఆల్కిల్ గణము ఆక్సిజన్ పరమాణువునకు బంధింపబడును:

పూత కల పరికరములను వాడుదురు. మందుల తయారీ వంటి ప్రత్యేక సందర్భములలో రాగి పరికరములను గాని, తగరపు పూత కల రాగి పరికరములను గాని వాడుట

$$2\,C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5-O-C_2H_5$$

ఎతిల్ ఆల్కహాల్ ⟶ డైఎతిల్ ఈతర్

$$C_6H_5OH + CH_3Cl + NaOH \longrightarrow C_6H_5O.CH_3 + NaCl + H_2O$$

ఫినోల్ మెతిల్ క్లోరైడ్ ⟶ ఫినోల్ మెతిల్ ఈతర్

3. నైట్రోజన్‌తో చేర్చబడిన హైడ్రోజన్ స్థానమున ప్రవేశపెట్టుట. ఇందు ఆల్కిల్ గణము త్రియోజనీయ నైట్రోజన్‌కు బంధింపబడును:

మంచిది.

పద్ధతులు : పరిశ్రమలో తడవల పద్ధతి, నిర్విరామ పద్ధతి అను రెండు పద్ధతులు వాడుకలో కలవు. చిన్న

$$C_6H_5NH_2 + 2\,CH_3OH \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5N.(CH_3)_2 + 2H_2O$$

ఆనిలీన్ మెతిల్ ఆల్కహాల్ ⟶ డైమెతిల్ ఆనిలీన్

4. త్రియోజనీయ నైట్రోజన్ యౌగికమునకు ఒక ఆల్కిల్ హెలైడ్‌ను గాని, ఆల్కిల్ ఎస్టర్‌ను గాని చేర్చుట. అందు పంచయోజనీయ శృంఖలా బంధనము ఏర్పడునని ఊహించబడుచున్నది:

$$C_6H_5N.(CH_3)_2 + CH_3Cl \xrightarrow{\text{తాపము}} C_6H_5N.(CH_3)_3.Cl$$

డైమెతిల్ ఆనిలీన్ ⟶ ఫినిల్ ట్రైమెతిల్ అమోనియమ్ క్లోరైడ్

తరహా పరిశ్రమకు తడవల పద్ధతి అనుకూలము. పెట్రోలియమ్ వంటి భారీపరిశ్రమలో నిర్విరామపద్ధతి లాయఖు. ఆటోక్లేవ్ వంటి ప్రేష ప్రతిక్రియా పాత్రలు విస్తారముగా వాడబడును.

ఉత్పన్నముల సంగ్రహణము : ఉత్పన్నములను వేరుపరచి సంగ్రహించుటకు మామూలు బట్టీ పద్ధతి ఆర్థికముగా లాభసాటి పద్ధతి. దీని నుండి లభించు ఉత్పన్నముల శుద్ధత

పట్టిక: ప్రధాన ఆల్కిలేషన్ సాధకములు, వాటి ధర్మములు, వినియోగములు

ఆల్కిలేషన్ సాధకము	బంధన రీతులు	వినియోగములు
1. ఒలిఫైన్‌లు (ఎథిలీన్, ప్రొపిలీన్, బూటిలీన్)	C—C బంధనము	GR-S రబ్బరు కొరకు ఎథిల్ బెన్జీన్‌నుండి స్టిరీన్; కృత్రిమ గాసోలీన్ కొరకు ఐసో ఆక్టేన్, తదితర యౌగికములు.
2. ఆల్కహాల్‌లు (మెథిల్ హాల్కహాల్, ఎథిల్ ఆల్కహాల్)	C—N బంధనము, C—O బంధనము	రంగులకు మధ్యస్థ ద్రవ్యముగా డై మెథిల్ ఆనిలీన్; సెల్యులోస్ ఎస్టర్ల ద్రావకముగా సెలోసాల్వ్; ద్రావకములుగా వాడబడు ఎథిలీన్ గ్లైకోల్, ఎథిల్ ఈథర్ వంటి ఆలిఫాటిక్ ఈథర్‌లు.
3. ఆల్కిల్ హేలైడ్‌లు (మెథిల్, ఎథిల్ హేలైడ్‌లు)	C—O బంధనము	పరిమళ ద్రవ్యములలోను, మందులలోను వాడబడు ఫీనోల్ మెథిల్ ఈథర్ వంటి మిశ్రమ ఈథర్‌లు; ప్లాస్టిక్కులలో వాడు ఎథిల్ సెల్యులోస్.
4. ఆల్కిల్ సల్ఫేట్‌లు (డై మెథిల్, డై ఎథిల్ సల్ఫేట్‌లు)	C—O బంధనము (కాని హేలైడ్‌లలో కన్న వీటి దిగుబడి తక్కువ).	మిశ్రమ ఈథర్‌లు, ఎథిల్ సెల్యులోస్, సెలోసాల్వ్ ద్రావకము.
5. ఆరిల్ హేలైడ్‌లు (బెన్జిల్ క్లోరైడ్)	బెన్జిల్ గణము ప్రవేశపెట్టుటకు	బెన్జిల్ సెల్యులోస్ కొరకు.
6. ఆరిల్ సల్ఫోనిక్ ఆల్కిల్ ఎస్టర్‌లు (పారా టాల్యుయిన్ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క మెథిల్, ఎథిల్ ఎస్టర్‌లు)	N—C బంధనము, N—O బంధనము	ఎమీన్ ఆల్కిలేషన్ ద్వారా టెట్రా ఆల్కిల్ అమోనియమ్ యౌగికములు తయారుచేయుటకు.

వ్యాపార సరళికి చాలును. స్ఫటికీకరణము, ద్రావణముల సహాయమున వేరుపరచుట వంటి పద్ధతులవలన ఎక్కువ శుద్ధతను సాధింపవచ్చును.

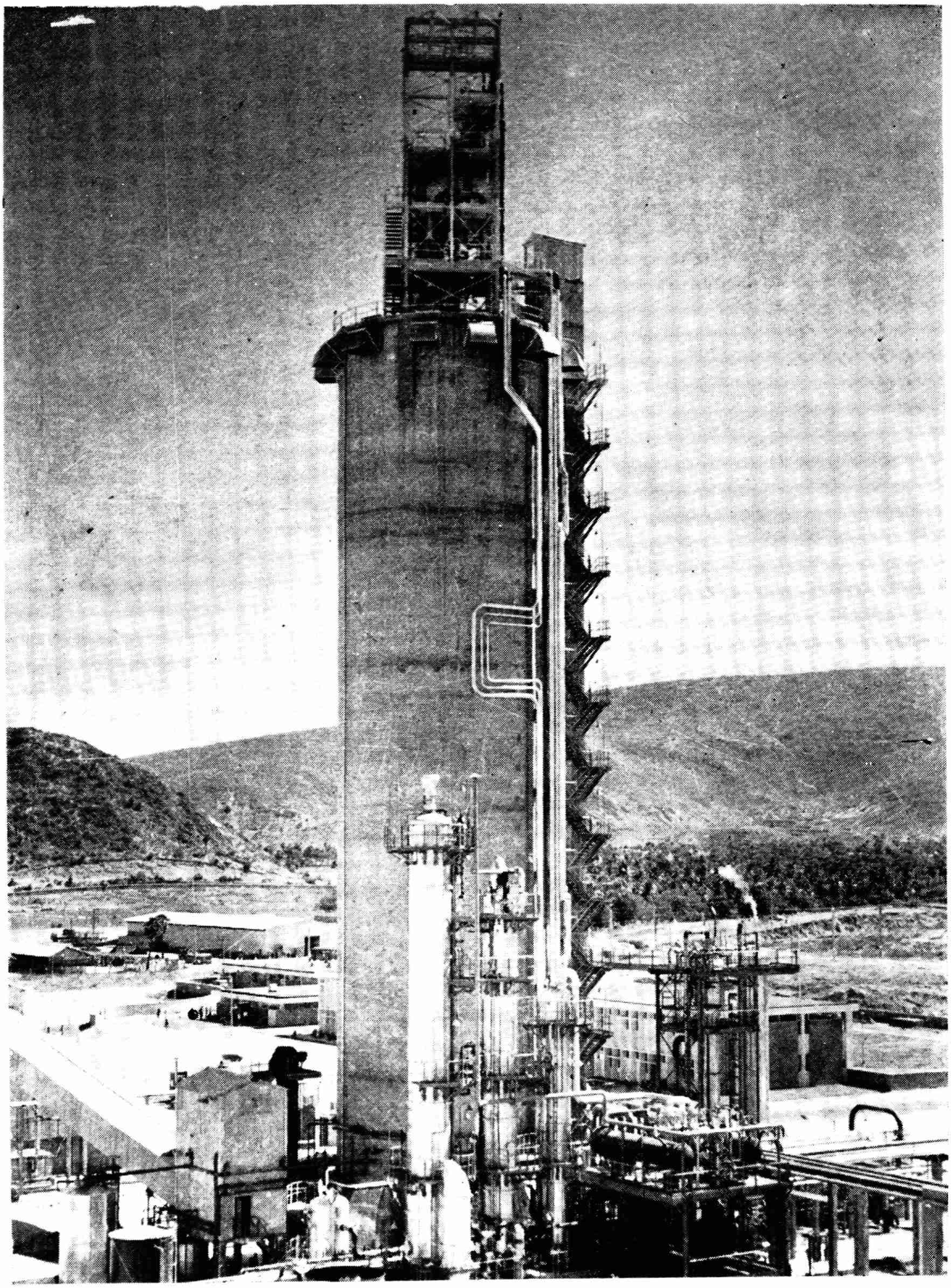
ప్రమాదములు, భద్రత: ఆల్కిలేషన్ ఉత్పన్నములు సాధారణముగ ప్రమాదకరములు కావు. అయితే, లెడ్ టెట్రా ఎథిల్, డై మెథిల్ సల్ఫేట్ వంటివి విషద్రవ్యములు. కాబట్టి, అట్టి రాసాయనిక ద్రవ్యములతో ప్రయోగములు చేయునపుడు చాల జాగ్రత తీసికొనవలెను. **ఆర్. సు.**

ఆవర్తి విద్యుత్ జనిత్రము : చూ: విద్యుత్తు.

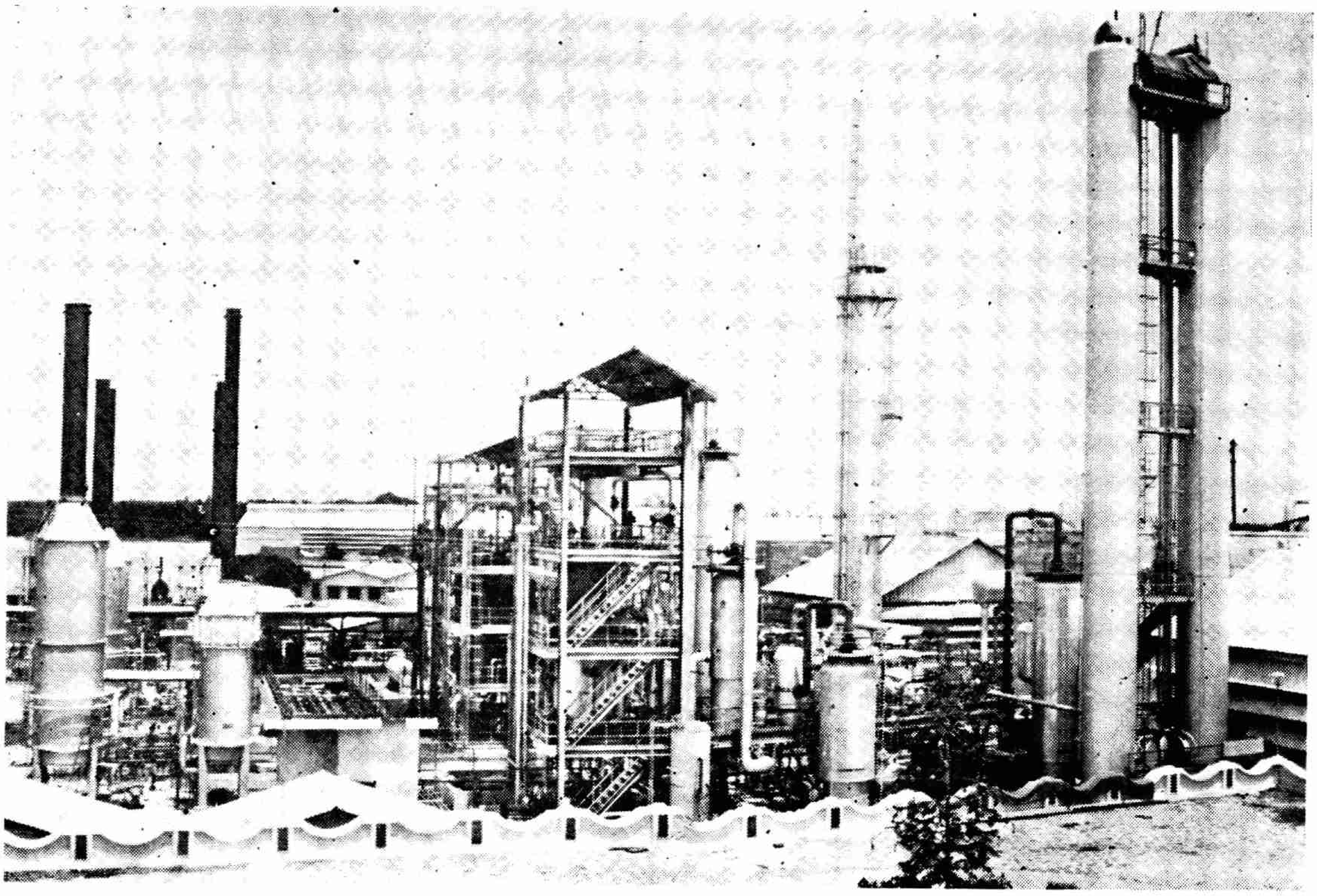
ఆవర్తి విద్యుత్ మోటారు : చూ: విద్యుత్ మోటారు.

ఆవిరి ఇంజను (స్టీమ్ ఇంజను): నీటి ఆవిరియందు అంతర్గతముగ ఉండు ఉష్ణమును వినియుక్తపరచి యాంత్రికపు పని (మెకానికల్ వర్క్)ని ఉత్పత్తిచేయు సాధనము ఆవిరి ఇంజను అనబడును. ఇది ఉష్ణయంత్రము [చూ].ల తరగతికి చెందినది. సాపేక్షముగ అధిక తాపక్రమములో ఉష్ణమును సరఫరా చేసి, బాయిలర్ అనబడు ప్రత్యేక భాగమునందు ఆవిరిని జనింపజేయుదురు. ఆవిరి ఇంజనులో సిలిండరునందు అధిక ప్రేషముతో ఆవిరి వ్యాకోచముచెంది ముషలకము (పిస్టన్) పై పనిచేయును. ఆవిరికి ఇవ్వబడిన ఉష్ణములో కొంతభాగము ముషలకముచే పనిగా మార్చబడును. శేషభాగ ఉష్ణము రైలు ఇంజను (లోకోమోటివ్)లో వలె ఆవిరిని వాతావరణములోనికి విసర్జించుట ద్వారా గాని, సాపేక్షకముగ అల్ప తాపక్రమము, ప్రేషము వద్ద ద్రవీభవింప చేయుట ద్వారా గాని తొలగించబడును. ఆవిరి ఇంజను అవతరించి, వికసించిన తీరు సమీక్ష భాగమున ప్రస్తావించబడినది [చూ. పు. 43].

పనిచేయు సూత్రము: ఆవిరి ఇంజను పనిచేయు విధానమును సింగిల్ ఆక్టింగ్ ఇంజనును [చూ.పు. 156] తార్కాణముగ తీసికొని వివరించవచ్చును. దెబ్బ ఆరంభములో అధిక ప్రేషముతో నీటి ఆవిరి దానిని వెనుకకు నెట్టు ముషలకము యొక్క ముందుభాగమున ప్రవేశపెట్టబడును. ఆవిరి సరఫరా ఆగిపోయి, ఆవిరి అధిక ప్రేషము క్రింద వ్యాకోచము చెంది ముషలకమును సిలిండరు యొక్క రెండవ కొనను చేరునంతవరకు త్రోసివేయును. ముషలకము యొక్క ఈ గమనము సంధానక దండము (కనక్టింగ్ రాడ్), క్రాంక్‌ల ద్వారా అందించబడి, షాఫ్ట్ భ్రమణము చెందును. ఈ షాఫ్ట్ చేతనే ఉపయోగకరమగు పని చేయబడును. ఈ షాఫ్ట్‌నకు జోడించబడిన ఫ్లైవీల్ చేత షాఫ్ట్ ఇంకను పరిభ్రమించును. అప్పుడు ముషలకము ముందుకు పోవుచు ముందు భాగ

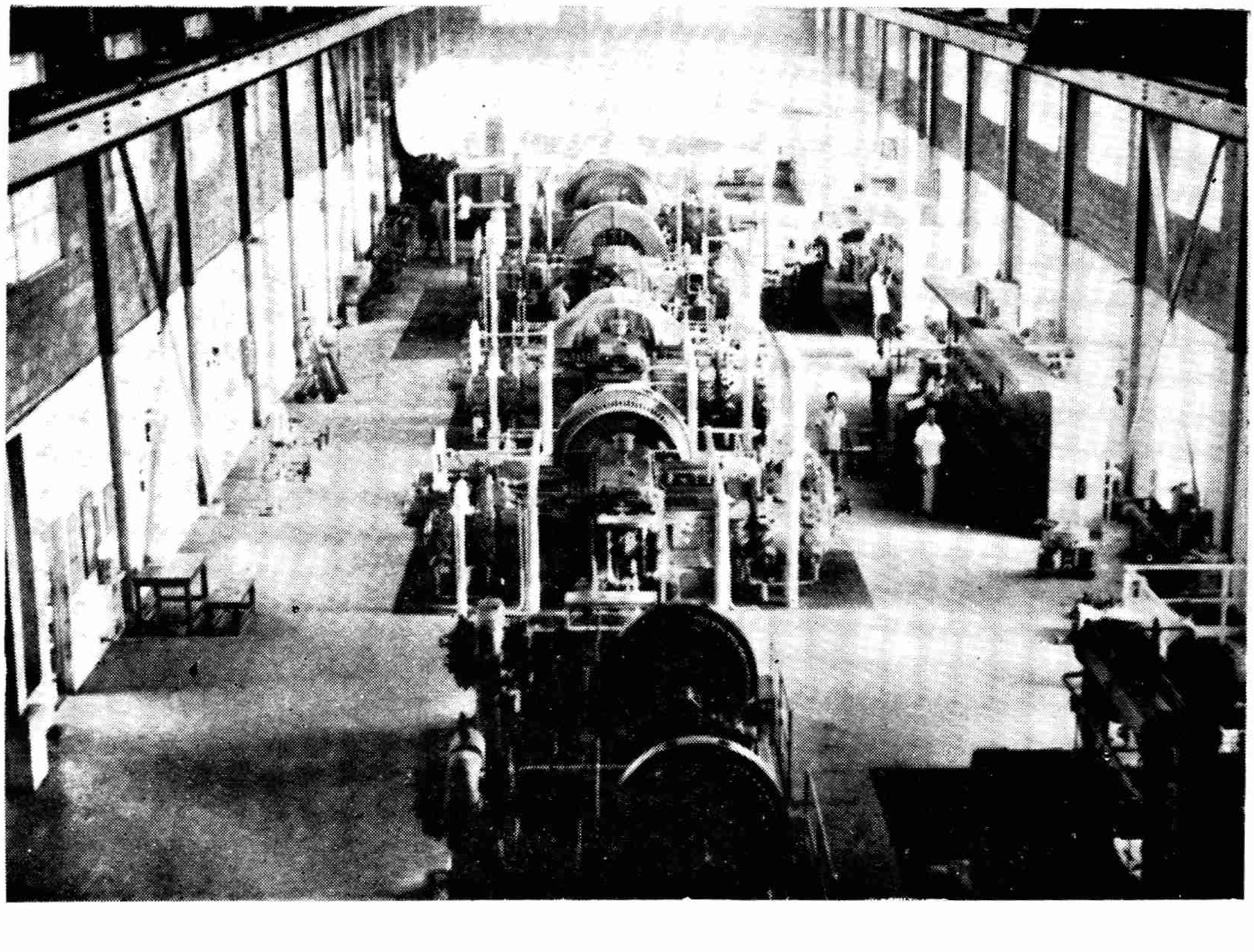


యూరియా ఎరువు తయారీలో యూరియా ప్రిల్ (ఉండలు) గోపురము. కోరమండల్ ఫెర్టిలైజర్స్, విశాఖపట్టణము



కేరళలోని ఫాక్ట్ ఎరువుల ఫ్యాక్టరీ

అమోనియా సంయోజన ప్రక్రియను జరిపించు కర్మాగారమున కంప్రెసరుల వరుస

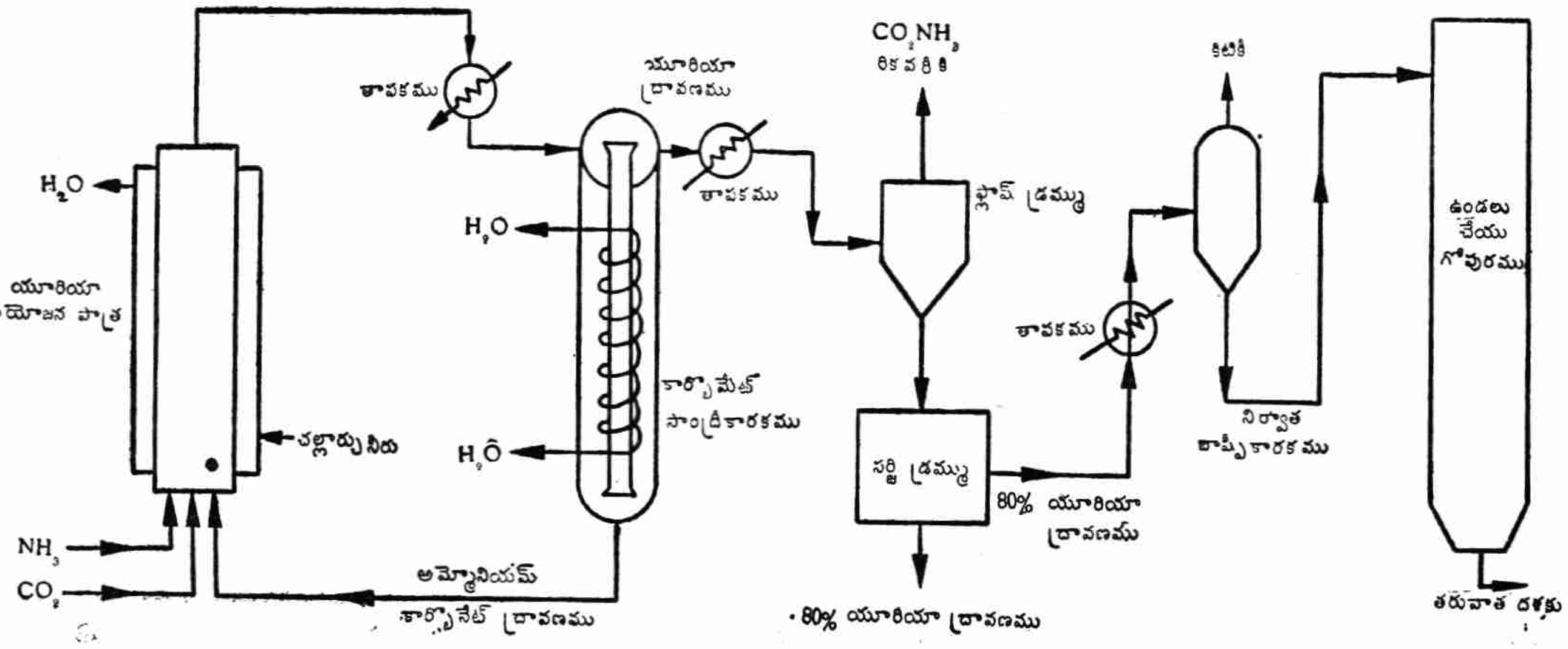


యాకు బదులుగ ఘన ద్రవ్య స్థితిలో ఉన్న అమోనియమ్ కార్బమైడ్ $\left(CO\begin{matrix}ONH_3\\NH_2\end{matrix}\right)$ ఘనీభవించుట జరుగును. ఈ సంతృప్త అంశమును ఒత్తిగిలించుటకై వివిధ ప్రక్రియలు స్థాపించబడినవి.

ఒకే దశలో గాని, ఆంశిక పర్యాయ ప్రక్రియచే గాని ఫలమును సాధించుటలో గల లాభములు: తక్కువ శక్తి వినియోగము, తక్కువ ధరలకు యంత్ర నిర్మాణ సౌకర్యము, ప్రక్రియ ఆచరణ సులభతర సాధ్యము.

చేయబడిన నాళముల ద్వారా పంపుటవలన, మధ్య లభ్యమైన కార్బమైడ్ కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, అమోనియాల క్రింద విడిపోవును. అమోనియాను నైట్రేట్ గానో, సల్ఫేట్ గానో, ఫాస్ఫేట్ గానో మార్చవచ్చును. ఇందు లభ్యమైన 86% యూరియా ద్రావణమును ఇగురబెట్టి ఘనరూపమున గట్టిపడిన తరువాత పూసలు తయారుచేయుదురు.

ద్రావణ పర్యాయ ప్రక్రియ: ఇందు తొలి ఘటకములగు అమోనియా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌లను 2 : 1 అణుభార నిష్పత్తిలో మిశ్రమము చేసి ప్రక్రియను



చిత్రము - 4

మోంటేకటానీ ప్రక్రియా విధానమున యూరియా తయారీ

పర్యాయ ప్రక్రియకు ఉన్న లోపములు: పరికము చాల ధనవ్యయముతో కూడుకొన్నది. అందువలన మదుపును కూడదీయుటకు ఉత్పత్తి రాశి ఎక్కువ చేయవలెను.

ఏకదశ ప్రక్రియ: కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు, అమోనియా ద్రవ్యము 2.5: 1 అణు నిష్పత్తిలో ఒకేసారి ప్రక్రియపాత్రలోనికి పంపుదురు. 224కి.గ్రా. సెం.మీ.^{2}(3,200 ప్సిగ్గుల) ప్రేషములో 185°C (365°F) తాపక్రమము వద్ద వచ్చు ఈ మిశ్రమము యూరియాగా మారును. ఈ ప్రక్రియ యందు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ రాశిలో 60 శాతములు పరివర్తనమును చెందును. ఇందు వెలువడు వేడిమిని పరికర తాపన నాళములందు నీటిని ఆవిరిగా మార్చుటకు ఉపయోగింతురు. ఈ ప్రతిక్రియ పర్యవసానముగ లభించు ద్రవమందు యూరియా, అమోనియమ్ కార్బమైడ్ నీరు, ప్రతిక్రియలో పాల్గొనని అమోనియాయును మిగిలి ఉండును. ఈ మిశ్రముపై ఒత్తిడిని 1.05 కి.గ్రా. సెం. మీ^{2} నకు తగ్గింతురు. ఈ ద్రవమమును నీటి ఆవిరిచే వేడి ప్రారంభింతురు. 160° C- 182° C వరకు తాపక్రమమును 200 వాతావరణముల ప్రేషమును ఈ ప్రక్రియ యందు వాడుదురు. ఇందు ప్రేషము తక్కువగ ఉండుటచే, పాత్రల క్షయము చాల తగ్గి ఉండును. సంయోగమును తప్పించి కొనిన ఘటకములు 30 వాతావరణ ప్రేషములోనికి తేబడుటచే అవి బాష్పీకరించబడును. వీటిని తిరిగి సాంద్రీకరించి మరల ప్రక్రియకు గురి చేతురు.

డూపాంట్ ప్రక్రియ: ఇది సంపూర్ణ చాక్రిక(పర్యాయ) ప్రక్రియ. నేటికిని ఇది ప్రధాన ప్రక్రియగా నిర్వహింపబడుచున్నది. ప్రేషము గల అండాలోని ప్రేషము పర్యాయ క్రియతో సహకరించును. 3 - 5 రెట్లు అమోనియా అధికముగా వాడవలెను. కాని, మాధ్యస్థ ద్రవ్యమగు కార్బమైడ్ తాపక్రమమును 200°C -210°C వరకు హెచ్చించుటచే కార్బమైడ్ యూరియా క్రింద మారును. ఈ ప్రక్రియలో 500 వాతావరణముల ప్రేషమును వాడుదురు. పరికర పాత్ర కుడ్యముల క్షయమును తగ్గించుటకు వాటికి వెండిపూత ఈయవలెను.

స్టాట్స్ మిజెనెన్ ప్రక్రియ: 2:1 మొదలు 5 : 1 వరకు గల నిష్పత్తులలో ఘటకములను కలుపుదురు; 176°C, 250 వాతావరణముల ప్రేషమును ఈ ప్రక్రియకు వలయు అనుకూల పరిస్థితులు. పరిస్థితులు అంత కఠినములు కాకపోవుట వలన స్టెయిన్ లెస్ ఉక్కుతో చేసిన పాత్రలను వాడుట వలన క్షయప్రమాదము సంభవించదు.

కెమికో ప్రక్రియ (యునైటెడ్ స్టేట్స్): మోనో ఈతనోల్ ఎమీన్ ద్రావణములో తక్కిన పరిశ్రమలలో ఉపోత్పన్నముగా లభించు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును కరగింపగా వచ్చిన తక్కిన మలినములనుండి శుభ్ర పరచుదురు. అమోనియాను తిరిగి ప్రేషములో నొక్కి, ప్రేష అండాలలోనికి తిరిగి పంపుదురు. ఈ ప్రక్రియ లెస్సయగు తాపక్రమ నియంత్రణకు వీలిచ్చును.

టోయోకోట్స్ (జపాన్) ప్రక్రియ: దీనికిని, తక్కిన ప్రక్రియలకును మధ్య గల వ్యత్యాసము యూరియా ద్రావ పర్యవసాన ప్రక్రియ. ఇతర ప్రక్రియలలో యూరియా ద్రావణమును 99.5% వరకు సాంద్రీకరించి ఘనస్థితికి తీసికొనివత్తురు. కాని, ఇందులో యూరియా ద్రావణమును 80 - 90% వరకు బాష్పీకరణము వలన కొనకు సాంద్రీకరించి స్ఫటికములుగా తయారు చేయుదురు.

యూరియా ఫార్మ్: ఇది యూరియాను ఫార్మాల్డిహైడ్‌తో సంయోగింపచేసి ఆ ఫలమును కొంచెము నైట్రోజన్ ఎరువుగా వాడుదురు. కె. రా. మూ.

ఎరువులు-II: రాసాయనిక ఎరువులలో ప్రధానములైనవి నైట్రోజన్, భాస్వరము, పొటాసియమ్ అని పేర్కొన్నాము. నైట్రోజన్ ఎరువుల తయారీ కూడా స్థూలముగ ఇదివరకే పరిచయము చేయబడినది [చూ. ఎరువులు—1]. ఇప్పుడు భాస్వర ఎరువులను గూర్చి తెలిసికొందము.

భాస్వర ఎరువులు : ఈ ఎరువులు తయారుచేయుటకు మూడు రకరముల ముడిద్రవ్యములు అందుబాటులో ఉన్నవి: 1. భాస్వరము (ఫాస్ఫేట్) రాయి; 2. ఉక్కు కర్మాగారముల నుండి లభ్యమగు బేసిక్ స్లాగ్; 3. ఎముకలు - కసాయిశాల (కమేలా)ల నుండి లభించునవి.

చాలకాలము నుండి ఎముకల పొడి, గ్వానో (పిట్టరెట్ట ఎరువు), రక్తపుపొడి మొదలగు ద్రవ్యముల ఎరువులు విరివిగా వాడుకలో ఉన్నవి. కాని, ఇప్పుడు వాటి అందుబడి తక్కువ; వాడుకలో ఉన్న భాస్వర ఎరువు మొత్తపు రాశిలో ఇవన్నియు చాల స్వల్పభాగములు.

భాస్వర ఎరువులు అన్నిటికి ప్రధానమైన ముడిసరకు ఖనిజముగా దొరకు ఫాస్ఫేట్ రాయి. ఇది ప్రపంచములో పలుచోట్ల విరివిగా దొరకును. ఈ ఖనిజ భాస్వరము రాసాయనిక సంఘట్టనములో దేశము నుండి దేశమునకు, ఖనిజరాశి నుండి ఖనిజ రాశికి కూడ వేరువేరుగ ఉండును. వీటికి భూ శాస్త్రపరిభాషలో ఆపటైట్‌లు, ఫాస్ఫరైట్లు అని పేరు [చూ. సం. 2; భాస్వరము - పు. 521].

ఫాస్ఫేట్ రాతిలో లభ్యమగు భాస్వరమును మొక్కలు బొత్తిగా జీర్ణించుకొనలేవు. అందువలన పొడిచేసిన ఫాస్ఫేట్ రాయి అమ్ల స్వభావము కల నేలలకే తగినది. ఎరువుగా వినియోగింపబడుటకు ఈ రాతిలో ఉన్న భాస్వరము పంట మొక్కలు జీర్ణించుకొనుటకు తగిన రీతిగా రాసాయనిక ప్రక్రియలచే మార్చబడును. ఈ రాసాయనిక ప్రక్రియలు సాధారణముగా అద్రావ్య ట్రైకాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్‌ను కొంత మోనోకాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్‌గాను ($CaH_4(PO_4)_2 H_2O$) (నీటిలో కరగునది), కొంత డైకాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ గాను (అమోనియమ్ సిట్రేట్‌లో ఇది కరగును) మార్చును.

ఎరువులను తయారు చేయుటకై ఫాస్ఫేట్ రాతిని ఆమ్లీకరించి సూపర్ ఫాస్ఫేట్‌గా మార్చుట ఒక శతాబ్ది కాలమునుండి పరిపాటిలో ఉన్న ప్రక్రియ. ఈ రాసాయనికపు మార్పునందు పాల్గొను ప్రధానమైన అంగ ప్రక్రియ :

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 + H_2O \rightarrow 2CaSO_4 + CaH_4(PO_4)_2 H_2O$$

ఫాస్ఫేట్ రాతిలో కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్ వంటి మలినద్రవ్యములు ఉండుటచే సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఎక్కువ రాశిలో వృథా అగును.

సూపర్ ఫాస్ఫేట్‌ను తయారు చేయుటలో నాలుగు మెట్లు ఉన్నవి: 1. ఫాస్ఫేట్ రాతిని ప్రతిక్రియకు యోగ్యముచేయు పూర్వక్రియ; 2. అమ్లముతో కలుపుట; 3. ఊరబెట్టి తరువాత తడిలేకుండా చేయుట; 4. గడ్డవలె గట్టిపడిన ఫలద్రవ్యమును త్రవ్వి పిండికొట్టి సంచులకు ఎక్కించుట.

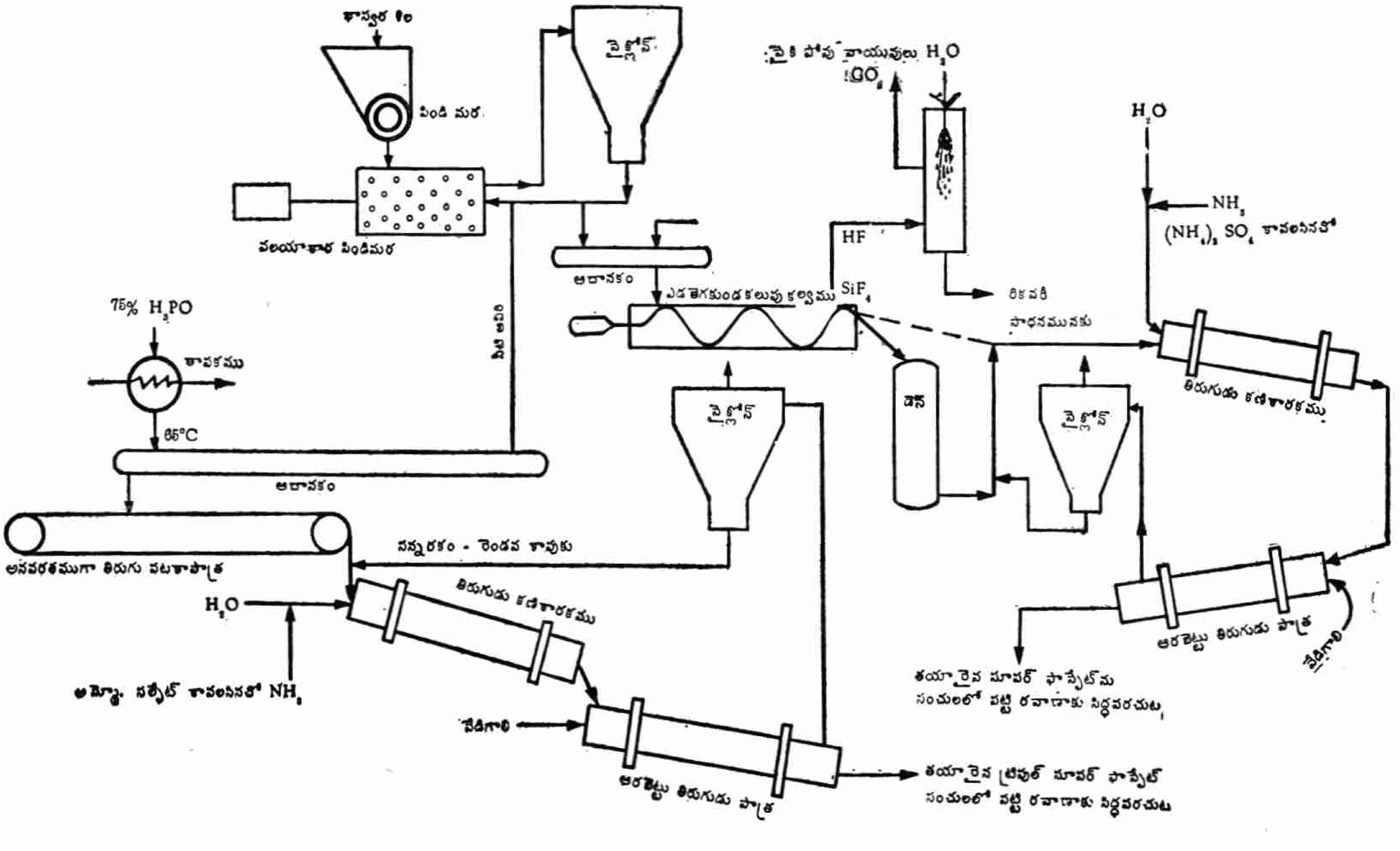
కొన్ని కర్మాగారములందు ఈ ప్రక్రియాపరంపర అవిరతముగ సాగుచున్నను చాల కర్మాగారములందు పై చెప్పిన క్రమమును పాటింతురు.

యంత్రములు రాతిని చూర్ణము చేయును. 80 - 90 శాతము - 100 మెష్‌జల్లెడలో పోగల చూర్ణముగా ఉండవలెను. ఈ ప్రక్రియవల్ల చేకూరు లాభములు: 1. రాసా

* A. P. A. అందుబాటులో భాస్వరామ్లము - సూపర్ లోని భాస్వరము P_2O_5 గా లెక్క కట్టబడినప్పుడు, తటస్థ అమోనియమ్ సిట్రేట్ ద్రావణములో ఎన్నిపాళ్లు కరగునో తెలియజేయును.

యనిక ప్రతిక్రియ వేగము ఎక్కువగ ఉండును; 2. సూక్ష్మ కణములు ఆమ్లముతో ఎక్కువ సంపర్కము కలిగి ఉండుటచే తక్కువగా వాడవచ్చును; 3. తుది సరకు గుణాధికముగ ఉండుటయే గాక, పంట మొక్కలు జీర్ణము చేసికొను స్థితిలో ఉండును.

డెన్ ప్రక్రియ : ఈ ప్రక్రియ యందు రాతిగుండను ఆమ్లముతో కలుపుదురు. పళ్లెమువంటి గానుగలో గుండ్రపు దిమ్మలు తిరుగుచుండును. సీసము పూసిన దుక్క ఇనుముతో చేసిన పళ్లెము యొక్క వ్యాసము దాదాపు 2.5 మీ. (8′)లు; లోతు 0.750 మీ. ($2\frac{1}{2}'$) ఉండును. ఒకమారు ఈ పళ్లెములో 2 టన్నుల ద్రవ్యరాశిని కలుప వచ్చును. ఈ పళ్లెములు ఒక అక్షముపై గిరగిర తిరుగుచుండగా దానిలోని బ్లేడ్ల సమూహము లేదా దిమ్మ పట్టును. వీటిలో రాసాయనిక సంయోగము జరుగుచుండును. ఫలద్రవ్యము ఒక గట్టి ద్రవ్యరాశిగ గడ్డకట్టుకొని పోవును. ఈ తొట్టెల అడుగు ప్రక్కను, సరకును అందుకొను చోటినుండి విడుదల కొనవరకును నెమ్మదిగా చలనములో ఉంతురు. ఇందువలన రాసాయనిక క్రియ జరుగుచున్నంతకాలము ఈ యోగద్రవ్యము చలనములో ఉండును. ఇచ్చట రాసాయనికపు మార్పుకారణముగ వేడిమి విడుదల అగుటచే, ఆ ద్రవ్యమునందు ఉండు కార్బొనేట్ నుండి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్ నుండి హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ మొదలగు బాష్పశీల వాయు ద్రవ్యములు వెలువడును. పైకివచ్చు ఈ వాయువులను నీటి జల్లుతో సంస్కరించి, ద్రావణముగ మార్తురు. ఇచ్చట లభ్యమగు ఫ్లోరిన్ యౌగికములు ఫ్లోరో సిలికేట్ల



చిత్రము - 5

సూపర్ ఫాస్ఫేట్, ట్రిపుల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్ వంటి భాస్వర ఎరువుల తయారీ

జంటలు విరుద్ధ దిశలో తిరుగుచుండును. ముందుగా నిర్ణయించిన రాశిలో రాతిపొడిని, గాఢ్ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను ఒకేసారి గానుగలోనికి నింపి మూడు నిమిషములు కలియపెట్టుదురు. చక్కెర పాకమువలె చిక్కగా ఉండు ఈ మిశ్రమమును మిశ్రణ పాత్ర క్రిందనే ఉండు 'డెన్' అను సంగ్రహణ పాత్రలోనికి దిగజారనిత్తురు. ఈ పాత్ర చతురస్రముగా గాని, స్థూపమువలె గాని ఉండును. దీనిని కాంక్రీట్‌తో గాని, ఇటుకలతో గాని నిర్మింతురు. ఇట్టి తొట్టెలలో ఒకసారి 100 మొదలు 300 టన్నుల వరకు సరకు తయారీకి ఉపయోగించును. ఈ పరికరపు విడుదలకొనను ఒక పిండి యంత్రమును అమర్చి గట్టిద్రవ్యమును ముతక చూర్ణముగా మార్చుదురు. దీనిని బయట కుప్పలుగా పోసి ఆరబెట్టుదురు. ఈ ద్రవ్యము స్థిరపరిస్థితులను అందుకొనిన తరువాత అదే రూపములోనో, రేణు రూపమునకు మార్చియో అంగడిలో పెట్టుదురు.

నిర్విరామ ప్రక్రియ: ఇందు రెండు అవాంతర ప్రక్రియలు కలవు: 1. బ్రాడ్‌ఫీల్డ్ ప్రక్రియ; 2. సాకెట్ సూపర్ ఫ్లో ప్రక్రియ.

బ్రాడ్‌ఫీల్డ్ ప్రక్రియ: వాయువులు పోవుటకు కన్నపు మూత గల ఉక్కుతొట్టిలోనికి ఆమ్లము, రాతిపొడి ఒక్కుమ్మడిగ నిర్విరామముగ ప్రవేశ పెట్టుదురు. తొట్టిలో ఈ మిశ్రమును కలుపుటకు చేతులు గల ఇరుసు తిరుగును. తొట్టినుండి ఈ మిశ్రమము సరిగా క్రింద నుండు మరియొక తొట్టిలోనికి దిగజారును. క్రింది తొట్టిలో రాసాయనిక ప్రక్రియ పూర్తి చెందుటకు 75 నిమిషములు పట్టును. తరువాత మెల్లగా కదులు (నిముషమునకు 1.20 మీ.) బెల్టుమీద ఉక్కు ముక్కలతో తీసికొని వెళ్లిన తరువాత ఈ ద్రవ్యమును నిల్వచేయుదురు.

సాకెట్ సూపర్ ఫ్లో ప్రక్రియ: ఇందు ఒక గోపురపు మీదభాగమునకు గుండకొట్టబడిన రాయి ధూళిరూప ప్రవాహముగను, దానితోకూడ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ జల్లు తుపారరూపమున పంపబడును. గోపురమందు ఈ మిశ్రమము క్రిందికి దిగుసరికి ద్రవ్యము పూర్ణముగ ఆమ్లీకరించబడును. పైకి పోవు హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ వంటి వాయువులను నీటిలో గ్రహించి ఆ వచ్చిన ద్రావణమును సాంద్రీకరింతురు. గోపురము అడుగునుండి వచ్చు సూపర్ ఫాస్ఫేట్ మడ్డి తొలిని ఒక కలుపు యంత్రములోనికి, తరువాత గడ్డ కట్టించు బెల్టు మీదికి పంపించబడును. చివరకు లభ్యమగు ద్రవ్యమును గట్టిగింజల రూపమున మార్చుదురు. దీనికి శ్రేష్ఠమైన భౌతిక గుణములు ఉన్నవి. ఈ గింజలలో మామూలు దానిలోకన్న ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ (P_2O_5) ఎక్కువ పాళ్లలో ఉండును. దానిలో నీటిశాతము మామూలు కన్న తక్కువ. ఇది గడ్డకట్టదు. పొలములో అన్ని వైపుల సమముగా పడునట్లు దీనిని వెదజల్లుట సులభము. పొలములో అవసరము కొద్దీ భాస్వరమును పంటకు పరఫరా చేయును.

భాస్వర ఆమ్లము: ఓబరుఫాస్ పద్ధతి; ఇది చాల ఖరీదయినది. త్రవ్విన ఫాస్ఫేట్ ఖనిజము అంతయు భాస్వర ఆమ్లమును తయారుచేయుటకే వినియుక్తమగుచున్నది. ఈ భాస్వర ఆమ్లము తిరిగి కాల్సియమ్, అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్‌గా మార్చబడును. ఇవి చాల సాంద్రమైన ఎరువులను అందిచ్చును. నూటికి 97 వంతుల భాస్వర ఆమ్లము ఎరువులు తయారుచేయుటకే భారతదేశమందు వినియోగించబడుచున్నది.

ఆర్ద్ర విధానము : ఇందు జరుగు ప్రతి క్రియలను క్రింది సమీకరణము తెలుపును:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 + 6H_2O \rightarrow 3CaSO_4 + 2H_3PO_4$$

ఈ ప్రక్రియ చాల సరళముగ కన్పట్టుచున్నను ఖనిజములో మలినములుగ ఇరుకుకొన్న కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్, కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ వంటివి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో ప్రతికరించి హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును జనింపచేయును. ఇచ్చట జాగ్రత్త తీసికొనదగ్గ విషయమేమన భాస్వరపు రాతిని భాస్వర ఆమ్లముగ మార్చు ప్రక్రియలో గరిష్ఠ అంతిమ ఫలమును పడయుటకు భౌతిక రాసాయనిక పరిస్థితులను ఉచితరీతిని కల్పించవలసి ఉండును. ఏలన ప్రతిక్రియ ముందుకు సాగునదియు, లేనిదియు ఈ పరిస్థితులపై ఆధారపడి ఉండును. మరొక విషయము - రెండవ ఫలద్రవ్యము జిప్సమ్ ($CaSO_4$) ఒడ్డిగిలించుటకు వడపోతకు వీలుగా ఉండునట్లు అది పెద్ద పరిమాణము గల స్ఫటికముల రూపమున ఉండవలయును. ఇటీవల ఈ ప్రక్రియయందు సాధించబడిన మెరుగుల లక్ష్యములు ఈ క్రిందివి: ఫాస్ఫేట్ రాతిని అధిక పాళ్లలో ఆమ్లములోనికి మార్చి, మారని ద్రవ్యపాలు తగ్గించుట; నీటిలో కరగిపోవు ద్రవ్యనష్టమును వీలైనంత తగ్గించుట; సిట్రేట్ లవణములో కరగిపోవు భాస్వర ఆమ్లపు పాలు తగ్గిపోకుండ చూచుట; ప్రతిక్రియ సాగుచున్నప్పుడు నురుగు ఎక్కువగా ఏర్పడకుండ తగు జాగ్రత్త తీసికొనుట; సులభముగ వడపోత జరుగునట్లు జిప్సమ్ స్ఫటికముల పరిమాణము ఉచితపరిమితికి పెంచుట.

వడపోత నుండి లభ్యమగు భాస్వర ఆమ్లము తేటపడు వరకు పెద్ద అండాలలో ఉంచుదురు. విరామము లేకుండ దానిని అండాల నుండి తీసివేయుదురు. జిప్సమ్‌ను కడగి, మరల వాడుదురు. ఇట్లు లభించు 30 - 32% ఆమ్లమును స్వేదనచేసి 55% P_2O_5 ఉండునట్లు చూచి దానిని వాడకమునకు రవాణా చేయుదురు.

హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో ద్రావణీకరించుట: ఇటీవలవరకు భాస్వర ఆమ్ల పరిశ్రమలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌నే వాడుచు వచ్చిరి. ఈ పనికి హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను రాతి చూర్ణమునకు చేర్చి భాస్వర ఆమ్లమును సాధించు పద్ధతి ఇజ్రాయెల్ దేశమునందు ప్రవేశపెట్టబడినది:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 6HCl + 6H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4 + 3CaCl_2 + 6H_2O.$$

ఉత్పత్తి విధములు – ఆర్ద్రప్రక్రియ : 1 సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో సారము తీయుట; 2. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో సారము తీయుట; 3. విద్యుత్ కొలిమి విధానము; 4. గాలి కొలిమి విధానము.

ఈ ప్రధాన ప్రతిక్రియతోబాటు ఖనిజమునందు ఉండు కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్ నుండి హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ విడుదల అగును. ఇవి మరల ఖనిజమందు గల సిలికాతో సంయోగించి హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్‌గ ఫలించును:

$CaF_2 + HCl \longrightarrow 2HF + CaCl_2.$

$6HF + SiO_2 \longrightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O.$

(60% వరకు ఆసిడ్ తయారగును. ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌ను, ఆల్కహాల్ ద్రావణమును వాడి కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ నుంచి వేరు పరచవచ్చును).

గంధక సంపద చాలినంతగ లేని భారతదేశమందు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ప్రక్రియ చాల వాంఛనీయము. భారతదేశపు రాయి భాస్వరమునకు మిక్కిలి ఉపయోగకరము. ఏలన, ఇతర పరిశ్రమల నుండి విడుదల అగు క్లోరిన్ వృథాగా పోకుండ వినియోగపడుటయే కాక దీనికి అగు విదేశీ గంధకమును ఆదాచేసి, ఇతర ముఖ్యమైన, ఆవశ్యకమైన పరిశ్రమలలో వినియోగించవచ్చును.

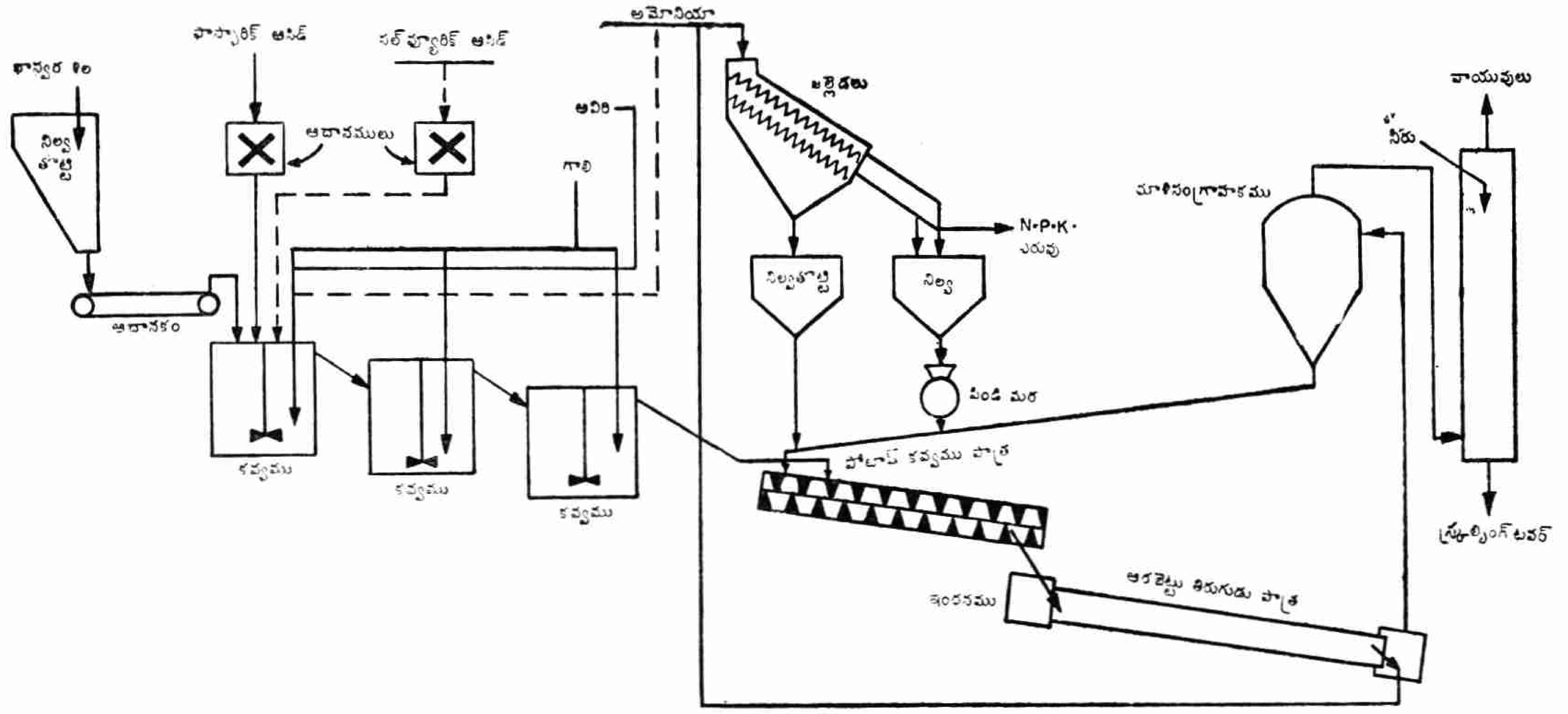
ట్రిపుల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్ : సింగిల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్ మాత్రము భారతదేశమునందు తయారగుచున్నది. అభివృద్ధి చెందిన పారిశ్రామిక దేశములలోవలెనే ట్రిపుల్ ఫాస్ఫేట్‌ను తయారుచేసి, దానిని అమోనియాతో తటస్థీకరించి, దానికి పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ కలిపి N-P-K (నైట్రోజన్ - ఫాస్ఫరస్ - పొటాసియమ్) అను పేరు గల సంకీర్ణ ఎరువులు తయారుచేయు పద్ధతి భారతదేశమునందు అంతగా లాభకారి కాదు. ఫాస్ఫేట్ రాతి చూర్ణముపై భాస్వర అమ్ల చర్యవలన ట్రిపుల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్ తయారగుచున్నది. ఇచ్చట కాల్సియమ్ సల్ఫేట్ ఏర్పడుటకు అవకాశము లేదు:

$$[Ca_3(PO_4)_2]_3 + CaF_2 + 14\,H_3PO_4 \longrightarrow 10\,Ca\,H_4(PO_4)_2 + 2\,HF$$

విద్యుత్తు - గాలి కొలిమి పద్ధతులు : ఫాస్ఫేట్ ఖనిజ చూర్ణమును, బొగ్గు పొడిని సిలికా చూర్ణముతో కలిపి, ఆ వచ్చిన మిశ్రమును విద్యుత్తు కొలిమిలో గాని, గాలి కొలిమిలో గాని ద్రవీకరించి భాస్వరమును సాధించుట ఈ పద్ధతిలో ప్రధాన అంశము. అనగా భాస్వరమును P_2O_5 గా మార్చుట ఇందు ఇమిడి ఉన్న విషయము. ఈ విధముగా ఫలించిన ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ (P_2O_5)ను నీటిలో లీనము గావించినచో భాస్వర ఆమ్లము సిద్ధించును. ఈ పద్ధతి ఎక్కువ

ఈ ప్రక్రియలందు రాతి చూర్ణమును 60-70°C కు వేడి చేయబడిన ఆమ్లముతో యంత్రసహాయమున కలుపుదురు. ప్రతిక్రియ 15 - 20 నిముషములలో పూర్తి అగును. తరువాత ఈ ద్రవ్యమును చిన్న ఉండల రూపమునకు మార్చి, తడి ఆరబెట్టి సంచులకు ఎక్కింతురు.

భాస్వర ఆమ్లము (H_3PO_3) ను ఎక్కువగా కలిపి, ఆ కలిపిన ఎక్కువ ఆమ్లమును అమోనియాతో తటస్థీకరించగ ఫలించిన దానికి పొటాసియమ్ లవణములు చేర్చగ పై వాటికన్న మేలైన రాసాయనికపు ఎరువు సిద్ధించును.



చిత్రము - 6

ట్రిపుల్ సూపర్; అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ తయారీ

ప్రచారములో ఉన్నది. ఈ పద్ధతి విద్యుత్తు ఇంధనముగా చౌకగా అందుబాటులో ఉన్న దేశములలోనే లాభకరముగా వినియోగములో ఉన్నది.

అమోనియా కలిసిన సూపర్ ఫాస్ఫేట్ : అమోనియేటెడ్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్‌ను గాని, ట్రిపుల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్‌ను గాని అమోనియాతో తటస్థీకరించుటవలన కోరదగిన

గుణము కలది, రాసాయనికముగ స్థిరమైనది, రాశి అంతయూ ఒకే రీతిగ ఉండునది, చెమ్మకు తట్టుకొనునది అగు ఎరువు లభించును. ట్రిపుల్ ఫాస్ఫేట్‌ను నిర్జల అమోనియాతో గాని, అమోనియా ద్రావణముతో గాని తటస్థీకరించినపుడు తొలిని జరుగు ప్రక్రియ ఈ క్రిందిది:

అమోనియా చేర్చబడును. నైట్రోజన్ ఎక్కువ పాలులో ఉన్న ఈ ప్రక్రియా ఫలమే డై అమోనియా ఫాస్ఫేట్ ఎరువు. దీనిని స్ఫటికీకరించి సెంట్రిఫ్యూజ్ యంత్రములో స్ఫటికములను ద్రావణమునుండి వేరు చేసి, 150°C గాలితో తడిలేకుండ చేసి అంగడికి పంపుదురు. ఆంధ్ర

$$Ca\,H_4\,(PO_4)_2\,H_2O + NH_3 \longrightarrow Ca\,H\,PO_4 + NH_4\,H_2\,PO_4 + H_2O$$

దీనిలో 1·98% N; 20% $P_2\,O_5$ ఉండును. ఇక మరి కొంత అమోనియాను చేర్చుటవలన మరియొక ప్రతిక్రియ జరుగును:

$$N\,H_4\,H_2\,PO_4 + N\,H_3 \longrightarrow (NH_4)_2\,H\,PO_4$$

దీనిలో 3·96% N; 20% $P_2\,O_5$ ఉండును.

కాని, దీనితో చేరి ఉన్న డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ కారణముగ ఏర్పడు డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్, అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ మిశ్రమము అంత స్థిరముగా ఉండక పోవుటయే కాక, నీటిలో కరగని ట్రై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ కూడ ఏర్పడును. అందువలన ఈ తుది సరకులోని అమోనియా రాశి 100 కి 3.3 పాళ్లకన్న ఎక్కువ ఉండదు.

సింగిల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్‌తో అమోనియా కలిపిన ట్రిపుల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్ వలెనే ప్రతిక్రియ జరుగును. కాల్సియమ్ సల్ఫేట్ లేశములు ఉండుటవలన ప్రతిక్రియలో రెండవదశ ప్రారంభమై డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్, అమోనియా సల్ఫేట్ మిశ్రమము ఏర్పడును:

ప్రదేశ్‌లో విశాఖపట్టణములో ప్రైవేటు రంగమున తయారగు 'గ్రోమోర్' అను వ్యాపారనామము గల రాసాయనిక ఎరువు ఈ కోవకు చెందినదియే.

టి. వి. ఏ. అవిరత ప్రక్రియ: ఇందులో వాయుస్థితిలో ఉన్న నిర్జల అమోనియాను 75-85% భాస్వర ఆమ్లమును పూర్వ ప్రక్రియనుండి లభ్యమగు మాతృ ద్రావణములోనికి పంపి, అవి సంతృప్తమగునట్లు గావింతురు. ఈ ప్రతిక్రియలో ఉదయించు ఉష్ణము ద్రావమునుండి నీటి ఆవిరిని వెడలగొట్టును. ఈ కార్య పర్యవసానముగ ఏర్పడిన స్ఫటికములను వేరుచేసి, సెంట్రిఫ్యూజ్‌లో త్రిప్పి, ఆరబెట్టుదురు.

నైట్రో ఫాస్ఫేట్‌లు: గంధకము దుర్లభమగు భారత దేశము వంటి దేశములలో సంకీర్ణ మిశ్రమమైన ఎరువు ముఖ్యముగా వాంఛనీయము. దీనిని తయారు చేయుటకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌కు బదులుగా నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను వాడుదురు లేదా ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ కలిపి అయినను వాడుదురు. ఫాస్ఫేట్ రాతి గుండను నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో కర

$$(N\,H_4)_2\,HPO_4 + Ca\,SO_4 \longrightarrow Ca\,H\,PO_4 + (N\,H_4)_2\,SO_4$$

అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్‌లు: 1. మోనో అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ ($N\,H_4\,H_2\,PO_4$); 2. డై అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ $(N\,H_4)_2\,H\,PO_4$. ఈ రెండును ఎరువులుగా ఉపయోగములో ఉన్నవి. ఇంతేకాక, ఈ లవణములు యీస్టు పోషణకు ఆవశ్యకమైనవి. అగ్ని ప్రమాదమును అరి

గించినచో క్రింది ప్రక్రియ జరుగును:

$$Ca_3\,(PO_4)_2 + 6\,H\,NO_3 \longrightarrow 2\,H_3\,PO_4 + Ca\,(NO_3)_2$$

ప్రక్రియయందు లభ్యమగు ద్రావణమునకు నిర్జల అమోనియాను కలిపిన ఎడల డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ అవక్షిప్తము అగును:

$$2\,H_3\,PO_4 + 3\,Ca\,(NO_3)_2 + 4\,NH_3 \longrightarrow 2\,Ca\,HPO_4 + 4\,NH_4\,NO_3 + Ca\,(NO_3)_2$$

కట్టుటకు కూడ ఇవి వాడుకలో ఉన్నవి. భాస్వర ఆమ్లమును అమోనియాచే తటస్థీకరించుటవల్ల ఇవి లభ్యమగును:

$$NH_3 + H_3PO_4 \longrightarrow N\,H_4\,H_2\,PO_4$$

$$N\,H_3 + N\,H_4\,H_2\,PO_4 \longrightarrow (NH_4)_2\,HPO_4$$

ఈ నిర్విరామ రాసాయనిక ప్రక్రియ వరుసగా ఉన్న

డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ అవక్షేపమును వడపోత వలన వేరుచేసి మిగిలిన అమోనియమ్, కాల్సియమ్ నైట్రేట్‌ల మిశ్ర ద్రావణమునకు అమోనియమ్ కార్బొనేట్ కలుపుదురు. దీని ఫలముగ కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ అవక్షిప్తము అగును:

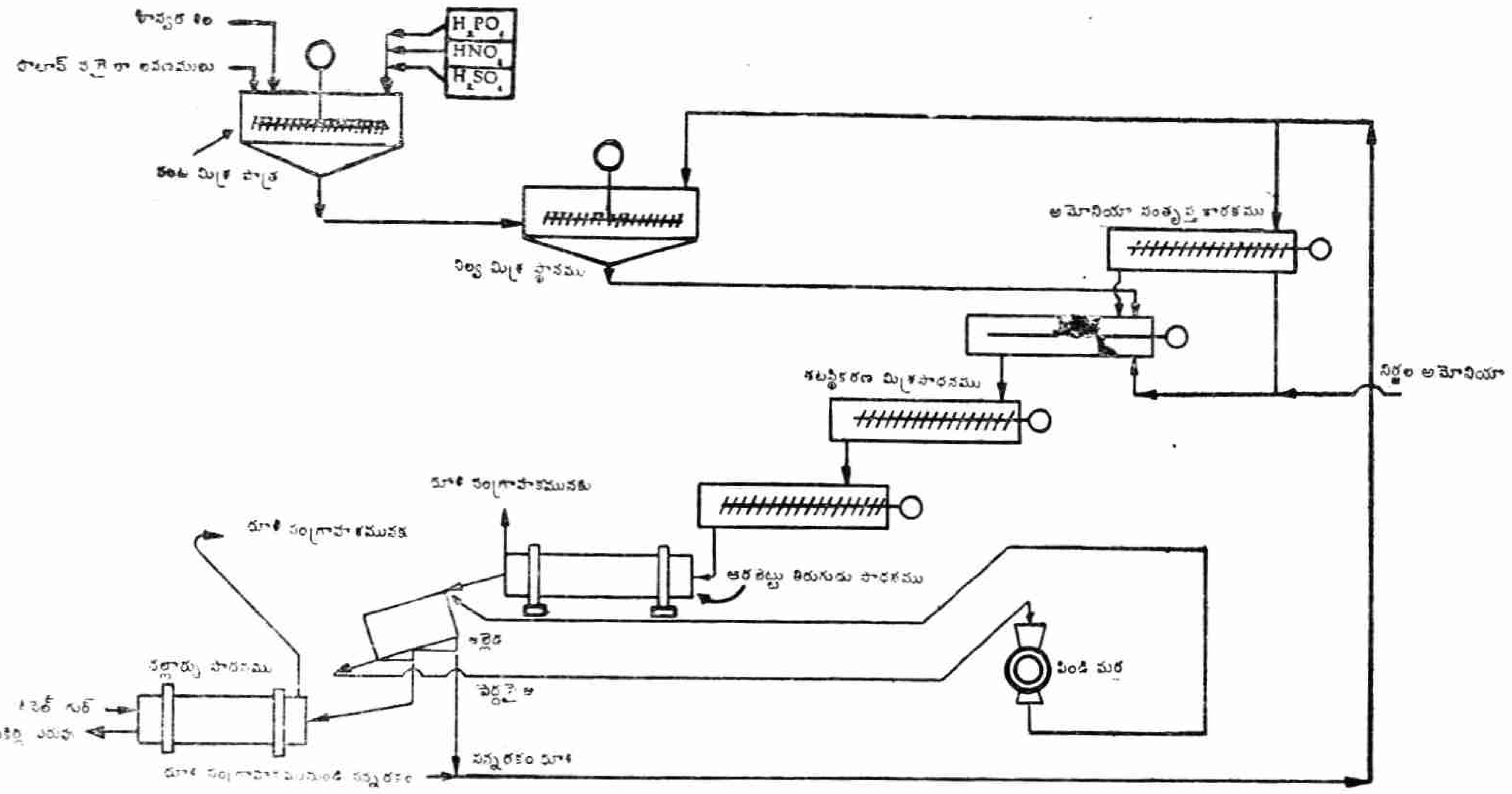
$$Ca\,(NO_3)_2 + (N\,H_4)_2\,CO_3 \longrightarrow 2\,N\,H_4\,NO_3 + Ca\,CO_3 \downarrow$$

మూడు ప్రక్రియా పాత్రలలో జరుగును. నిర్జల అమోనియా వలన మొదటి పాత్రలో 80% తటస్థీకరణము లభించును. లవణమును తయారుచేయుటకు రెండవ, మూడవ పాత్రలలో ఉన్న భాస్వర ఆమ్లమునకు ఇంకను ఎక్కువ రాశులలో

కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌ను మరల వడపోతచే వేరుచేసి మిగిలిన ద్రావణమును సాంద్రీకరించి అమోనియమ్ నైట్రేట్ స్ఫటికములను సాధింతురు. బొంబాయి సమీపమున ట్రాంబేలో తయారైన 'సుఫల' అను వ్యాపార నామ

ముతో రైతులకు అందచేయబడుచున్న రాసాయనిక ఎరువు ఈ తరగతికి చెందినదియే.

(కరగుటకు ప్రారంభించు నంతటి తాపక్రమము వద్ద)కు పంపినను లేదా బాగుగా ద్రవీకరించబడిన ఖనిజముపై



చిత్రము - 7

నైట్రో ఫాస్ఫేట్ తయారీ

డై-కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ (58·3% P_2O_5): ఎరువుగా ఉపయోగించు ఈ లవణము రెండు మజిలీలలో తయారగును. మొదటి మజిలీ: రాతి గుండలో ఉన్న ట్రై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ మోనో కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్‌గా మార్చుటకు చాలినంత హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను రాతి గుండకు కలుపుదురు:

ఆవిరితో కలిసి ఉన్న వాయువును పంపినను ఆ ఖనిజములలో మాలిన్యముగా ఇమిడి ఉన్న ఫ్లోరిన్ బాష్పముగ పైకి వెడలును. మిగిలిన ద్రవ్యమును త్వరగా చల్లార్చినచో, ఇందు ఉండు భాస్వరము పెరుగుచున్న పంటమొక్కలు గ్రహించుటకు అనుకూలమగు స్థితిలో ఉండును.

ట్రై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్: చిన్న ముక్కలుగ చితుక

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4\,HCl + H_2O \longrightarrow CaH_4(PO_4)_2\,H_2O + CaCl_2$$

ఫల ద్రవ్యములు రెండును కరగునవి కనుక లభించు ద్రావణమునకు కాల్చిన సున్నమును చేర్చినచో డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ అవక్షిప్తమగును:

గొట్టబడిన ముడి ఖనిజమును ముద్దగా చేయబడిన ఫాస్ఫేట్ ఇసుకతో కలిపి నిలువు నూనె కొలిమిలో కరగించిన ఎడల 28% సిలికేట్‌లో ద్రావ్యమగు P_2O_5,

$$[CaH_4(PO_4)_2\,H_2O + (CaCl_2)] + CaO + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,CaHPO_4,\ 2H_2O + (CaCl_2)$$

ఈ వచ్చిన బురదను వడపోసి, డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్‌ను వేరుచేసి ఆర బెట్టి అమ్మకమునకు పంపుదురు.

ఫ్లోరీన్ రిక్త ఫాస్ఫేట్ రాతి ఎరువు: ఫాస్ఫేట్ ఖనిజములో మలిన రూపమున ఉన్న ఫ్లోరిన్ కారణమున ఎరువులో ఉన్న ఫాస్ఫేట్ మొక్కలకు అందుబాటులో ఉండదు. అందుచే ఫ్లోరీన్‌ను తొలగించవలెను. ఈ పనికై మూడు పద్ధతులు వాడుకలో ఉన్నవి.

రాతి పొడికి కొంచెము సిలికా కలిపి ఆ వచ్చిన ద్రవ్యమును పొరలుగా నెరపి దాని ఆవిరితో కలిసిన వాయుప్రవాహమును ఫాస్ఫేట్ ఖనిజ కణము ఉపరి తలమున

0.4% కన్న తక్కువ ఫ్లోరిన్‌గల ట్రై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ చిట్టెము లభ్యమగును. వేడికి కరగి ద్రవస్థితిలో ఉన్న ఈ ఫలద్రవ్యమును కొలిమినుండి తీసిన వెంటనే మిక్కిలి వేగముతో ప్రసరించు నీటిధారలతో చల్లార్చి, కణరూపమును ఇచ్చి, జల్లించి, తడి ఆర బెట్టి తయారుచేయుదురు. ఉపోత్పన్నముగ లభించు ఫ్లోరిన్‌ను దట్టముగ సున్నపు రాయి పేర్చిన గోపురము మీదికి ప్రసరింపజేసి సేకరింతురు.

బేసిక్ స్లాగ్: భాస్వరము ఎక్కువగ ఉన్న ఇనుప ఖనిజములనుండి గాలి కొలిమిలో ఇనుమును తయారుచేయు ప్రక్రియలో ఇది ఉపోత్పన్నముగ లభించును. యూరప్

దేశమందు లభించెడి స్లాగ్‌యందు 15% P_2O_5 ఉండును. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో లభ్యమగు దానిలో 8 - 10% P_2O_5 ఉండును.

ఎముకలు: ఒకప్పుడు ఎముకల నుండియే భాస్వరమును తయారు చేయుచుండెడివారు. ఎముకలలో ఉన్న భాస్వరమును రాళ్ళలో ఉన్న దానికన్న ఎక్కువ సులభముగా పంటమొక్కలు గ్రహించగలవు. ఎముకలపై ఆమ్లముల చర్యవలన అందుండు భాస్వరము మొక్కలకు మరింత సులభగ్రాహ్యము. ముడి ఎముకల పొడిలో 22.5% P_2O_5 నైట్రోజన్ ఉండును. ఆవిరితో ఉడుకబెట్టిన ఎముకలలో 25% P_2O_5; 2.5% నైట్రోజన్ ఉండును. కె. రా. మూ.

ఎరువులు - III : ఇంతకుముందు ఎరువులు-I, ఎరువులు - II శీర్షికలలో నైట్రోటన్, భాస్వరము పోషకములను పంట మొక్కలకు ఇచ్చు రాసాయనిక ఎరువుల తయారీని గూర్చి పరిచయము చేయడమయినది. ఇప్పుడు పొటాసియమ్‌ను ఇచ్చు ఎరువులను గూర్చి తెలిసికొందము.

పొటాష్ ఆవశ్యకత: పొటాసియమ్ లవణములు వృక్షములకు ప్రధానమైన పోషక ద్రవ్యములలో ముఖ్యమయినవి. నైట్రోజన్ ఎరువులను మాత్రము విస్తారముగ వాడుక చేయుటచే భారతదేశమునందలి నేలలలో నిల్వ ఉండు పొటాష్ విలువ తగ్గిపోయినది. అందువలన పొటాష్ లవణములు ఎరువుల రూపములో నేలలకు చేర్చవలసిన అవసరము ఉన్నది. ముఖ్యముగా కొబ్బరి కాయలు, ఉర్లగడ్డలు (బంగాళా దుంపలు), పొగాకు, తేయాకు, ప్రత్తి అరటి పంటల విషయములో ఎరువులలో పొటాష్ లవణములు చేర్చుట ఆవశ్యకమయినది.

భారతదేశమునందు సహజములగు పొటాష్ నిధులు లేవు. కావలసినదంతయు విదేశములనుండియే లభించుచున్నది.

ఎరువులుగా పనికివచ్చు పొటాష్ లవణములు సాధారణముగ నీటిలో కరగును. భూమిపైనుండి ఆవిరి అయిపోయిన పూర్వపు సముద్రములనుండి ఈ నిక్షేపములు ఏర్పడును. అట్టి లవణ మిశ్రమునుండి నీటియందు కరగు లవణము ద్రావణముగా వేరుచేసి, ఆ ద్రావణమును వడపోసి ఇగురబెట్టినచో పొటాష్ లవణములు మిగతా వాటినుంచి ఆంశిక (ఫ్రాక్షనల్) స్ఫటికీకరణము వలన వేరుచేయబడును.

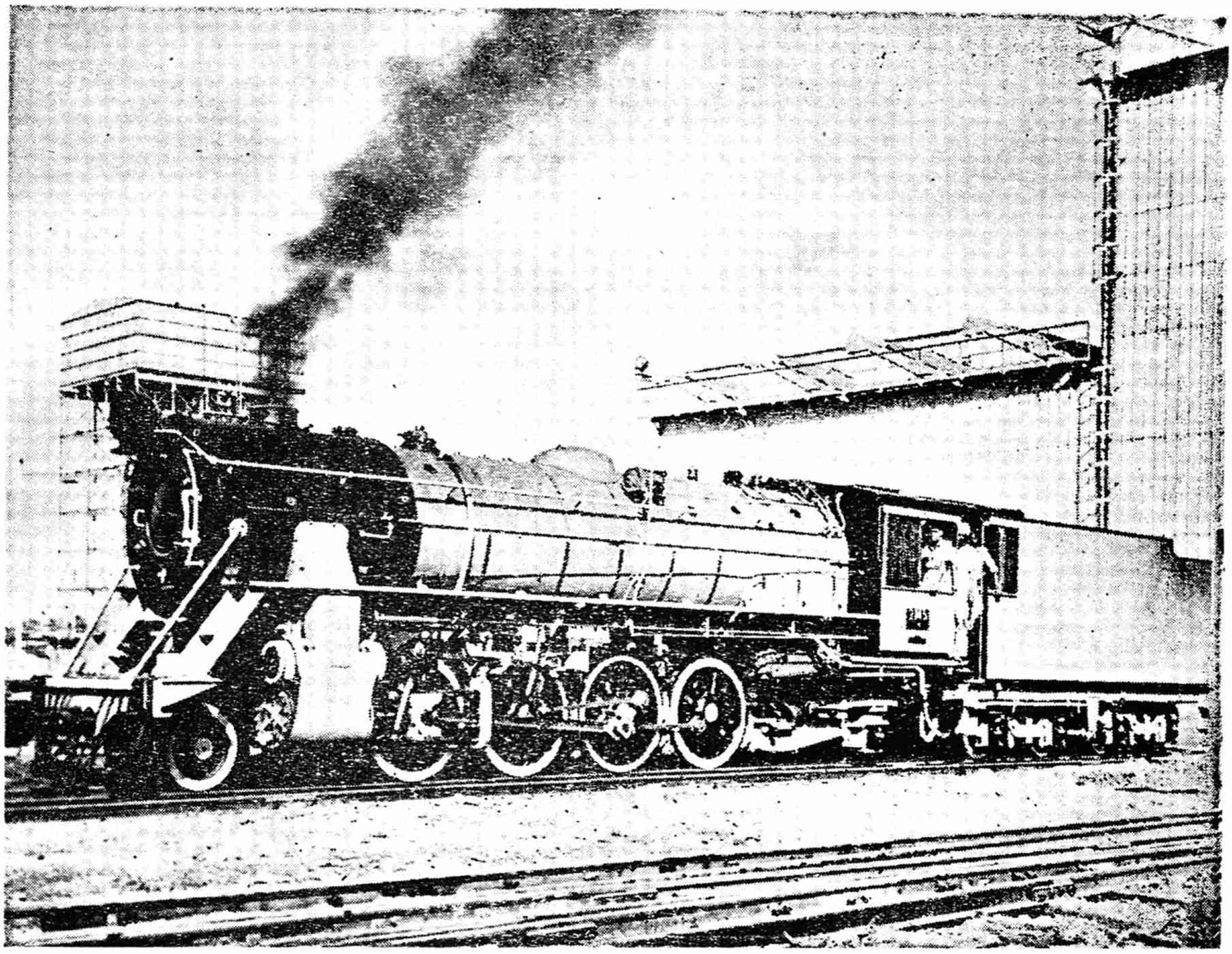
పొటాసియమ్ ఎరువులలో ప్రధానమైనవి పొటాసియమ్ క్లోరైడ్, ఇంకొకటి పొటాసియమ్ సల్ఫేట్, మూడవది పొటాసియమ్ మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్. వీటిలో వరుసగా 60%, 48 - 50%, 22% పొటాసియమ్ (K_2O) ఆక్సైడ్ ఉండును. మొదటి రకపు ఎరువు సంతృప్తికరమైన ఫలములను ఇవ్వనిచో ఖరీదయిన సల్ఫేట్‌ను వాడుదురు.

మిశ్రమ ఎరువులు: నైట్రోజన్, ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్, పొటాసియమ్ ఆక్సైడ్ అనునవి వృక్షపోషక ద్రవ్యములలో సాగుచేయు పంటజాతిని బట్టి నియత నిష్పత్తిలో నేరుగా పొలములో వేయుటకుగాను సిద్ధము చేయబడిన NPK రాసాయనిక ఎరువులు (సూచకములో మొదటి అంకె నైట్రోజన్, రెండవది P_2O_5, మూడవది K_2O ను సూచించును).

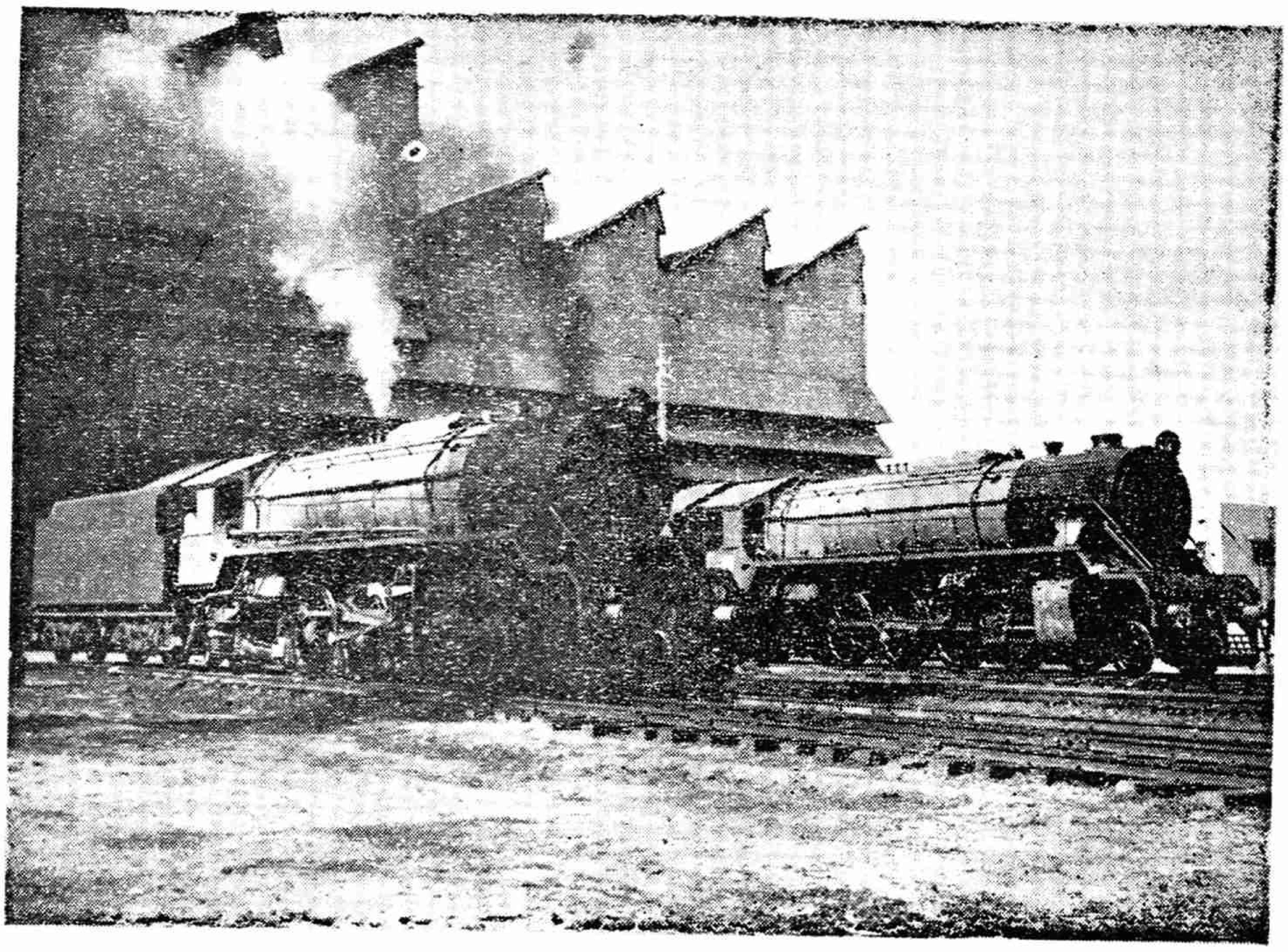
ఈ మిశ్రమ ఎరువులలో ద్రవములు, చూర్ణములు, గుళికలు (గ్రాన్యూలు) వంటివి ఉండును. రెండు పదార్థములు ఉన్న ద్రవరూపపు మిశ్రమ ఎరువుల తయారీకి తక్కువ పెట్టుబడి ధనమును, రవాణా సౌకర్యమును, ఏకైక గుణములు కల భౌతిక స్థితి ఉండుటవలన అవి ఘనపదార్థము కన్న రైతుకు ఎక్కువ లాభకరములు. ఘనపదార్థ మిశ్రములను తగు పాళ్ళలో బాగుగా కలిపి, గ్రాన్యూళ్ళుగా తయారుచేసి, ఎండబెట్టి సంచులకు ఎత్తుదురు. కె.రా.మూ.

ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్‌లు : సంకలన యంత్రములు (యాడింగ్ మెషీన్), సామాన్యమైన గణిత విషయావసరములను తీర్చు గణక యంత్రములు (డెస్క్ కాలిక్యులేటరు) 20 శతాబ్దారంభము నుండియు విస్తారముగ ఉపయోగములోనికి వచ్చినవి. అప్పటి యంత్రములలో మరచక్రముల సహాయముతో లెక్కించుట జరుగుచుండెడిది. ఆ యంత్రములు సులభములైన కూడికలు, తీసివేతలు, గుణకారములు మాత్రమే చేయగలిగెడివి. కాలక్రమమున విజ్ఞాన శాస్త్రము, సాంకేతిక విజ్ఞాన శాస్త్రము అభివృద్ధి పథమును అందుకున్నవి. సంకీర్ణమైన గణిత విషయిక గణనమునకు యాంత్రిక విధానములను పరిశీలించుట అవశ్యమైనది. ఇట్టి పరిశీలనల ఫలితముగా ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలములో ఈ ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్లు ఉద్భవించినవి. కొద్ది సంవత్సరముల కాలములోనే ఈ విభాగములో బ్రహ్మాండమైన అభివృద్ధిని సాధించిరి. ఈ నాటి గణనయంత్రములు దీర్ఘము, సంకీర్ణము అయిన గణనములను ఆశ్చర్యకరమైన శీఘ్రతతో చేయును. ఇంతకు పూర్వము అధిక కాలము శ్రమ వెచ్చించడమే కాకుండా, ప్రస్తుతము ఉపయోగమునకు రావని విడిచిపెట్టబడిన సమస్యలను కూడ ఈ యంత్రములు త్వరితముగా సాధించును.

డిజిటల్ కంప్యూటర్, ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ అని ఈ గణిత్రయంత్రములు రెండు విధములుగ ఉన్నవి. డిజిటల్ కంప్యూటర్ సంకీర్ణమైన 'స్విచ్చింగ్' విధానము కలది.



ఆవిరి రైలు ఇంజను: టాటా లోకోమోటివ్



చిత్తరంజన్ ఆవిరి రైలు ఇంజను కర్మాగారము

Blank Page

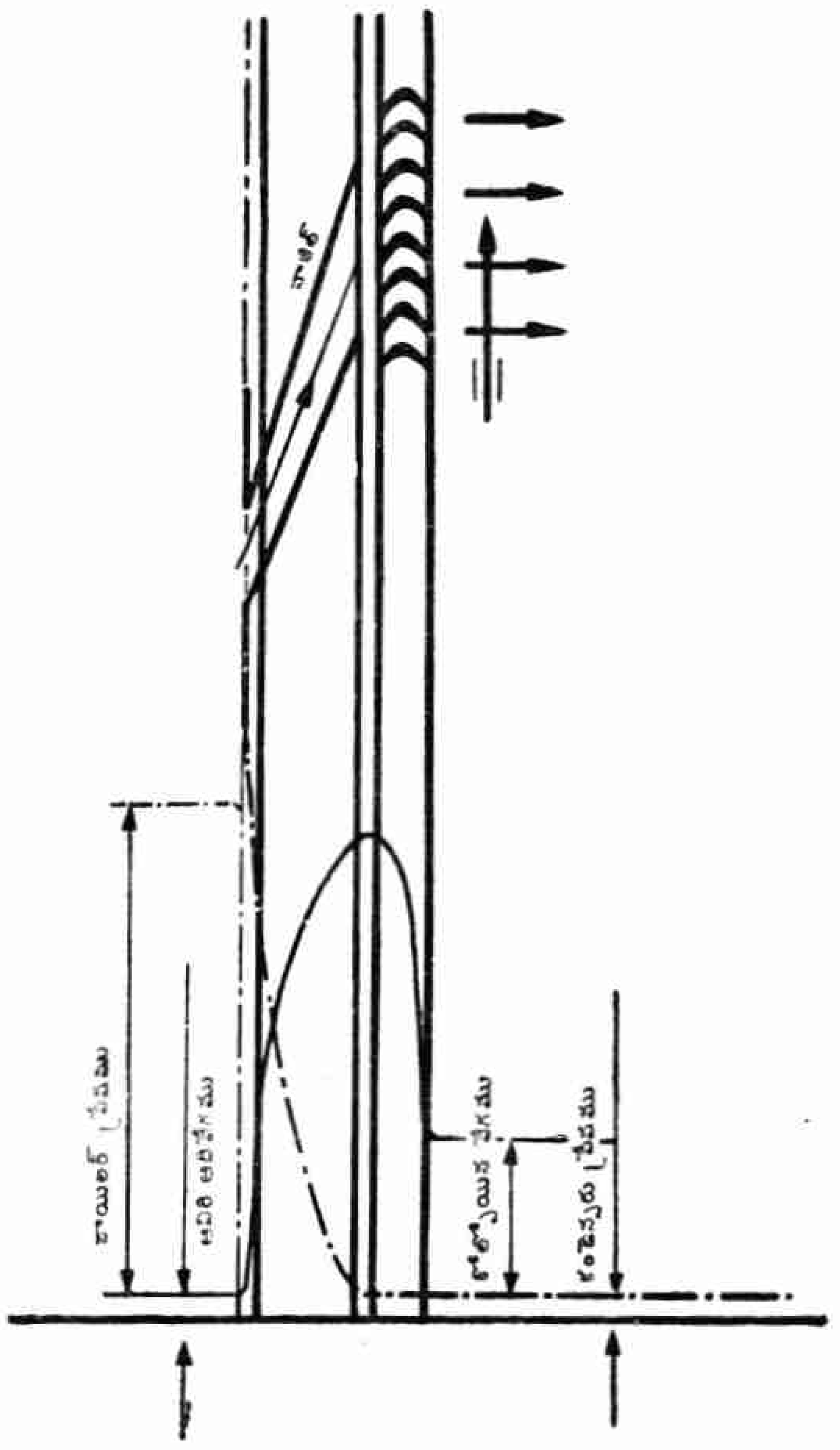
మున బంధింపబడిన ఆవిరిని నిర్గమన కవాటము (ఎక్స్ హాస్ట్ వాల్వు) ద్వారా బయటికి త్రోసివేయును. ముషలకము దాని పురోగమన ఘాతము (ఫార్వర్డ్ స్ట్రోక్) అంతమును చేరుసరికి అది ఒక ఆవృత్తిని పూర్తిచేయును. మరల తాజా ఆవిరి ప్రవేశపెట్టబడి ఆవృత్తి అంతయు పునరావృతమగును.

డబుల్ ఆక్టింగ్ ఇంజనులో ముషలకమునకు ముందు వెనుక భాగములందుండు రెండు ప్రవేశ ద్వారముల గుండ ఒకదాని తరువాత రెండవదానిగుండా జారు కవాటముచే ఆవిరి ప్రవేశపెట్టబడును. ఇది మినహా డబుల్ ఆక్టింగ్ ఇంజను పనిచేయు విధము అంతయు పైన వివరించినట్లే ఉండును. ముషలకము యొక్క పురోగమనము, తిరోగమనములు రెండును ఆవిరి వ్యాకోచముచే జరుగును. ముషలకము యొక్క ముందు భాగమున తాజా ఆవిరి ప్రవేశపెట్టబడునప్పుడు అంతకు పూర్వము ఉపయోగించబడిన ఆవిరి ముషలకముయొక్క వెనుక భాగమునుండి బహిష్కరింపబడును. అదే విధముగ ముషలకము యొక్క వెనుక భాగమున తాజా ఆవిరి ప్రవేశపెట్టబడునప్పుడు, దానికి ముందు ఉన్న ఆవిరి నిర్గమన కవాటము గుండా బయటికి త్రోసివేయబడును. ప్రతి ఆవృత్తి పునరావృత్తి అగునప్పుడు పైన పేర్కొనిన విధముగా ఒకదాని తరువాత మరొకటి జరుగుచుండును.

ఆవిరి ఇంజనుల ఉపయోగములు - ఆధునిక పరిస్థితి : పారిశ్రామిక విప్లవము [చూ. పు. 37]లో ప్రధాన సంచాలకముగ ఆవిరి ఇంజను ప్రముఖ భూమిక నిర్వహించెను. పంపులను, సంపీడనకము (కంప్రెస్సర్)లను నడుపుటకు, విద్యుద్యంత్రము(జనరేటర్)లను నడుపుటకు అది ఉపయోగించబడెను. రైలు ఇంజనులలోను, ఆవిరి నౌకలలోను (స్టీమ్‌బోట్) గమన శక్తిని జనింపజేయుటకు ఆదిలో ఆవిరి ఇంజను ప్రధాన సంచాలకముగ ఉపయోగించబడినది. కాని, తక్కువ సామర్థ్యము (పెద్ద సైజు), ఎక్కువ బరువు కలది అగుటచే ఆవిరి ఇంజను ప్రస్తుతము అట్టి ఉపయోగములను చాలవరకు కోల్పోయినది. పారిశ్రామిక ఉపయోగములలో అంతర్దహన ఇంజనులు (ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను)-[చూ.పు.152], విద్యుత్ మోటారులు ఆవిరి ఇంజను స్థానమును ఆక్రమించినవి. భారీ ప్రమాణములలో విద్యుత్‌ను ఉత్పత్తి చేయుటకు భారీ నౌకలలోను ఆవిరి టర్బయినులు [చూ.] విరివిగా ఉపయోగించబడుచున్నవి. అల్ప పరిమాణ భారములు కలిగి అధిక సామర్థ్యము కలవి అగుటచే ఆవిరి టర్బయినులు ఆవిరి ఇంజనుల స్థానమును ఆక్రమించగలిగినవి. శక్తిమంతములగు డీసెలు, విద్యుత్ రైల్వే మార్గములు ప్రపంచమంతటా అభివృద్ధి చేయబడుచుండుటచే రైలు ఇంజనులలో సహితము ఆవిరి ఇంజను ఉపయోగము క్రమముగా తగ్గుచున్నది.

ఇన్ని ప్రతిబంధకములు ఉన్నప్పటికి అల్ప పరిమాణములలో ఆవిరి టర్బయినుల కన్న ఆవిరి ఇంజనులు ఎక్కువ ప్రయోజనకరములుగ ఉండుటచే అవి కూడ ఉపయోగములోనే ఉన్నవి. ఆ విధముగ పంపులు, సంపీడనకములు (కంప్రెసర్) మున్నగు సాధనములలో ఇతర ప్రయోజనముల కొరకు సమృద్ధిగా నీటి వసతి లభ్యమగుచోట్ల ఆవిరి ఇంజనులు ఉపయోగించబడుచునే ఉన్నవి. ఎల్.కృ.మూ.

ఆవిరి టర్బయిను (స్టీమ్ టర్బయిను): అధిక ప్రేష, అధిక తాపక్రమములతో కూడిన నీటి ఆవిరియందలి ఉష్ణ శక్తిని యాంత్రిక సంబంధమయిన పని (మెకానికల్ వర్క్)గా మార్చు యంత్రమును ఆవిరి టర్బయిను అందురు. క్రీ.శ. 50 లో అలిగ్జాండ్రియా నివాసి హీరో ఆవిరి టర్బయినును మొట్టమొదట కల్పన చేసేనట్లు చారిత్రక ప్రసిద్ధి. కాని, గత శతాబ్దాంతమున డీలావెల్ దానికి మొట్టమొదట ఆచరణ సాధ్యమగు డిజైనును తయారు చేయుటతో ఆధునిక ఆవిరి టర్బయిను పురోగతి ఆరంభమయ్యెను. ఎస్. ఏ. పార్సన్, సి.జి. కుర్టిస్ కూడ ఆవిరి టర్బయిను అభివృద్ధికి చాల నిర్వాహము చేసిరి. ఉష్ణ శక్తిని గతిజ శక్తిగా మార్చుటకు అధిక ప్రేషములో ఉన్న నీటి ఆవిరి నాజిల్ అనబడు వివిధ విస్తీర్ణములు గల మార్గముగుండ పంపుట ద్వారా వ్యాకోచము పొందింపబడును. అధిక వేగము గల ఈ నీటి ఆవిరి సూటిగ భ్రమణము చెందు చక్రపు అంచులకు అమర్చబడిన ఆకు (బ్లేడు)ల మీదకు పంపబడును. ఇచ్చట నీటి ఆవిరి గతిభారము (మొమెంటమ్)లో మార్పుసంభవించి, ప్రతిఘటన బలమును



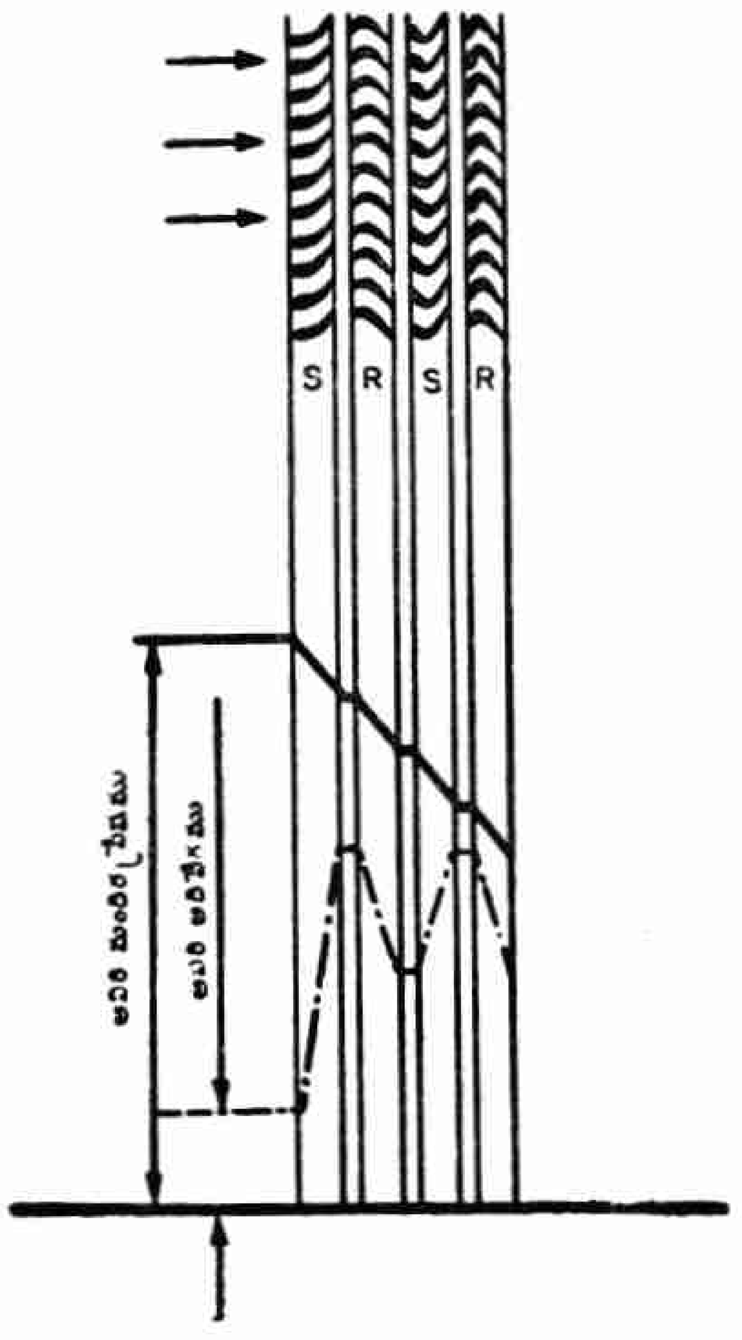
చిత్రము - 1

సరళమైన ఇంపల్స్ టర్బయిను

అధిగమించుటకై ఆవశ్యక బలము సృష్టించబడును. ఆవిరి టర్బయినులలో ఆకుల వేగము ఆవిరి వేగమునకు అనుపాతములో ఉండును. కనుక, ఆవిరి యొక్క పూర్ణశక్తి ఒక జత చక్రములలోనే ఉపయోగింపబడినచో అది చాల అధిక ద్రుతి (షాఫ్ట్ స్పీడ్) ని కలుగజేయును. ఈ అవరోధమును అధిగమించుటకు ఒకే ఇరుసుపై అనేక ఆకులు కంకణాకారము (మల్టిపుల్ బ్లేడ్ రింగ్)లో అమర్చబడి ఉండును. దీనిని ఆవిరి టర్బయినులను సంయుక్త పరచుట అందురు.

గమనము చెందుచున్న ఆకులనుండి వెలికి పోవు నీటి ఆవిరి ప్రేషము ప్రవేశ మార్గము వద్ద ప్రేషమునకు సమానము అయిన ఎడల ఆ టర్బయిను ఆఘాత టర్బయిను (ఇంపల్స్ టర్బయిన్) అందురు. అందుకు భిన్నముగ, నీటి ఆవిరి గమనము చెందు ఆకులగుండ పోవునప్పుడు వ్యాకోచము చెందిన ఎడల ఆ టర్బయిను ఆఘాత - ప్రతిఘాత టర్బయిను (ఇంపల్స్ రియాక్షన్ టర్బయిన్) అనియు అందురు.

గత డెబ్బదిఏండ్లలో శక్తి శాస్త్రము యాంత్రిక ఆధిక్యమును కలిగి ఉండుటచే ఆవిరి టర్బయిను క్రమేణా పరిపూరక ఆవిరి ఇంజను స్థానమును పూర్తిగా ఆక్రమించినది. ఈనాడు తెర్మల్ విద్యుత్ కేంద్రములు అన్నిటియందును ప్రధాన సంచాలకములుగ ఆవిరి టర్బయినులు ఉపయోగించ బడుచున్నవి. పెద్ద నౌకలను నడుపుటకు సహితము భారీ ఆవిరి టర్బయినులు ఉపయోగమున ఉన్నవి. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో పెన్సిల్ వేనియా రైలు రోడ్డు కంపెనీ వారు రైలు ఇంజనును ఆవిరి టర్బయినుతో నడుపుటకై ప్రయోగములు కొనసాగించిరి. తెర్మల్ విద్యుత్ కేంద్రములలో ప్రప్రథమముగ 1901 లో హార్ట్‌ఫోర్డ్ వద్ద కాన్ ఎలక్ట్రిక్ లైట్ కంపెనీవారిచే (2,000 హార్స్ పవర్ కలిగి నిముషమునకు 200 భ్రమణ వేగము గల) ఆవిరి టర్బయిను వ్యవస్థాపితము కావింపబడినది. ఈనాడు ప్రపంచము అంతట అనేక విద్యుత్ కేంద్రములలో 300 మెగావాట్టుల సామర్థ్యము గల అనేక ఆవిరి టర్బయినులు పని చేయుచున్నవి. అన్నిటిలోనికి పెద్దది అయిన ఆవిరి టర్బయినును యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఎడ్డీస్టోన్ వద్ద ఫిలడెల్ఫియా ఎలక్ట్రిక్ కంపెనీవారు వ్యవస్థాపితము చేసిరి. 500 మెగావాట్టుల సామర్థ్యము గల టర్బయినుకు 350 కి. గ్రా./సెం. మీ^{2}. (5000 పౌనులు/చ. అం) 650°C (1200°F) తాపక్రమము వద్ద నీటి ఆవిరి సరఫరా చేయబడును. యునైటెడ్ కింగ్‌డమ్, యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశములలో వివిధ ప్రదేశముల వద్ద అటువంటి పెక్కు టర్బయినులు ఇటీవల నెలకొనినవి. భారతదేశములో గల భారీ ఆవిరి టర్బయిను ట్రాంబే తెర్మల్ పవర్ స్టేషన్ (బొంబాయి) వద్ద ఉన్నది. అది 100 మెగావాట్టుల సామర్థ్యము కలది.



చిత్రము - 2

ఇంపల్స్ రియాక్షన్ టర్బయిను
S=స్థావర, R=చలించు

ప్రస్తుతము తనకు కావలసిన ఆవిరి టర్బయినులు అన్నింటిని భారతదేశము ఇతర దేశములనుండి దిగుమతి చేసికొనుచున్నది. ఇకముందు భారతదేశములో అవసరముగు ఆవిరి టర్బయినులు అన్నింటిని భోపాల్ నందలి హెవీ ఎలక్ట్రికల్స్ సంస్థ తయారు చేయును (1968).

మూడవ పంచవర్ష ప్రణాళిక అంతమునకు భారతదేశములో విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయుటకై వ్యవస్థాపిత సామర్థ్యము 1,01,70,000 కిలోవాట్టులు. దీనిలో 60% విద్యుచ్ఛక్తి ఆవిరి టర్బయినులు ప్రధాన సంచాలకముగ ఉత్పత్తి చేయబడినది.

బాక్స్.

ఆవిరి బాయిలర్: అధిక ప్రేష పరిస్థితులలో ఆవిరిని జనింపజేయుటకు ఉపయోగపడు మూయబడిన పాత్రను 'బాయిలర్' అందురు. సర్వసాధారణముగ నీటి ఆవిరిని జనింప జేయుటకై అది ఉపయోగించబడుటచే బాయిలర్ అను పదము 'ఆవిరి బాయిలర్'ను సూచించును. ఆవిరి జనకము (స్టీమ్ జనరేటింగ్ యూనిట్) అనునది ఆధునిక బాయిలర్‌లో క్లిష్ట నిర్మాణ వ్యవస్థ గలది. ఇందు ఫీడ్ పంపులు, పంకాలు, ఎకనమైజర్‌లు మొదలగు ఉపకరణములు చేరి ఉండును.

ప్రారంభ దశలో బాయిలర్ ఆకృతి బోలుగోళముగా గాని, స్తూపాకారముగా గాని ఉండెడిది. కాని, వీటి పరిమాణము ఇంధన వ్యయములలో గల అరిష్టముల వలన నేడు అట్టి బాయిలర్‌లు ఉపయోగములో లేవు. ఆధునిక బాయిలర్‌లు ఒకటి లేదా అంతకన్న ఎక్కువ శీర్షము (హెడర్స్) లకు గాని, డ్రమ్‌లకు గాని సంధానము చేయబడిన పెక్కు గొట్టములతో కూడియుండి ఏదైన ఇంధనముచే వేడి చేయబడును. పొయ్యి (ఫర్నేస్) బాయిలర్‌లతో చేరి ఉండును. ఇది గొట్టములతో ఏర్పడి బాయిలర్‌లో ఒక భాగముగ ఉండును. అనేక విడిభాగములను కూర్చి బాయిలర్‌లను పూర్తిగా ఒకచోటనే నిర్మింతురు. ఇట్టివి

చిన్నవి, పెద్దవి అవసరమును బట్టి సైజులలో మార్పు ఉండును. కొన్ని ఆవిరి బాయిలర్లు 100 మీ. ఎత్తు కూడ ఉండును.

మానవుల నుండి లేదా జంతువుల నుండి లభించు శక్తి కన్న అధికమయిన శక్తిని జనింప చేయుటకు మానవుడు ప్రయత్నించినప్పుడు ఆవిరి ఇంజనులతో పాటు బాయిలర్లు అభివృద్ధి చేయబడినవి. ప్రారంభ దశయందలి బాయిలర్లు 0.35 కి. గ్రా /సెం. మీ.^{2} నుండి 0·70 కి. గ్రా./సెం. మీ.^{2} (5 నుండి 10 చతురపు అంగుళమునకు/పౌనులు) వరకు అల్ప ప్రేషములలో ఆవిరిని జనింపచేసినవి. ప్రేషములు చాల అల్పమైనవి అగుటచే ఆ బాయిలర్లు పోతఇనుము, సీసము, కొయ్య, ఇటుకలు మొదలగు బలహీనమైన పదార్థములతో నిర్మింపబడినవి. కాని, ఆవిరి ఇంజనులు అభివృద్ధి చెందుటతో అధిక ప్రేషములలో ఆవిరిని అందించ గల బాయిలర్లను రూపకల్పన చేయవలసి వచ్చెను. అట్లు అభివృద్ధి చేయబడిన బాయిలర్లలో మొదటిది జేమ్స్‌వాట్ ఇనుముతో నిర్మించిన వాగన్ బాయిలర్. ఇందు ఇనుప కడ్డీలను ఉపయోగించి సమమట్టము గల ఉపరితలములను నిర్మించి, ఇటుక నిర్మాణము సాధ్యమైనంతవరకు తగ్గించబడెను. ఆ తరువాత ఆవిరి ఉత్పత్తిలో అనేక మార్పులు ప్రవేశపెట్టబడి, ఆవిరి ప్రేషములు అధికము చేయబడినవి; కాని, మిశ్రిత ఆవిరి ఇంజనులు కల్పనతో అట్టి ఆవశ్యకతలు మరింత అనుల్లంఘ్యమైనవి. 20 వ శతాబ్దములో ఆవిరి టర్బయినులు అభివృద్ధిలోనికి వచ్చుటతో బాయిలర్ రూపకల్పకులు గొప్ప భారమును వహించవలసి వచ్చెను. 1960 నాటికి రూపకల్పన చేయబడిన బాయిలర్లు 350 కి. గ్రా./సెం. మీ. (5000 పౌ చ. అం), ప్రేషము 650°C (1200°F) తాపక్రమము గల ఆవిరిని జనింప చేయుచున్నవి. కొన్ని బాయిలర్లు గంటకు 13 లక్షల కి. గ్రా. ఆవిరిని జనింపచేయగలవు. ఈ నాడు బాయిలర్లు కఠినమైన నియమములతో పని చేయవలసి ఉండుటచే బాయిలర్లలోని ప్రేష భాగములు ఉక్కుతోను, అధిక తాపక్రమ భాగములు ఉక్కుధాతు మిశ్రములతోను తయారు చేయబడుచున్నవి.

అగ్నినాళ బాయిలర్-జలనాళ బాయిలర్: బాయిలర్లు అగ్నినాళ బాయిలర్ (ఫైర్ ట్యూబ్ బాయిలర్), జలనాళ బాయిలర్ (వాటర్ ట్యూబ్ బాయిలర్) అని రెండు రకములు. మొదటిరకపు బాయిలర్లో చిమ్నీ వాయువు నాళముల గుండాను, నీరు నాళములకు బాహ్యమున ప్రవహించును. రెండవరకపు బాయిలర్లో నాళములోపల నీరు, బాహ్యమున చిమ్నీవాయువు ప్రవహించును. అగ్నినాళ బాయిలర్లో ఋజునాళములు, జలనాళ బాయిలర్లో ఋజు లేదా వక్ర నాళములు ఉపయోగించబడును.

రెండు రకముల బాయిలర్లకు కొంతవరకు నీటితో నింపబడిన డ్రమ్ అవసరము. అది ఆవిరి బుడగలను మసల ద్రవ్యమునుండి వేరుచేయుటకు అనుకూలించును. అగ్నినాళ బాయిలర్ పనిచేయుటకు పరిమితి కలదు; అధిక ప్రేషములతో పనిచేయుటకు అది ఉపకరించదు. కాని, జలనాళ బాయిలర్లను 176 కి. గ్రా./సెం. మీ.^{2} (2,500 పౌ చ.అం) ప్రేషముతో గంటకు 4 లక్షల కి.గ్రా.(10,00,000 పౌనులు) ఆవిరిని సరఫరా చేయుటకు రూపకల్పన చేయవచ్చును. కాని, అగ్నినాళ బాయిలర్లు నిర్మాణములో సరళములు; అల్ప ప్రేషములకు, అల్ప సామర్థ్యములకు అవి మిత వ్యయముగ పనిచేయును. జలనాళ బాయిలర్ అధిక ప్రేషములలో గరిష్ఠ సామర్థ్యము కలిగి ఉండును. పని చేయుటలో భద్రత కలిగి ఉండుటయే గాక అది ఆవిరిని త్వరితముగ జనింపచేయును.

హీటర్లు: అతితాపకము (సూపర్ హీటర్)లు, పునఃతాపకములు (రీ హీటర్)లు, ఎకనమైజర్లు, వాయు తాపకము (ఎయిర్ హీటర్)లు అనునవి బాయిలర్లలో ఉండును.

బాయిలర్ డ్రమ్ నుండి నీటి ఆవిరి ఒక కట్ట నాళముల గుండా ప్రవహించుచు చిమ్నీవాయువు నుండి అధిక ఉష్ణమును మరల గ్రహించి సంతృప్త తాపక్రమము కన్న అధికముగ వేడెక్కును. ఇట్టి ఆవిరి 'అతి తప ఆవిరి' అనబడును. ఆ కట్ట నాళములు సూపర్‌హీటర్లు అనబడును. అతి తాపక నాళములను అనుకూలమైన స్థానములో ఎచ్చటనైన ఉంచవచ్చును. కొన్ని సందర్భములలో అవి నాళముల మధ్య ఉంచబడును. వాటిని పొయ్యి రంధ్రమునందు లేదా పొయ్యిగోడల వెంబడి గాని ఉంచవచ్చును.

పునఃతాపకము (రీ హీటర్)లు కూడ ఆవిరిని వేడి చేయును. అయితే, ఇచ్చట ఆవిరి టర్బయిను అధిక ప్రేష దశల నిర్గమనమునుండి ఆవిరి గ్రహించబడును. అల్ప ప్రేష దశలలో ఆవిరి వ్యాకోచింపబడి, అధిక ప్రేషదశనుండి వచ్చినచో దానియందు తేమ ఎక్కువగా ఉండును. దీనిని తొలగించుటకై ఆవిరి పునఃతాపక నాళములలో దాదాపు 'అతి తప్త ఆవిరి' తాపక్రమము వరకు వేడి చేయబడును. పునఃతాపక దశలు అనేకము ఉండవచ్చును.

అధిక తాపక్రమమువద్ద అధిక ప్రేష ఆవిరిని ఉత్పత్తి చేసినప్పుడు చిమ్నీ వాయువు కూడ అధిక తాపక్రమముతో వెలుపలికి వచ్చును. అందుచే దానియందు అధిక

తప్తత ఇమిడి ఉండును. ఈ అధిక ఉష్ణములో కొంత భాగమును ఎకనమైజర్‌ను ఉపయోగించి తిరిగి పొంద వచ్చును. ఈ ఎకనమైజర్ కూడ ఒక కట్ట నాళములతో కూడి ఉండును. ఇది బాయిలర్‌లోనికి ప్రవేశ పెట్టబడు నీటిని ఆవిరి డ్రమ్‌లోనికి ప్రవేశించుటకు ముందే వేడిచేయును. చిమ్నీవాయువునందలి మరికొంత ఉష్ణమును వాయు పూర్వ తాపకము (ప్రీ హీటర్) అను ఉపయోగించి తిరిగి పొందవచ్చును. బయటికి వెడలు వాయు ప్రవాహములో ఉంచబడు ఈ వాయు పూర్వ తాపకములు రెండురకములు. అవి : 1. నాళాకార (ట్యూబ్యులర్); 2. పునర్జనన (రీ జనరేటివ్) నాళాకార రకములో వేడి వాయువులు నాళములగుండా గాని, వాటికి బాహ్యమున గాని ప్రవహించును. దహన వాయువు ప్రత్యామ్నాయ తలముగుండా ప్రవహించును. పునర్జనక వాయుతాపకములు ముడతలుగా చేసిన ప్లేటులు చక్రముపై ఆకులువలె అమర్చబడి ఉండును. చక్రము తిరుగునప్పుడు అది మొదట వాయుప్రవాహములో ప్రవేశించి ఉష్ణమును గ్రహించును. ఆ తరువాత అది వాయు ప్రవాహములో ప్రవేశించి ఆ ఉష్ణమును ఇచ్చి వేయును. ఇట్లు వేడి చేయబడిన వాయువు దహింపబడు ఇంధన-వాయు మిశ్రమును ముందుగా వేడి చేయుటకు, దహన సామర్థ్యమును మెరుగు పరచుటకు ఉపయోగపడును.

బాయిలర్ ఉపకరణములు: ప్రేషమాపకములు, జ్వలన స్తంభములు, ట్రైకాక్‌లు, రక్షక కవాటములు మొదలగు పరికరములతో బాయిలర్ సిద్ధము చేయబడును. వానిలో కొన్ని సూత్ర ప్రకారము (ఉదా: రక్షక కవాటములు), మరికొన్ని బాయిలర్ సామర్థ్యమును పెంచుటకు, కార్య సౌలభ్యమునకు ఏర్పాటు చేయబడును.

బాయిలర్ నందలి ఆవిరి ప్రేషమును సూచించుటకు ప్రేషమాపకములు ఉపయోగపడును. ఇవి వంగు నాళముల వలె ఉండును. దీర్ఘవృత్త ఆకారములోని గొట్టము ఒక చాపమువలె వంచబడి ఒక కొనవద్ద మూయబడును. రెండవ కొన ప్రేష పాత్రకు కలుపబడును. ప్రేషము వృద్ధి అగుకొలది వంగిన నాళము నిదానమగుటకు ప్రయత్నించును. అప్పుడు అది సూచికను కదిలించి ప్రేషమును సూచించును.

పాత్రయందు నీటిమట్టమును సూచించుటకు నీటి స్తంభములు ఆవశ్యకము. అల్ప నీటిమట్టము ఉన్నప్పుడు ధాతువు అధికముగ వేడెక్కును; అధిక నీటి మట్టము ఉన్నప్పుడు ఆవిరితోపాటు నీరు కూడ పోవును. కనుక, పాత్రయందలి నీటి మట్టమును ఎప్పటికప్పుడు సూచించుటకు జల స్తంభములు అత్యంత ప్రధానమైనవి. జల స్తంభములు పనిచేయనప్పుడు ట్రైకాక్‌లు నీటి మట్టమును నిర్ణయించుటకు ఉపయోగించబడును.

బాయిలర్ అంతర్భాగమున అధిక ప్రేషము జనింపకుండ చూచుటకు రక్షక కవాటములు ఉపయోగించబడును. ఆవిరి ప్రేషము అవధిని అతిక్రమించినప్పుడు రక్షక కవాటము తెరచుకొని అదనపు ఆవిరిని బయటికి పోనిచ్చును. ఇది సూత్ర ప్రకారము ఆవశ్యకము.

సరఫరా వ్యవస్థ బాయిలర్‌కు నీరు నిర్విరామముగా అందునట్లు చూచును. అధిక ప్రేష పరిస్థితులలో నీరు బాయిలర్‌లోనికి నెట్టబడును. అందుచేత బాయిలర్ ప్రేషము కన్న అధిక ప్రేషములో నీటిని సరఫరా చేయవలెను. సాధారణముగ ఎక్కువ విశ్వసనీయమైన ఆవిరితో గాని, అధిక సమర్థవంతమైన విద్యుచ్ఛక్తితోగాని నడుపబడు పంపుల సహాయమున బాయిలర్‌లోనికి నీరు నెట్టబడును.

నీరు ఆవిరి అయి మలినములు నీటిలోనే ఉండిపోవునప్పుడు బ్లోడౌన్ వ్యవస్థ ఉపయోగించబడును. నీటిలో మలినముల పరిమాణము క్రమేణ పెరుగుచుండును. వాటి పరిమాణము ఒక పరిమితిని సమీపించినప్పుడు బ్లోడౌన్ ఆవశ్యకమగును. బ్లోడౌన్ ఏర్పాటువలన నీరు, ఉష్ణములు అల్ప పరిమాణములో కోల్పోయి మలినములు బాయిలర్ ఆవృత్తి వ్యవస్థనుండి తొలగించబడును.

బాయిలర్‌ను అప్పుడప్పుడు శుభ్రపరచుట ఆవశ్యకము. కారణము ఏమనగా, కొంతకాలము పని చేయునరికి నాళముల నీటి భాగము పెచ్చుగట్టుటచే మలినములు అచట పేరుకొనును. బాయిలర్‌లను యాంత్రికముగ గాని, ఆమ్ల ద్రావణముతో రాసాయనిక పద్ధతిద్వారా గాని శుభ్ర పరచ వచ్చును.

వాయువులు ప్రవహించు భాగమున తరుచుగా బూడిద, మసి మొదలగువానిని తొలగించి శుభ్రపరుచ వలెను. మసిని ఊదివేయు సాధనముల సహాయముతో ఆ నాళములలోనికి అధిక వేగముతో గాలిని లేదా ఆవిరిని పంపి వాటిని శుభ్రపరచ వచ్చును.

ఆధునిక బాయిలర్‌లో నీటి భాగపు ఉపరితలము పై మలినములు ఏర్పడుటను అరికట్టుటకై బాయిలర్‌కు సరఫరా చేయబడు నీటిని ముందుగా రాసాయనికముగా శుద్ధి చేయబడును. సర్వ సాధారణముగా విద్యుత్కేంద్రము లందు నిర్గమన మార్గముగుండా వచ్చు నీటి ఆవిరిని చల్లార్చగా లభించు నీరు స్వచ్ఛమైన స్వేదజలమగుటచే బాయిలర్‌లకు సరఫరా చేయుదురు. కాని, ఉపయోగములో తగ్గిపోవు నీటిని ఖర్తీ చేయుటకు మరికొంత నీరు ఆవశ్య

కము. దీనిని మాత్రము మలినములను తొలగించుటకై శుద్ధి చేయవలెను.

పనిచేయు సూత్రము: ఆధునిక నమూనా బాయిలర్ లలో ఎత్తయిన ప్రదేశములో నేలబొగ్గు నిల్వచేయబడును; గురుత్వాకర్షణ వలన దాని కదియే క్రిందికి జరిగి పోవుటకు అట్లు అది తగినంత ఎత్తైన ప్రదేశములో ఉంచబడును. ఆ నేలబొగ్గు మొదట చూర్ణసాధనమునకు పోయి ధూళిగా మార్చబడును.

ఇట్లు ధూళి చేయబడిన బొగ్గు ప్రాథమిక గాలి అనబడు వాయు ప్రవాహముచే తీసికొనిపోబడి పొయ్యిలోనికి ప్రవేశ పెట్టబడును. పొయ్యి లోపల గౌణ గాలి అనబడు గాలి అధిక పరిమాణములో పై మిశ్రమముతోచేరి దహన మిశ్రమము ఏర్పడును. అది స్వేచ్ఛగా మండిపోవుట వలన అధిక వేడిమితో ప్రకాశవంతమైన అగ్నిజ్వాలలు ఏర్పడి పొయ్యి అంతట వ్యాపించును. ఈ అగ్నిజ్వాలల నుండి ఉష్ణమును దాని లోపలనే అనేక నాళముల గుండ ప్రవహించు నీరు స్వీకరించును. నీరు బాగుగా వేడి చేయబడి ఆవిరిగా మారును. ఈ ఆవిరి శిఖరము వద్ద ఉన్న డ్రమ్‌లోనికి, అచ్చట నుండి పొయ్యిలోనికి వ్యాపించి ఉన్న అతి తాపక నాళములలోనికి ప్రవేశపెట్టబడును. ఆ విధముగ ఆ ఆవిరి అధిక ప్రేషము, తాపక్రమములను సంతరించుకొని వేడెక్కును.

అతితాపక నాళముల మీదుగ పోయిన పిదప చిమ్నీ వాయువు అవరోధములచే సాపేక్షముగ చల్లని నీటిని తీసికొనిపోవు నాళముల మీదుగ ప్రవహింపజేయబడును. అచ్చట నుండి ఆ వాయువు ఎకనమైజర్ మీదుగను, ఆ తరువాత వాయు పూర్వతాపకము మీదుగను ప్రవహించుచు తనలో ఇమిడి ఉన్న అధిక వేడిమిని ఇచ్చివేయును. ఎకనమైజర్ లలో బాయిలర్ కు సరఫరా చేయబడు నీరు బాయిలర్ డ్రమ్‌లో ప్రవేశించక పూర్వమే వేడి చేయబడును. ముందుగనే వేడెక్కిన గాలి దహనగాలిగ ఉపయోగించబడును. ఆ తరువాత ప్లై ఆస్పరేటర్ నుండి ఆ వాయువు వాతావరణములోనికి వదలబడును.

పైన వివరించినది ఒక ప్రత్యేక నమూనా; వాటి ప్రయోగములకు అనువుగ అనేక ఇతర నమూనాలు కూడ కలవు.

బాయిలర్ డిజైన్‌లోని సూత్రములు: ఆధునిక బాయిలర్‌ను డిజైను చేయుటలో నిర్మాణాత్మకమయినటువంటి, తాపసంబంధమయినటువంటి సూత్రములు కలవు.

నిర్మాణాత్మక అంశములు: నిర్మాణాత్మకముగ గోళాకారము ఆదర్శ ప్రేష పాత్రకు ఉచితమైనది. కాని, గోళముల నిర్మాణము శ్రమతో కూడినది అగుట మూలమునను, వేడిమిని అందించుట సరిగ నిర్వహించలేక పోవుట వలనను గోళాకారములకు మారుగా స్తూపాకార బాయిలర్‌లు నిర్మింపబడుచున్నవి. స్తూపాకార ప్రేష పాత్ర మందము దాని అంతర వ్యాసము, అంతర ప్రేషములకు అనులోమానుపాతములో ఉండుటవలన అధిక ప్రేషములకు పెద్ద వ్యాసములు గల పాత్రలకు బదులు తక్కువ వ్యాసములు గల పాత్రలే ఎన్నుకొనదగినవి. ఇట్టి స్తూపాకార బాయిలర్ కొనలు సాధారణముగా సరిచేసి పళ్లెము మూలవలె చేయుదురు. రివెట్ చేయబడిన నిర్మాణమునకు సాధారణముగా వెల్డింగ్ ఉత్తమమైనది. బాయిలర్‌లలో ఉపయోగించబడు నాళములను సాధారణముగ వెల్డింగ్ చేసి అతుకు కనిపించకుండ చేయుదురు.

వివిధ భాగములు భిన్న విధములుగా వ్యాకోచించుటకు అవకాశము ఉండునట్లు బాయిలర్ నిజ భారమునకు ఆధారము ఏర్పాటు చేయవలెను.

తాప అంశములు: బాయిలర్‌ను తాప అంశము దృష్ట్యా డిజైను చేయవలెనని దహనము పూర్తిగా జరుగుటకు వేడి చిమ్నీవాయువునుండి గరిష్ఠ ఉష్ణము నీటికి పరివర్తనము అగునట్లు, చిమ్నీవాయువులకు కనిష్ఠ ఉపరితల వైశాల్యము అగపడునట్లు చూడవలెను. ఈ రెండు ఆవశ్యకములు ఒకదాని కొకటి విరుద్ధముగా ఉండును. అధిక ఉష్ణ పరివర్తనమునకు ఇంధనము గరిష్ఠ సామర్థ్యముతో మండుట, బహిష్కార వాయువుల అల్ప తాపక్రమము అవసరము గాని చిమ్నీవాయువులకు కనిష్ఠ విస్తీర్ణము అందుబాటులో ఉండుట-అనగా నీటి వాయువుల తాప క్రమములో అధిక వ్యత్యాసము ఉండును.

తాపక్రమములు పెరిగిన కొలది ధాతువుల బలము తగ్గిపోవుచుండును. అందువలన నాళములు, పాత్ర మొదలగు ధాతు భాగముల తాపక్రమము కనిష్ఠ స్థాయిలో ఉండునట్లు చూడవలెను. నాళములను నీటితో తడి చేయుచు వాటి ఉపరితల తాపక్రమము నిర్ణీత పరిమితి దాటిపోకుండ చేయవచ్చును. నాళములో నీరు ఉన్న భాగమున ఆవిరి బుడగలు ఏర్పడినప్పుడు నాళ ఉపరితల తాపక్రమము శీఘ్రముగ పెరుగును. కొన్ని సమయములందు ఆ తాప క్రమము విపరీతముగ పెరిగిపోయి ధాతువు బాగుగా వేడెక్కి పగులుట సంభవించును. ధాతు తాపక్రమమును నియంత్రణ చేయుటకు నాళముల గుండ తగినంత నీటిని ఎల్లప్పుడు ప్రవహింప చేయవలెను. ఆవిరి బుడగలు నీటి యొక్క రాపిడి చర్యవలన తొలగించబడును [చూ. ఆవిరి రైలు ఇంజను-పు. 222].

డి. బా. దూ.

ఆవిరి రైలు ఇంజనులు(స్టీమ్ లోకోమోటివ్): ఆవిరి, డీసెలు వంటి ఉష్ణ శక్తిని గాని, విద్యుచ్ఛక్తిని గాని ఇనుప పట్టాలతో నిర్మింపబడిన ప్రత్యేక మార్గముపై రైలు పెట్టెలను లాగుకొనిపోవుటకు ఆవశ్యకమగు యాంత్రిక శక్తిగ పరివర్తనము చేయునదియు, చక్రముల అవలంబముగా నిర్మింపబడినదియు అగు స్వయంచాలక వాహనమును 'రైలు ఇంజను' అందురు. అటువంటి రైలు ఇంజను ఆదిలో ఆవిరి ఇంజనుతో పనిచేసెను. ఇతర రైలు ఇంజనులలోవలె ఆవిరి రైలు ఇంజనులో కూడ శక్తిని జనింప చేయు సాధనము, ఇంధనమును, నీటిని నిల్వ చేయుటకై ప్రత్యేకమయిన మందిరము, జనిత శక్తిని చక్రములకు అందించునటువంటి శక్తి పరివర్తన వ్యవస్థ, జనిత శక్తిని, రైలు వేగమును ఆధీనములలో ఉంచు నియంత్రణ వ్యవస్థ వంటి పెక్కు ప్రాథమిక వ్యవస్థలతో అమర్చబడి ఉండును.

ఇప్పటి రైలు ఇంజను బరువు 400 టన్నులు. దానిని 10 టన్నుల బరువుండెడి ప్రారంభ ఆవిరి ఇంజనులతో పోల్చినప్పుడు అవి చాల అల్ప పరిమాణము కలవి. కాని, నూతన డిజైనులతో నిర్మింపబడు ఇంజనులు అన్నియు స్టీఫెన్‌సన్ డిజైనునందలి ప్రాథమిక లక్షణముల ఆధారమున నిర్మింపబడినవే. అయితే, నూతన ఆవిరి రైలు ఇంజనులు బరువు, సామర్థ్యములలో మాత్రమే భేదము ఉండును. రైలు రవాణా వ్యవస్థలో ఆవిరి రైలు ఇంజనుకు సాటి మరొక ఇంజను లేదు [చూ. ఆవిరి బాయిలర్-పు. 218].

పనిచేయు విధము: ఆవిరి రైలు ఇంజనులో ముందు భాగమున అడ్డముగా ఉండు బాయిలర్, వెనుక భాగమున బొగ్గును ఉంచు తొట్టె (టెండరు) ఉండును. ఈ రెండింటి మధ్యన ఇంజను నడుపు సిబ్బందికి గది ఉండును. నిప్పు గది అనబడు దహన మందిరములో బొగ్గు మండించ బడును. ఫలితముగ జనించు ఉష్ణము, పొగ బాయిలర్‌లో అమర్చబడిన అగ్ని నాళముల గుండ ముందు భాగమున గల పొగ పెట్టెకు పోయి పొగ గొట్టము గుండ బయటికి పోవును. బాయిలర్‌నందలి నీరు క్రమేణా వేడెక్కి చివరకు ఆవిరిగా మారును. ఈ ఆవిరి యంతయు ఆవిరి గోపురమున చేరి శీర్షము గుండ అగ్ని నాళములో చిన్న చిన్న నాళములతో అమర్చబడిన అతి తాపకము (సూపర్ హీటర్) లోనికి పోవును. అమితముగ వేడి చేయబడిన ఆవిరి శీర్షమునకు తిరిగి వచ్చి అటు పిమ్మట ఆవిరిపెట్టె మార్గము గుండా సిలిండలరు లోనికి పోవును. సిలిండరుల లోపల ముషలకముల ముందు వెనుకల గమనము భ్రమణ గమనముగ పరివర్తనము చేయబడి ముందుకు వెనుకకు త్రోయు దండములచే రైలు ఇంజను చక్రములను నడిపించును.

ఆవిరి రైలు ఇంజనులు - భవిష్యత్తు: ముడి సరకులను, తయారైన వస్తువులను ఒకచోటు నుండి మరొక చోటుకు తరలించుటకు శీఘ్ర రవాణా సౌకర్యమును కలిగించునది కావున అనేక దేశముల పారిశ్రామిక అభివృద్ధికి ఆవిరి రైలు ఇంజను ఎంతగనో దోహదము చేసినది. శీఘ్ర రవాణా సౌకర్యముల ఆవశ్యకము, గిరాకీ పెరుగుటచే ఆవిరి రైలు ఇంజనుకు మారుగా అధిక సామర్థ్యము గల రవాణా సౌకర్యములను కల్పించు డీసెల్, విద్యుత్ రైలు ఇంజనులు వాడకములోనికి వచ్చు తరుణములో వాటికి తగిన రైలు మార్గములు క్రమేణా వ్యవస్థాపిత మగుచున్నవి. ప్రపంచములోని పెక్కు భాగములలో కొంత కాలమునకు ఆవిరి రైలు ఇంజనులు పూర్తి ఉపయోగమును కోల్పోవు పరిస్థితులు ఏర్పడుచున్నవి [చూ. డీసెలు రైలు ఇంజను].

ఆసియాలోకల్ల ప్రాచీనమైన ఎక్కువ నిడివిగల రైలు మార్గములు భారతదేశములో ఉన్నవి. [చూ. పు. 75]. గత కొద్ది పండ్లలోను ట్రాఫిక్ సాంద్రత అధికముగ ఉన్న ప్రాంతములలో రైలు మార్గముల ఆవశ్యకము, గిరాకీ పెరుగుటచే ఆవిరి రైలు ఇంజనుల స్థానమున డీసెలు ఇంజనులు, విద్యుత్ రైలు మార్గములు వ్యవస్థాపితము చేయబడుచున్నవి. అయినప్పటికి మనుష్యులను, సరకులను రవాణా చేయుటకై ఆవిరి రైలు ఇంజనులు భారతదేశములో పెక్కు ప్రాంతములలో భావి కాలములో అనేక పండ్లు పాటు ఉపయోగించబడుటకు అవకాశములు ఎక్కువగా కలవు.

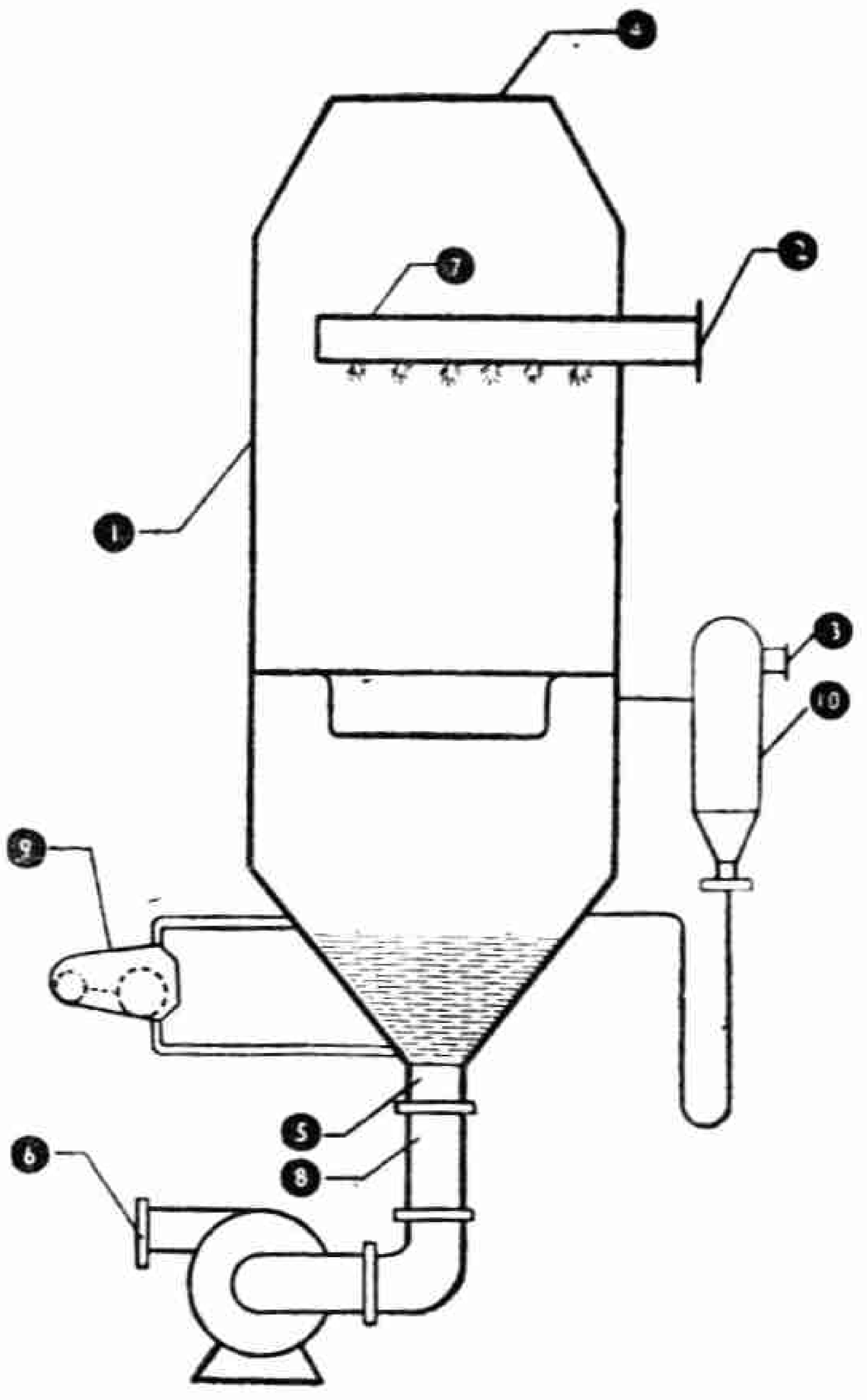
ఎల్. కృ .మూ.

ఆవిరి సంగ్రాహకములు: ఆవిరి విద్యుత్ కేంద్రములందు ఆవిరి టర్బయిను, ఆవిరి ఇంజనుల వంటి ప్రధాన సంచాలకముల నుండి తప్పించుకొనిన నీటి ఆవిరి యందు గల గుప్తోష్ణమును తొలగించి, సంగ్రాహకమును నీటి రూపమున సేకరించుటకై ఆవిరి టర్బయినులు ఉపయోగించబడును. ప్రధాన సంచాలకములో వ్యాకోచము చెందు అధిక ప్రేషమున ఉన్న ఆవిరిచేత గరిష్ఠ పరిమాణములో పనిని చేయించుటకు ఆవశ్యకమగు అధిక నిర్వాతప్రదేశమును కూడా సంగ్రాహకము సంభవింప చేయును. నీటి ఆవిరిని ద్రవీభవింపచేయగా సంగ్రాహకములో ఏర్పడిన జలము విద్యుత్ కేంద్రములో తిరిగి ఉపయోగించబడును. ఈ విధముగ ఆ కేంద్రము వ్యయమును తగ్గించుటకు కూడా సంగ్రాహకములు సహాయపడును.

సంగ్రాహకములు రెండు ప్రధానవర్గములుగ వర్గీకరింపబడును: 1. మిశ్రిత సంగ్రాహకములు లేదా సంసర్గ సంగ్రాహకములు; (ఎ) జెట్ సంగ్రాహకములు; (బి) భారమితి సంగ్రాహకములు; 2. ఉపరితల సంగ్రాహకములు.

మిశ్రిత సంగ్రాహకములు (సంసర్గ సంగ్రాహకములు): ఈ రకపు సంగ్రాహకములలో నీటి ఆవిరి, శీతల జలము ఒకదానితో మరొకటి భౌతికముగ స్పర్శించుకొనును. ఉష్ణ ప్రసారము ప్రత్యక్ష ఉష్ణ వహనము ద్వారా జరుగును. ఆవిరి నీటిలో చాల త్వరితముగ ద్రవీభవించును. మిశ్రమము సంగ్రాహకము నుండి ఎడతెగకుండ వేడినీటి ప్రవాహముగ వెలుపలికి పంపివేయబడును.

జెట్ సంగ్రాహకము: ఈ రకము సంగ్రాహకము చిత్రము - 1 లో చూపబడినట్లు ఉండును. జెట్ సంగ్రాహకములలో ప్రధాన సంచాలకము నుండి వెలికి పోవు ఆవిరి (4) వద్ద ప్రవేశించును. శీతల జలము (2) వద్ద ప్రవేశించి, (7) వద్ద తుంపర తుంపరలుగా విస్తరింపబడును. ఆవిరి, నీరు ప్రధాన సంగ్రాహక పాత్ర (1) యందు మిశ్రితమగును. ద్రవీభవించిన ఆవిరి, నీటి మిశ్రమము అవిరామముగా గొట్టము (5, 8)ల గుండా గ్రహించబడి, (6) వద్ద పంపు చేయబడును. ద్రవీభవించిన గాలి బాష్పము శీతలీకరణము చేయు సాధనము (10) గుండా (3) వద్ద బయటికి పోవును.

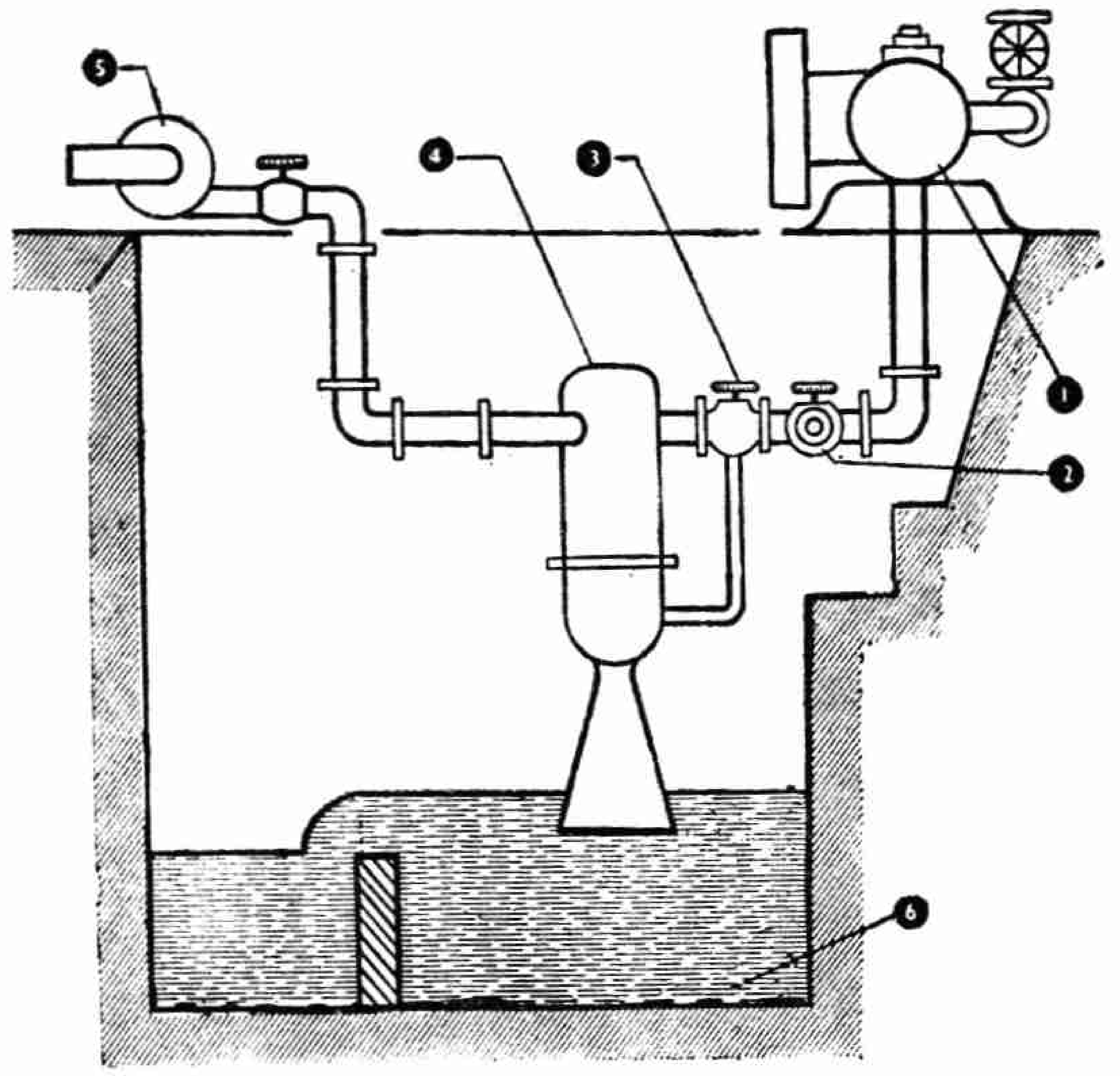


చిత్రము - 1

జెట్ సంగ్రాహకము

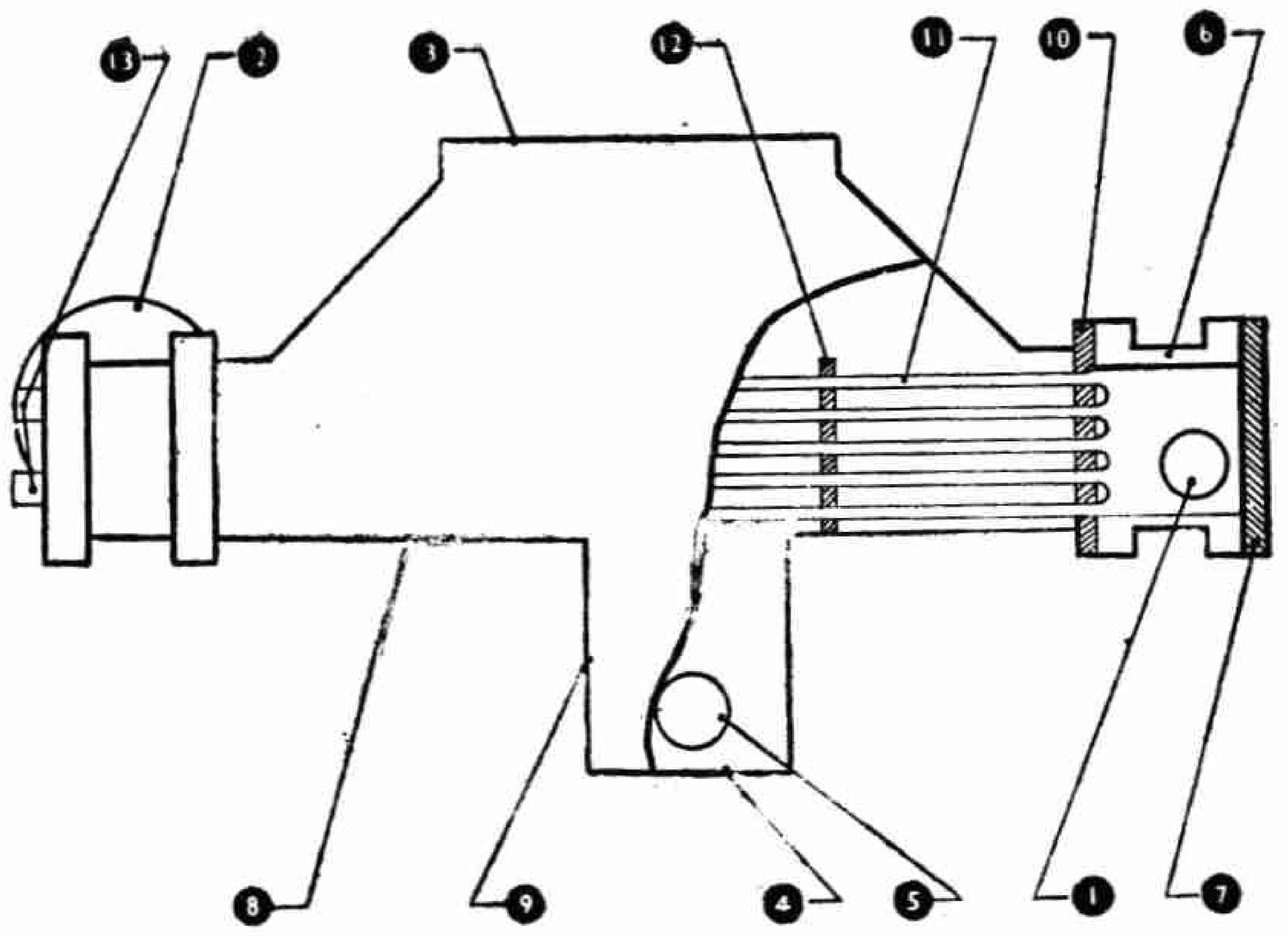
ఆవిరి, నీరు రెండును ఒకే దిశలో గాని, వ్యతిరేక దిశలో గాని ప్రవహించును. దానిని సమానాంతర ప్రవాహము లేదా ప్రతికూల ప్రవాహము అని అనబడును. చిత్రము 1 లోని ప్రధాన సంగ్రాహక పాత్ర సమానాంతర ప్రవాహక రకమునకు చెందినది. ఈ రకపు సంగ్రాహకములో నిర్వాత ప్రేషమునందు ఆవిరి ద్రవీభవింపబడును. ద్రవీభవించని వాయువులను, గాలిని అవిరామముగా బయటికి తొలగించి ఆ నిర్వాతప్రదేశము నిర్వహింపబడును.

జెట్ సంగ్రాహకములో ఎజెక్టర్ సంగ్రాహకము అనబడు మరొక రకమైన సంగ్రాహకము కూడ కలదు. ఈ రకమునందు నిర్వాతమునకు బదులు ఈ నీటి పంపులో నీటి ప్రేషము వలన పనిచేయుచుండును. ఇట్టి సంగ్రాహకము 2 వ చిత్రమున కలదు. దానిలో ఉపయోగించబడిన నీటి ధారకు గల గతిజశక్తి చేత ఈ సంగ్రాహకము నుండి



చిత్రము - 2

1. ప్రధాన సంచాలకము 2. ప్రేషక కవాటము(వాతావరణ)
3. సమతోలన కవాటము 4. మల్టీ జెట్ కండెన్సర్
5. ఇంజెక్షన్ నీటిపంపు 6. ఉష్ణ జలాశయము



చిత్రము - 3

1. శీతల జల ప్రవేశ ద్వారము; 2. శీతల జల నిర్గమన ద్వారము; 3. బయటికిపోవు ఆవిరి ప్రవేశించు ద్వారము; 4. ఘనీభవ ద్రవ్య నిర్గమన ద్వారము; 5. ఎయిర్ ఎజెక్టర్‌ను కలుపు సాధనము; 6. శీతల జల పేటిక; 7. శీతల జలపేటిక మూత; 8. కండెన్సర్ కప్పు; 9. ఉష్ణ జలాశయము; 10. గొట్టము చివరి ఫలకము; 11. గొట్టములు; 12. గొట్టములకు ఆధారముగా నిలుచు ఫలకము; 13. తనిఖీ చేయు కిటికీలు.

నీరు తీసివేయబడుచుండును. నీరుగా మారిన ఆవిరి, గాలి రెండును పెక్కు నీటిధారలచే బయటకు తీసికొనిపోబడును. ఇక గాలి పంపులను గాని, సంపీడనకములను గాని ఉపయోగించ నవసరము లేదు.

ఉపరితల సంగ్రాహకములు : ఉపరితల సంగ్రాహకము లందు ద్రవీభవించు ఆవిరికి, శీతల జలమునకు ప్రత్యక్ష స్పర్శ ఉండదు. ఉష్ణ వహనము (కండక్షన్) ద్వారా జరుగును.

భౌతికము : ఇది అల్పవ్యాసము గల రాగిధాతు మిశ్రమ నిర్మిత నాళములచే దట్టముగ అమర్చబడిన ఉత్తమ ఉష్ణ ప్రసారతలము గల వాయు బంధిత పాత్రను కలిగి ఉండును. ఉష్ణ ఉపరితలములతో చేరి ఉండి, దానికి దోహదముచేయు నవి, ద్రవీభవించు నీటి ప్రవాహమును జరుపునవి, ఆవిరిని ప్రవేశపెట్టునవి, ద్రవీభవించిన నీటిని సేకరించునవి మొద లగు సాధనములు ఉపరితల సంగ్రాహకమునందలి ఇతర ముఖ్య భాగములు.

ప్రక్కపుటలోని చిత్రము 8 లో ఉపరితల సంగ్రాహకము నందలి ఘటకముల అమరిక విధానము చూపబడినది. జడేజా.

ఆస్‌బెస్టాస్ : చూ. నిర్మాణ సామగ్రి.

ఆసిటలీన్ : చూ. పారిశ్రామిక వాయువులు.

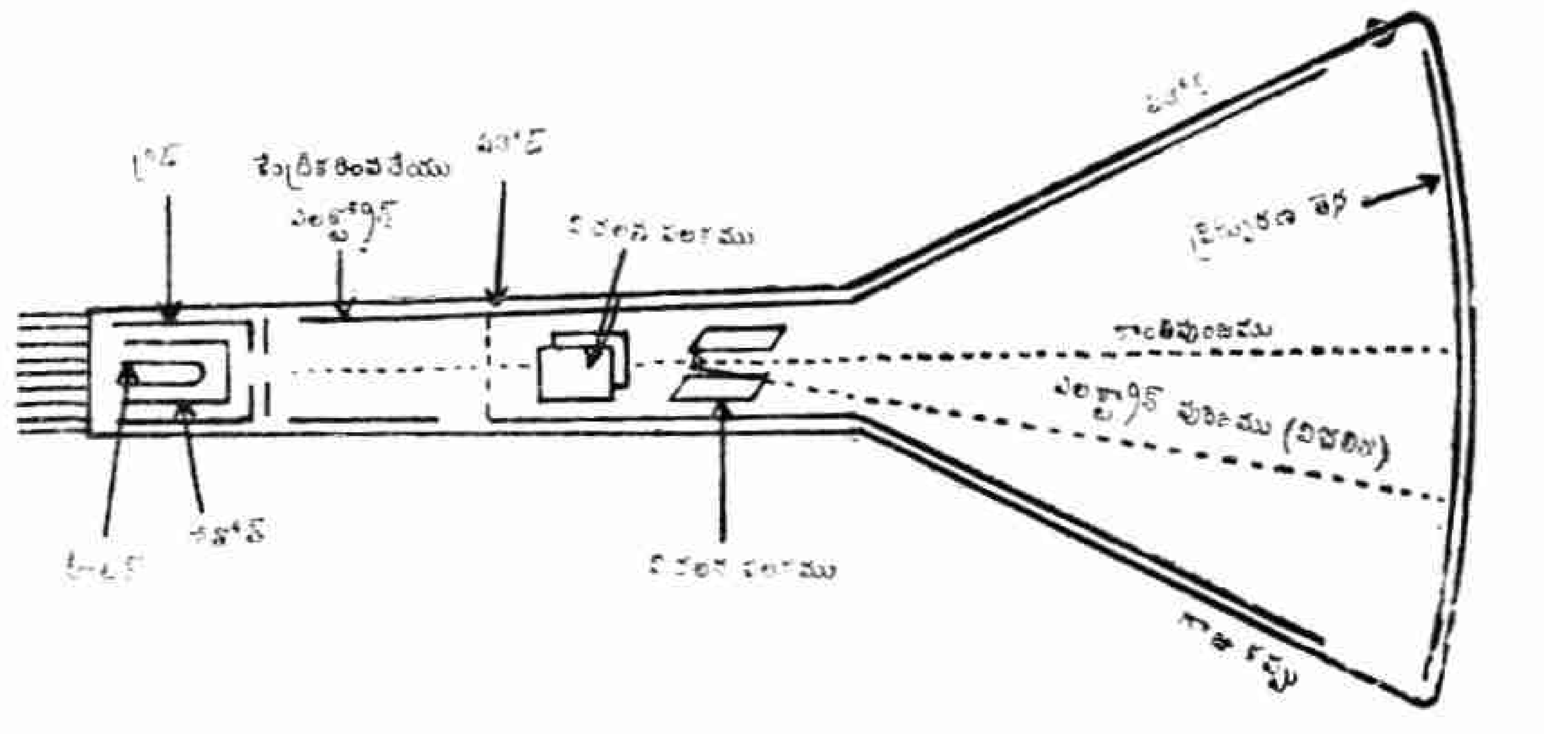
ఆసిటిక్ సెల్యులోస్ : చూ. సెల్యులోస్.

ఆసిలోగ్రఫీ : కేథోడ్ - రే ఆసిలో గ్రాఫును గురించి గాని, ఆసిలో స్కోపును గురించి గాని ఉపయోగములను తెలుపు శాస్త్రమును 'ఆసిలోగ్రఫీ' అందురు.

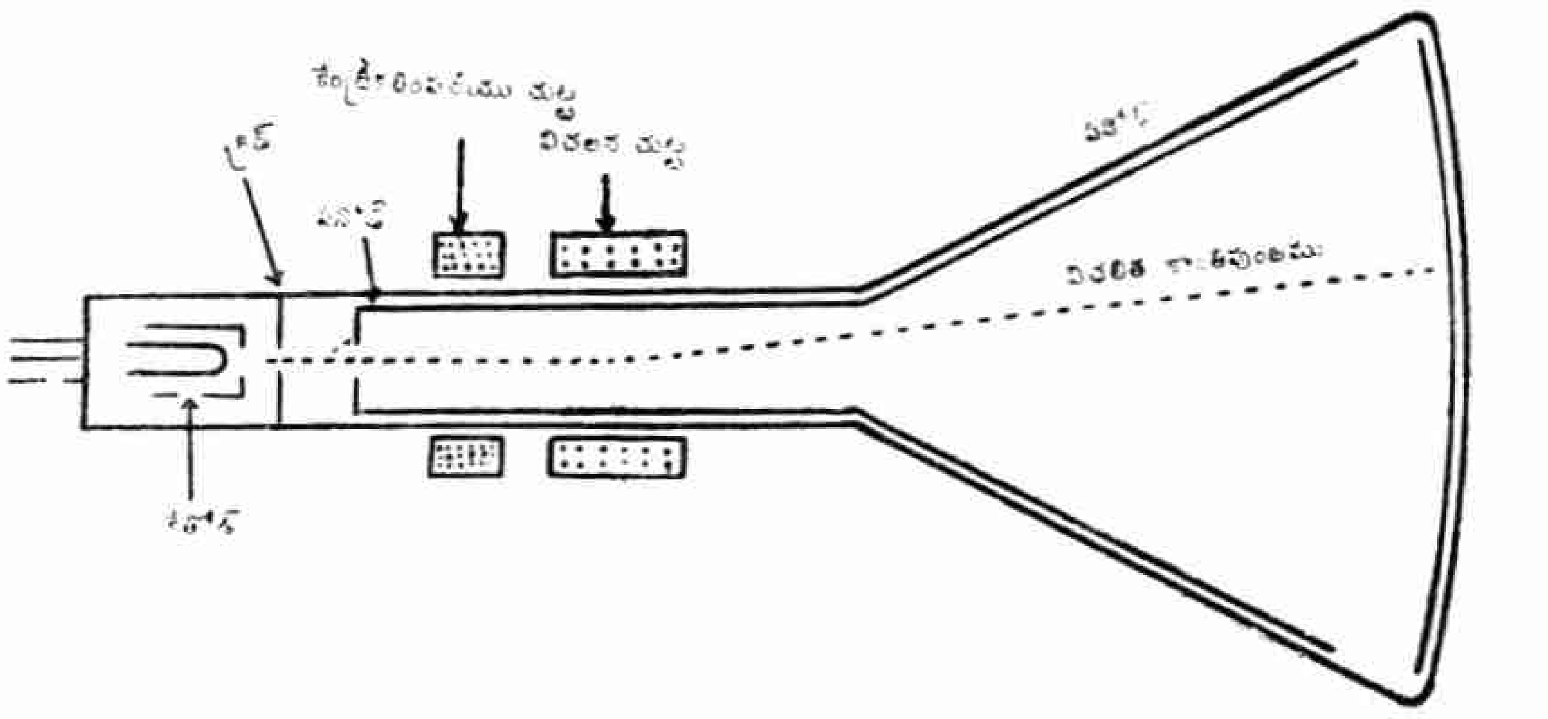
కేథోడ్ - రే - ఆసిలోస్కోపు, దాని ఉపయోగములు : కాలముతో పాటుగ విలువలు మారుచున్న విద్యుత్ రాశి యొక్క 'తాత్కాలిక పరిమాణము' చూపుటకు కేథోడ్-రే - ఆసిలోస్కోపును ఉపయోగింతురు. ఈ విధమైన విద్యుత్ రాశి యొక్క మార్పు చెందు పరిమాణములను గ్రాఫుపై చూపించు సాధనమును 'కేథోడ్ - రే - ఆసిలో గ్రాఫు' అందురు. వేగముగా మార్పు చెందు విద్యుత్ పరిమాణములను చూపుటలోను (సాధారణముగా మరల మరల చూపుటలోను). స్వతహాగా ఉన్న అత్యల్ప ప్రమాణ ములను వాల్వు వంటి ఎలక్ట్రానిక్ సాధనము ద్వారా పెద్దదిగా వెల్లడిచేసి చూపుటలోను సమర్థతతో పని చేయు టయే ఈ ఆసిలోగ్రాఫుయొక్క ప్రాముఖ్యము. కేథోడ్-రే గొట్టము లోపలి ప్రకాశవంతమైన లేపన పదార్థమునకు ఎదురు తగిలిన 'ఎలక్ట్రాను' ల వలన తెరపై బింబములు ఏర్పడును. పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రానుయొక్క అల్ప త్వము కేథోడ్ - రే - ఆసిలోస్కోపును శీఘ్రముగను, సూక్ష్మవేదిగను పనిచేయునట్లు చేయును.

నిర్మాణము : ఇప్పుడు లభించు అధిక వాక్యూము కేథోడ్ - రే-ట్యూబులు ఎలక్ట్రాను కిరణపుంజము యొక్క కేంద్రీకరణ (ఫోకసింగ్), విచలన (డిఫ్లెక్షన్) విధానములో విభేదము కలిగి ఉండును.

చిత్రములలో గొట్టము యొక్క పై ఆచ్ఛాదన భాగ ములో కంఠము, శంకు, ముఖము అను మూడు విభాగ



చిత్రము-1 : ఎలక్ట్రో స్టాటిక్



చిత్రము- 2 : ఎలక్ట్రో మాగ్నటిక్

ములు ఉన్నవి. కేథోడ్ - రే గొట్టములోని విద్యుదగ్ర విధానములో 'ఎలక్ట్రాన్ - గన్', 'ఆక్సిలరేటరు' ఉండును.

ఆక్సైడ్‌తో పూత వేయబడిన ఋణధ్రువము వెలువరించు ఎలక్ట్రానులను కిరణ పుంజముగా సమీకరించుటకు ఎలక్ట్రాన్ గన్ ఉపయోగించును. ఋణ ధ్రువముతో పోల్చిన 'ఆక్సిల రేటర్ - ఎలక్ట్రోడ్' అత్యధిక ధన విద్యుత్తుతో ఆవేశింప బడును. ఈ ఆక్సిలరేటరు ఎలక్ట్రోడ్, ఎలక్ట్రాన్‌లు అత్యధిక వేగమును అందుకొనునట్లుగా త్వరిత పరచును. అప్పుడు ఎలక్ట్రానులు 'ఆక్సిలరేటరు' మధ్యలోని రంధ్రము ద్వారా వెళ్ళి, తెరపైపడి, మనకు కనిపించు కాంతిని జనింప జేయును. స్థిర విద్యుత్కేంద్రీకరణ (ఎలక్ట్రో స్టాటిక్ ఫోక సింగ్) గల గొట్టములో విద్యుదగ్రము 'గన్‌లో' ఒక భాగముగా ఉండును. అయస్కాంత కేంద్రీకరణకు కేంద్రీ కరణపు చుట్ట ఉపయోగింపబడును. ఈ గన్‌లో 'మాడ్యు లేటర్' అనబడు నియంత్రణకారి ఉండును. ఇది గొట్టము ద్వారా వచ్చు ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమును నిగ్రహించును.

ద్వికిరణ పుంజకమైన కేథోడ్-రే-ట్యూబులో 'వ్యవ చ్ఛేదక విద్యుదగ్రము' ఒకటి అధికముగా ఉండును. ఎల

ట్రాన్ గన్, ఎలక్ట్రానుల నుండి ఉత్పత్తి చేసిన కిరణ పుంజమును వ్యవచ్ఛేదక ఎలక్ట్రోడు రెండుగా విభజించును. ఈ రెండు ప్రత్యేకముగా చలన మొంది ఉండుటచే రెండు విభిన్న విద్యుత్ పరిమాణములను ఏకకాలములో ఒకే గొట్టములో చూపవచ్చును.

తెర పైకి వెళ్ళిన ఎలక్ట్రానులు చలన మొందుట ఫలితముగ బింబములు తెరపై కనిపించును. స్థిర విద్యుత్ సూత్రమును ఆధారముగ విచలనమొందు గొట్టములలో విచలన ఫలకములు గొట్టపు కంఠములో ఉండును. అవి జంటలుగా అధిష్టింపబడి, సక్రమ దిశలను అనుసరించి ఉండును. కంఠమునకు పై భాగములో అధిష్ఠించిన విచలన చుట్టవలన కూడ ఇదే విధమయిన విచలనములు ఫలించును.

నియంత్రణలు, ఆదాన రాశులు: ఎలక్ట్రాన్ కిరణ పుంజములను నియంత్రించుటవలన ఏర్పడు బింబములను కూడ నియంత్రించ వచ్చును; తెరపై ఏర్పడు బింబముల యొక్క ప్రకాశమును సరిచూచుకొనవచ్చును; కేంద్రీకరణలో అవసరమయిన తీక్ష్ణత్వమును ఎన్నుకొనవచ్చును; విద్యుదగ్రమునకు గాని, తీగె చుట్టకు గాని సంక్రమింపజేయు విద్యుచ్చక్కములోని వైవిధ్యము వలన ఈ రెండు విధములైన సవరణలు చేయవచ్చును. కేథోడ్ - రే - గొట్టము స్వీకరించిన విద్యుత్ రాశులే (హీటరుకు, ఎలక్ట్రోడులకు, తీగె చుట్టకు వెచ్చించిన పరిమాణములు కాక) తెరపై ప్రదర్శితమగు బింబమును నిర్ణయించును.

కావలసిన పరిమితికి పౌనఃపున్యమును హెచ్చించగ స్టాండర్డు ఆసిలేటరు ద్వారా 'అవిచలన (ఎక్స్-డిఫ్లెక్షన్)' మార్గములు కల్పింపబడును. ఈ 'ఆసిలేటరు'లో ఉత్పన్నమైన తరంగ రూపములు కావలసిన వేగములో బింబమును తెరపై అడ్డముగా ఎడమనుంచి కుడికి లాగి, అధిక త్వరలో మరల దానిని స్వస్థానమునకు జేర్చి, తరువాతి ఆవృత్తి ప్రవర్తనకు సమాయత్త పరచును. ఈ విభాగమును కేథోడ్ - రే - ఆసిలోస్కోపులో 'టైమ్ బేస్' అందురు. వ్యాపార సరళిలో నిర్మించిన ఆసిలోస్కోపులో 'టైమ్ బేస్' విభాగమునుండి బహిర్గతమయిన వోల్టేజీలు ముందు భాగములో ఉండు ధ్రువములకు తీసికొనివచ్చి బాహ్య వలయమునకు ఉపయోగింతురు.

'Y' విచలన తరచుగా పరిశీలనలో ఉన్న పదార్థముపై నేరుగా ఆధారపడి ఉండును. Y ఫలకముల పరిమాణ, పౌనఃపున్యములను అనుసరించి వీనిలోని విద్యుత్తును సంచయించే విధానము ఉండును. Y ఫలకములకు ఆవర్తి (ఏ. సి.) విద్యుత్ ప్రవాహము యొక్క ఆదాన రాశిని ఉపయోగించుటకు అన్ని ఆసిలోస్కోపులు అనువుగా ఉండును. కాని, ఏ. సి. విద్యుత్ ప్రవాహ రాశి, ఋజు (డి. సి.) విద్యుత్ ప్రవాహ రాశి (A. C/D. C) అన్ని ఆసిలోస్కోపులు ఉపయోగించ లేవు. అత్యల్పమైన వోల్టేజీలో ఉన్న ఆదాన విద్యుత్తును వృద్ధిపరుచుటకు, అత్యంతాధిక వోల్టేజీలో ఉన్న ఆదాన విద్యుత్తును క్షీణింప జేయుటకు (శూన్యవిలువను చేరువరకు) ప్రత్యేక సాధనములు అమర్చి ఉండును. Y ఫలకమునకు గాని, Y ప్రవర్ధనమునకు గాని సంక్రమింపజేయు ఆదానరాశి యొక్క పౌనఃపున్యమును అనుసరించి పైన చెప్పిన 'టైమ్ బేస్' యొక్క పౌనఃపున్యము నిర్ణయింపబడును. దీనివల్ల తెరపై స్థిరముగా ఉండు ప్రదర్శనలు సిద్ధించును. X, Y ల యొక్క విచలనలోని వోల్టేజీలు ఏకకాలములో కలుగునట్లు వలయ నిర్మాణము ఉండును. ద్విపుంజక నాళములలో ఒక్కొక్క Y ఫలక విధానములోను 'ఆదాన', 'ప్రవర్ధనము'లకు ప్రత్యేకమైన పథములను కల్పించవలెను. ఈ విధముగా సిద్ధించిన రెండు విధానములను Y 1, $\frac{1}{2}$ అందురు.

కొన్ని ముఖ్యమైన ఉపయోగములు: 1. 'లెసజో' చిత్రములను ఆధారముగా చేసికొని పౌనఃపున్యములను పరిశీలించుటకు ఉపయోగపడును; 2. టెలివిజన్‌లో బొమ్మ కనిపించు తెరగొట్టము (పిక్చర్ ట్యూబ్) గ పనిచేయును; 3. రాడార్‌లో తెరగా పనిచేయును; 4. రేడియో ప్రసార కేంద్రములలో 'శ్రుతి మిశ్రమకారి (మాడ్యులేటరు)'గ ఉపయోగించును; 5. అధిక పౌనఃపున్యపు కొలతలకు ఉపయోగించును; 6. X అక్షము మీద కాని, Y అక్షము మీద కాని కాలపరిమితిలో జరుగు మార్పులను సూచించుటకు కోణీయ అక్షములు (ఏంగ్యులర్ కో ఆర్డి నేట్సు)గాను, కొన్ని రాడారులలో గమన దిశను సూచించునది గాను ఈ ఆసిలోస్కోపు ఉపయోగించును.

కేథోడ్ - రే - ఆసిలోస్కోపునకు విద్యుత్ సంబంధమైన కొలతలలోను, ప్రయోగశాలలలోను, రేడియో ప్రసార కేంద్రములలోను, రాడార్ సాధనములలోను, టెలివిజన్ విధానములలోను అనేక విధానములైన ఉపయోగములు ఉన్నవి. వి. వి. ఎల్. రా.

ఆహార పరిశ్రమలు, ఉత్పత్తులు: ఆహార విజ్ఞానము (ఫుడ్ సైన్సు), ఆహార సాంకేతిక శాస్త్రము (ఫుడ్ టెక్నాలజీ), ఆహార ఉత్పత్తి, ఆహార పరిశ్రమలు అను పదములు గత 25 ఏండ్లనుండి విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ప్రజావినియోగార్థము, విక్రయార్థము ఆహార

పదార్థములను క్రమపరచి సిద్ధముచేయు పారిశ్రామిక వ్యవస్థలు 'ఆహార పరిశ్రమలు' అనబడును.

ఆహార పరిశ్రమల పరిణామము: ఆహార పదార్థములను వ్యాపారసరళిని క్రమపరచి తయారుచేయుట యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో భారీ పరిశ్రమలలో ఒకటి. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌నందలి సామాన్య పౌరుడు తన బరువుకు అనేక రెట్ల బరువు గల క్రమపరచబడిన ఆహారపదార్థములను ప్రతి సంవత్సరము భుజించును. బత్తాయి, నారింజ వంటి కొన్ని ఆహారపదార్థములు అనుభోక్తకు అదే రూపములో చేరును. అయినను వానిని కడిగి, తుడిచి, పరిమాణ ప్రకారము విడదీసిన తరువాతనే అనుభోక్తకు సరఫరా చేయుదురు. సరఫరా చేయబడుటకు పూర్వమే గ్రుడ్లను క్రొవ్వత్తి పరీక్షకు గురి చేయుదురు. తాజా పాలు పాస్ట్యురైజ్ చేయబడును. పండ్లు, కూరగాయలను డబ్బాలలో భద్రపరచుట [చూ.], పంచదారను శుద్ధిచేయుట, ఐస్ క్రీమ్‌ను తయారుచేయుట వంటివి భారీ పరిశ్రమలు. పశ్చిమ దేశములలో ఆహారపదార్థములను క్రమబద్ధముగ సిద్ధము చేయు పరిశ్రమ ఉన్నత స్థితిలో ఉండుటచే భోజనము చేయుటకు పూర్వము మరొకసారి వేడిచేసి తినుటకు వీలుగా వండబడిన మాంసము, శీఘ్రగతిని ఘనీభవింపబడిన కూరగాయలతో కూడిన ఆహారము నేడు లభించుచున్నది. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 1950 నాటికే లక్షలాది వ్యక్తులు వ్యవసాయ క్షేత్రములలో ముడి ఆహారమును ఉత్పత్తి చేయుటయందును, ఆహార పరిశ్రమలలోను పని చేయుచున్నారు. చిన్న చిన్న బేకరీలు మొదలు భారీ కేనింగ్ పరిశ్రమలవరకు దాదాపు 40 వేల పరిశ్రమ సంస్థలు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఆహారపదార్థములను క్రమపరచి సిద్ధము చేయుచున్నవి. ఆహార పరిశ్రమను విస్తృతపరచుటకు, ఆధునీకరించుటకు దాదాపు 100 కోట్ల డాలరులు * వారు ఏటేటా ఖర్చు పెట్టుచున్నారు. ఆహార ఉత్పత్తి పరిశ్రమలో గొడ్డు మాంసము తయారుచేయుట, కోళ్ల పెంపకము, చేపవంటి భోజన పదార్థములను డబ్బాలలో నిల్వ చేయుట, పిండిమర, రొట్టెల తయారీ, భద్రపరచిన ఆహారము తయారీ, పంచదార, మిఠాయి బిళ్లల పరిశ్రమలు, పాడి పరిశ్రమలు, పానీయ పరిశ్రమలు మొదలగునవి ఉన్నవి.

మాంస పరిశ్రమ: శీతలీకరణ సాంకేతిక పద్ధతుల అభివృద్ధి ఆధునిక మాంస పరిశ్రమకు దోహదము. గొడ్డు మాంసము, కోళ్ల పెంపకము, చేప మొదలగువానిని నేడు ఐస్ మాంసము, డబ్బాలలో భద్రపరచబడిన మాంసము, పొగ చూపిన మాంసము మొదలగు రూపములలో మాంసము చాల దూరప్రదేశములకు రవాణా చేయబడుచున్నది. భారీఎత్తున ఇట్టి పరిశ్రమలు నడుపువారు వేలకొలది జంతువులను పెంచుదురు. కావున ఎరువులు, ఔషధములు, వెన్న, క్రొవ్వు, గ్లూ మొదలగు జంతుసంబంధమైన ఉపోత్పన్నముల పరిశ్రమలను కూడా అభివృద్ధి చేయుచున్నారు.

పిండిచేయుట, రొట్టె పరిశ్రమ: మానవుల, జంతువుల ఆహారముకై గోధుమలు, ధాన్యము, బార్లీ మొదలగు వానిని భారీ యంత్రములతో కూర్చబడిన ఆధునిక మరలు పిండి చేయుచున్నవి. గోధుమలు అనేక పర్యాయములు చితుక గొట్టబడి, జల్లించబడి పొట్టు తొలగించబడును; చివరకు మంచి నాణ్యముగల గోధుమపిండి తయారగును. గోధుమలు ప్రధాన ఆహారముగ గల దేశములలో పిండి మర బట్టుట (మిల్లింగ్) చాల ముఖ్య పరిశ్రమ.

గోధుమ పిండితో పెక్కు భోజ్యపదార్థములను రొట్టె పరిశ్రమలో తయారుచేయుదురు. రొట్టె పరిశ్రమలు రెండు రకములు: 1. బిస్కత్తులు తయారీ; 2. బ్రెడ్, కేక్‌ల తయారీ. ఈ రెండు రకములైన పరిశ్రమలు కుటీర పరిశ్రమలుగను, భారీ పరిశ్రమలుగను కూడ నిర్వహింపబడుచున్నవి.

ఆహారమును భద్రపరచు పరిశ్రమ: డబ్బాలలో ఆహారమును భద్రపరచుట, నిర్జలీకరణము, ఆహార పదార్థములను గడ్డకట్టించుట మొదలగు పరిశ్రమలు ఈ తెగకు చెందును [చూ. సం. 8-పు. 76].

శీఘ్రముగా గడ్డ కట్టించబడిన ఆహార పదార్థములు: ఆహార పదార్థములను భద్రపరచుటకై వానిని ఘనీభవింపచేయుట క్రొత్త పద్ధతి కాకపోయినప్పటికి శీఘ్రముగ గడ్డ కట్టించు విధానములు కనుగొనబడిన తరువాతనే ఘనీభవింపబడిన ఆహారములు, కూరగాయలు డబ్బాలలో భద్రపరచబడిన ఆహారముతో పోటీ చేయగలిగినవి. మంద శీతలీకరణ పద్ధతులలో ఆహారములో పెద్ద పెద్ద మంచు స్ఫటికములు ఏర్పడి కణ నిర్మాణమును నాశన మొందించుట, మద్యద్రవము స్రవించుట, పదార్థముల బాహ్యరూపము మారిపోవుట జరుగును. 1930 నుండి కూరగాయలు, పండ్లను భద్రపరచుటకై శీఘ్ర శీతలీకరణ (డీప్ ఫ్రీజ్) పద్ధతి ఎక్కువగా వాడబడుచున్నది.

మిఠాయి బిళ్లల పరిశ్రమ: భారత దేశము నందలి ప్రస్తుత భారీ పరిశ్రమలలో పంచదార తయారీ ఒకటి. పశ్చిమదేశములలో చెరకు నుండి మొదట ముడి పంచదారను తయారుచేసి, ఆ తరువాత దానిని శుద్ధిచేయుదురు. భారతదేశములో పెక్కు పంచదార ఫ్యాక్టరీలు నేరుగా

* డాలరు = రూ. 7-50 (జూన్ 6, 1966 నుండి)

ఉపయోగించుకొనుటకు వీలుగ తెల్లని పంచదారను తయారు చేయుచున్నవి.

పంచదారలో ఎక్కువ భాగమును మిఠాయి బిళ్లల పరిశ్రమలో ఉపయోగించుచున్నారు. మిఠాయి బిళ్లల పరిశ్రమ రెండు రకములు: 1. చాక్‌లెట్‌లు తయారుచేయునవి, కోకో బీన్స్‌ను ప్రాసెస్ చేయుటలోను, దాని ఉపయోగములోను ప్రత్యేకత కలవి; 2. పటికబెల్లము (కలకండ)ను తయారుచేయునవి.

పాడి పరిశ్రమలు: వెన్న, మీగడ, జున్ను, ఆవిరిచే ఘనీభవింపబడిన పాలు, కోవా పాలపొడి, ఐస్‌క్రీమ్ మొదలగునవి పాలనుండి తయారగు సరకులు. పాలు విరివిగా లభించు దేశములలో ఇది పెద్ద పరిశ్రమ. పసిపిల్లల ఆహారమునకై పాలపొడిని తయారుచేయు పరిశ్రమలు కూడ ఈ రకమునకే చెందును [చూ. సం. 8-పు. 534].

పానీయ పరిశ్రమలు: ఇవి రెండురకములు: 1. మృదు పానీయములు; 2. ఆల్కహాల్ సంబంధమయిన మత్తు పానీయములు. మృదుపానీయములు చౌకవి, స్థూలమైనవి అగుటచే దూరప్రదేశములకు ఎగుమతి చేయుటకు అనుగుణ్యములు కావు. అందుచేత, కొద్ది వ్యవస్థలు మాత్రము రుచికరములైన సిరప్పులను తమ పెద్ద ఫ్యాక్టరీలలో తయారుచేసి, ఆ చిక్కని సిరప్పులను స్థానిక ఫ్యాక్టరీలకు పంపును. ఈ స్థానిక ఫ్యాక్టరీలు సిరప్పులను సోడా పానీయము (కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ నిండిన నీరు)తో కలిపి గోళీ గాని, కార్కుగాని గల సీసాలలో పట్టి వర్తకులకు పంపిణీ చేయుదురు. నీరు, పంచదార, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు, సిట్రిక్ ఆసిడ్, మంచి వాసనలనిచ్చు కోలా, జింజర్, ఆరంజి మొదలగునవి వీటిలో ఉపయోగించబడు ప్రధాన వస్తువులు. ఆల్కహాల్ సంబంధ పానీయములు మూడు రకములు: 1. ఆల్కహాల్ 6% వరకు ఉండు బీర్, ఏల్ మొదలగు మాల్ట్ పానీయములు; 2. ఆల్కహాల్ 43-50% వరకు ఉండు విస్కీ, బ్రాందీ, రమ్, జిన్ మొదలగు స్వేదిత మద్యములు; 3. ద్రాక్షనుండి తయారుచేయబడి, 12% వరకు ఆల్కహాల్‌ను కలిగి ఉండు ద్రాక్షసారాయిలు.

పులియ బెట్టబడిన మాల్ట్ (అంకురించు బార్లీ) నుండి మాల్ట్ పానీయములు తయారుచేయబడును. ఈ పానీయములు తయారగునప్పుడు హాప్స్ (ఒక రకమైన చెట్టు భాగము)కలిపి మంచి రుచిని కలిగింతురు. పులియబెట్టబడిన అంబలిని స్వేదనమొనర్చి నిర్ణీతశాతము ఆల్కహాల్ గల స్వేదిత స్పిరిట్‌లు తయారుచేయబడును. ఆ తరువాత స్వేదజలము (డిస్టిల్ వాటర్)ను చేర్చగ అవి సజలీకరణము చేయబడును.

పైన పేర్కొనిన పరిశ్రమలే కాక, మసాలా, సుగంధ ద్రవ్యములు, ఊరగాయలు, సిరకా మొదలగు వివిధ రకముల ఆహారపదార్థములను తయారుచేయు పరిశ్రమలు అనేకములు ఉన్నవి. పలురకముల ఆహారపదార్థములకై మానవుని రుచులు మారుచున్నంతవరకు ఈ పరిశ్రమల సంఖ్యకూడ మితిలేక పెరుగుచునే ఉండును.

నగరములు, పట్టణములు మొదలగు జనసమ్మర్దములైన ప్రదేశములలో వారికి అవశ్యకమైన ఆహార పదార్థములు అన్నిటిని ఒకచోటికి చేర్చుట మొదటి ఆశయము. అనుభోక్తలకు సంతృప్తికరమైన ఆహారమును అందజేయుట - అనగా ఏడాది పొడుగునా ఆయా వ్యక్తులు వాంఛించు నాణ్యము గల వివిధ రకముల ఆహారములను అందజేయుట - రెండవ ఆశయము. సరఫరాచేయు ఆహారముల పౌష్టికతను, అందుమూలమున జాతి ఆరోగ్యమును పెంపొందించుట మూడవ ఆశయము.

ఆహార పరిశ్రమలతో సన్నిహిత సంబంధములు గల ఇతర పరిశ్రమలు అనేకములు ఉన్నవి. ఉదా: ఆహార పదార్థములను భద్రముచేయుటకు ఉపయోగించు వివిధ వస్తు సామగ్రిని అందచేయు ఇతర పరిశ్రమలు కూడ ఆహార సాంకేతిక శాస్త్ర పరిధిలోనికే వచ్చును. ఒక ప్రదేశము నుండి మరొక ప్రదేశమునకు ఆహార పదార్థములను (ముఖ్యముగా చెడిపోవు వానిని) శీఘ్రముగా రవాణా చేయుట అతి ప్రధాన విషయము. ఆహార విజ్ఞానశాస్త్ర సూత్రముల వినియోగము ఆధునిక వాహనముల అభివృద్ధికి దారి తీసినది. వాటి గోడలు, కప్పులు ప్రత్యేకమైన వస్తువులచే కప్పి, ఆహారమును దెబ్బతినకుండా తీసికొని పోవుటకు అనువుగా వాటి అంతర్భాగములు నిర్మింపబడుచున్నవి.

ఆస్ట్రేలియా వంటి ప్రదేశమునుండి యూరప్‌నకు ఘనీభవింపబడిన మాంసమును రవాణాచేయుటకై ప్రత్యేకమయిన ఓడల రూపకల్పన చేయుట ఆహార విజ్ఞాన శాస్త్రము యొక్క గొప్ప విజయములలో ఒకటి. ఎప్పుడును అల్పతాపక్రమములో ఉండునట్లును, గాలి సంచారము జరుగునట్లును, కావలసిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ శాతము లభించునట్లును వస్తువులు ఉంచబడు ప్రదేశములు రూపకల్పన చేయబడినవి.

ప్రపంచ ఆహార సమస్యలు ఆహార సాంకేతిక శాస్త్ర పరిధిని మరొక దిశలోనికి మరల్చుచున్నవి. ఆహారమును క్రమపరచి, సిద్ధముచేయు ఫ్యాక్టరీలు భారీ ఎత్తున ఏదో నిర్దిష్ట రకములయిన పదార్థములను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించినప్పుడే అవి ఎక్కువ సామర్థ్యముగా,

ప్రయోజనకరముగా పనిచేయును. అందుచేత, అటువంటి ఫ్యాక్టరీలు ఆ యా పంటలు విరివిగా పండుటకు అవకాశములున్న స్థలములందే ఎక్కువగ నెలకొల్పబడుచున్నవి. ఉదా: మాంసము విరివిగా లభించు ప్రదేశములందు మాంసపు కానరీలు; కూరగాయలు, పండ్లు విరివిగా కాయు ప్రదేశములలో కూరగాయల, పండ్ల కానరీలు నెలకొల్పబడినవి.

మైసూరులో ఉన్న కేంద్ర ఆహార సాంకేతిక శాస్త్ర పరిశోధన సంస్థ (సెంట్రల్ ఫుడ్ టెక్నలాజికల్ రీసెర్చ్ ఇనిస్టిట్యూట్) భారతదేశములో ప్రారంభించదగు ఆహార పరిశ్రమలను గూర్చి పరిశీలనలు జరిపి, పారిశ్రామిక రంగమునకు ఫలితములను అందజేయుచున్నది. భారత దేశమున బిస్కత్తులను భారీ స్థాయిలో చేపట్టిన సంస్థలు బ్రిటానియా, పార్లే, మంగారామ్ వంటివి కూడ ఈ పరిశ్రమలో చెప్పుకొనదగినవి. మిఠాయి బిళ్లల పరిశ్రమ ఒకప్పుడు ప్యారీ సంస్థ (సామర్లకోట) ఆధిపత్యముననే సాగి నప్పటికిని ఇప్పుడు ఈ రంగమున పెక్కు సంస్థలు ప్రవేశించినవి. ఇందులో కాడ్ - బరీ ఫ్రై ప్రముఖమయినది. ఇటీవల ప్రభుత్వరంగమున రొట్టెల పరిశ్రమ నెలకొని దేశమున బొంబాయి, మద్రాసు, ఢిల్లీ, హైదరాబాదు, కొచ్చిన్ మొదలగు నగరములలో పనిచేయుచున్నవి. పిండికి గాని, రొట్టెకు గాని చెయ్యి తగలకుండా ఒక్కొక్క ఫ్యాక్టరీ నగటున రోజుకు 20 వేల రొట్టెలను తయారుచేసి, నగరవాసులకు సప్లయి చేయుచున్నది. నిజామాబాదులో నీఫా ఫ్యాక్టరీ, చిత్తూరులో న్యూట్రిన్ మిఠాయి బిళ్ళల ఫ్యాక్టరీ, సామర్లకోట ప్యారీ ఫ్యాక్టరీ పేర్కొనదగినవి. విజయవాడ సమీపమున పాల పొడి ఫ్యాక్టరీ సిద్ధమగుచున్నది (1968) [చూ. ఆహారములు-నిల్వ]. ఏ. వి. కు.

ఆహారములు - నిల్వ (కేనింగ్): ఆహార పదార్థములను భద్రముగ నిల్వచేయుటకు అనుసరింపబడు పద్ధతులలో డబ్బాలలో నిల్వచేయుట ఒకటి. ఇందు ఆహారములను డబ్బాలలో ఉంచి, గాలి చొరకుండ మూసి, వేడిచేసి, సూక్ష్మక్రిమి రహితము చేసి నిల్వచేయుదురు. శాస్త్రీయముగ నిర్ణయింపబడిన తాపక్రమములలో వేడిచేయుటవలన ఆహార వస్తువులను వాటిలో ఉన్న సూక్ష్మక్రిములు, బూజులు, యీస్టు వంటి సూక్ష్మజీవులవలన చెడిపోకుండ పదిల పరుపవచ్చును. గాలి చొరకుండ డబ్బాలను మూసి వేయుటవలన వాతావరణములోని సూక్ష్మజీవుల సంపర్కమున ఆహారములు పాడగుటను నివారింపవచ్చును. ఇట్లు ఆహారములను సూక్ష్మక్రిమి రహితములుగ చేయకున్నచో సూక్ష్మజీవులు వాటిలో కొంతభాగమును తాము తిని, మిగిలిన వాటిని వాటి సహజ ధర్మములను మార్చి మానవులకు పనికిరాకుండ పాడుచేయును.

చరిత్రాంశములు: 1795 ప్రాంతమున ఫ్రెంచి విప్లవ సేనలు ఇంగ్లండు, ప్రష్యా, ఆస్ట్రియా, స్పెయిన్, సార్డీనియా దేశముల సేనలతో పోరాడుచుండెను. ఫ్రెంచి సేనలకు విజయ పరంపరలు లభించుచుండినను, యుద్ధరంగమున నే కాక స్కర్వీ(నంజు వ్యాధి)వలన, పోషకాహార లోపము వలన వేలాది ఫ్రెంచి సైనికులు మరణించుచుండిరి. దూర దేశములలోని సైనికులకు, నావికులకు ఆహారము సులభముగ కొనిపోవుటకు ఒక చక్కని పద్ధతిని రూపొందింపవలసిన ఆవశ్యకము ఏర్పడెను. ఆహార ద్రవ్యములను చాల కాలము తాజాగను, ఉపయోగకరముగను భద్రముగ నిల్వచేయు పద్ధతిని కనిపెట్టిన వారికి 12 వేల ఫ్రాంక్*లు బహుమాన మిత్తునని ఫ్రెంచి ప్రభుత్వము ప్రకటించెను. అంతట నికోలస్ అప్పర్ట్ అను ఫ్రెంచి మిఠాయి వర్తకుడు 14 ఏండ్లు అనేక ప్రయోగములు చేసి, చివరకు ఒక పద్ధతిని సిద్ధపరచెను (1809). దానికి ఫ్రాన్స్ చక్రవర్తి నెపోలియన్ బహుమతిని కూడ ప్రసాదించెను. అతడు వెడల్పు మూతులు గల గాజుసీసాలను ఆహార వస్తువులతో నింపి, సీసాలకు జాగ్రత్తగా గాలిచొరని బిరడాలు బిగించి, వాటిని మరుగు నీటిలో ఉంచి వేడి చేసెను. ఈ విధముగా 50 రకముల పై చిలుకు ఆహారద్రవ్యములను అతడు విజయవంతముగ నిల్వచేయగలిగెను. కాని, తన పద్ధతి ఏ సూత్రముల ప్రకారము ఫలప్రదమగుచున్నదో అతనికి తెలియకుండెను. 50 ఏండ్ల తరువాత ఫ్రెంచి విజ్ఞాని లూయీ పస్టూర్ 1860 లో ఆహారము చెడిపోవుటకు కారణము సూక్ష్మజీవులే అని శాస్త్ర రీతిలో నిరూపించెను. అప్పర్ట్ పద్ధతి 1810 లో ఇంగ్లండుకు, 1819 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్‌కు వ్యాపించి, అచ్చట విశేషముగ అభివృద్ధి చెంది, ప్రపంచ ఆర్థిక వ్యవస్థలో ఒక ప్రధాన పరిశ్రమగా రూపొందినది. ఆహారమును నిల్వచేయుటకు వాడబడు కేనిష్టర్ (చిన్న డబ్బి) అను పదము వర్తకుని నోట కేన్ (డబ్బా)గా మారి, 'కేనింగ్'అను పదము ప్రచారములోనికి వచ్చెను. ఇందు వాడబడు డబ్బాలు తగరపు డబ్బాలు అని పిలువబడును. కాని, నిజమునకు అవి తగరపు పూతగల ఉక్కు డబ్బాలు; వాటిలో ఉక్కు 98.5 - 99.75%, తగరము 0.25 - 1.5% ఉండును. ఉక్కు డబ్బాలను కరగిన తగరములలో ముంచి కాని, విద్యున్మలామా వల్ల కాని తగరపు పూత పూయబడును. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఈ పరిశ్రమలో సాలీనా 4 కోట్ల పై చిలుకు డబ్బాలు విని

* ఫ్రాంక్ ఒకటికి = దాదాపు రూ. 1-52 (1966)

యోగింపబడుచున్నవి. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధమున ఆసియాలో తగరము ఉత్పత్తియగు ప్రాంతములను జపాన్ ఆక్రమించుటవలన ఈ పరిశ్రమలో గాజు పాత్రల వాడకము విరివిగా ప్రచారములోనికి వచ్చినది. ఆధునిక పరిస్థితులలో డబ్బాలలో ఆహారమును నిల్వచేయుట 6 దశలలో జరుగును.

శుభ్రపరచుట, సిద్ధపరచుట : డబ్బాలలో నిల్వ చేయబడిన ఆహార ద్రవ్యములు - అవి అనాస వంటి పండ్లు కావచ్చును, బఠాణీ వంటి కూరలు కావచ్చును లేదా మాంసము కాని, చేపలు కాని కావచ్చును-డబ్బాల నుండి తీసిన వెనువెంటనే తినుటకు ఉద్దేశింపబడినవి కాబట్టి, వాటిలో ఏ విధమైన అభక్ష్య వస్తువులు ఎంతమాత్రము లేకుండ చూచుట అత్యావశ్యకము. అందుకు వాటిని జాగ్రత్తగ శుభ్రపరచి, ఇతర అశుచి వస్తువులను తొలగించవలెను. ఇంతేకాక నిల్వచేయబడు ఆహారము యొక్క స్వభావమును బట్టి, వాటిని డబ్బాలలో ఉంచుటకు తగిన విధమున సిద్ధపరచుట కూడ అతిముఖ్యము. ఉదా : పండ్లను, కూరగాయలను వాటిలోని రాళ్లను, తొక్కలను, ఇతర వస్తువులను తొలగించి, చిన్న చిన్న ముక్కలుగా తరగవలెను. మాంసమును తునకలుగా చేసి, డబ్బాలలో దట్టించవలెను. చేపలను నూనెతో వండి సిద్ధపరుపవలెను. ఈ పనులన్నియు చాల వరకు యంత్రములతోనే చేయబడును.

బ్లాంచింగ్ : ఇందు ఆవిరిచే మరుగుచున్న నీటిలో ఆహార ద్రవ్యములను ముంచి, 2 మొదలు 10 నిముషముల వరకు ఆవిరిలో ఉడకబెట్టుదురు. ఆహార ద్రవ్యములలో చిక్కుకొని ఉన్న గాలిబుడగలను పైకి పంపివేయుటయే ఈ ప్రక్రియ యొక్క ప్రయోజనము. దీని వలన ఆహార వస్తువులు సంకోచింపబడి పాకింగు పనికి అనుకూలపడును. ఆహారముల నిలుకడను భంగపరచు సూక్ష్మక్రియలు నశించి పోవును.

నింపుట, ఖాళీచేయుట : ఆధునిక పరిశ్రమలలో స్వతశ్చలిత యంత్రములు బాగుగా కడుగబడిన డబ్బాలను ముందుగా తూకము చేయబడిన ఆహారద్రవ్యములతో నింపును. కొన్ని సందర్భములలో పాక యంత్రములనుండి నేరుగా వేడి ఆహార పదార్థములు డబ్బాలలో నింపబడును. ఇతర సందర్భములలో ఆహారములతో నింపబడిన డబ్బాలు శోషక పేటికలలోనికి పంపబడును. అందు ఆహారములకు ఉడుకు నీరు లేదా ఆవిరి తగిలి, డబ్బాలు మూయబడునప్పుడు ఆవిరి ఘనీభవింపబడుట వలన డబ్బాల పై భాగమున నిర్వాతప్రదేశము ఏర్పడును. మరికొన్ని సందర్భములలో యాంత్రిక శోషకముల సహాయమున నిర్వాతమును కల్పించి, ఆ నిర్వాత ప్రదేశములో డబ్బాలను నింపుదురు.

మూత వేయుట : పై విధమున నింపబడిన డబ్బాలు స్వతశ్చలిత యంత్రముల సహాయమున మూయబడును. ఈ యంత్రములు నిముషమునకు 200 - 250 డబ్బాలకు మూతలు వేయగలవు.

సూక్ష్మక్రిమి వినాశనము : మూసివేయబడిన డబ్బాలను నిర్దిష్ట తాపక్రమమునకు వేడి చేసి, ఆ తాపక్రమములో నిర్దిష్ట కాలమున ఉంచుదురు. ఆహార పదార్థముల స్వభావమును బట్టి, డబ్బాల సైజును బట్టి తాపక్రమము, కాలవ్యవధి ముందుగా నిర్ణయింపబడును.

చల్లబరచుట, చీటీలు అంటించుట, నిల్వ చేయుట : సూక్ష్మక్రిమి రహితములుగ చేయబడిన డబ్బాలను చలువతొట్టెలోనికి పంపి, చల్లని నీటితో చల్లబరచుదురు. పిమ్మట వాటికి స్వతశ్చలిత యంత్రముల సహాయమున చీటీలు అంటించి, వాటిని నిల్వచేయుటకై గిడ్డంగులకు పంపుదురు.

ప్రస్తుతము భారత దేశములో పండ్లను, కూరగాయలను నిల్వచేయుటకు అనేక కర్మాగారములు కలవు. కేరళ, దక్షిణ కెనరా ప్రాంతముల కోస్తా జిల్లాలలో చేపలను నిల్వ చేయుటకు కూడ కర్మాగారములు కొద్దిగా కలవు. మాంసమును నిల్వ చేయు కర్మాగారములు మాత్రము చాల అరుదుగా ఉన్నవి. విజయవాడ సమీపమున గన్నవరములో పంది మాంసమును డబ్బాలలో భద్రపరచు ఫ్యాక్టరీ రూపు గొనుచున్నది (1968).

ఆధునిక సాంకేతిక వికాసములో పోలీమర్‌ల లేదా ప్లాస్టిక్‌ల తయారీ చాల గణనీయమైన వికాసము. ప్లాస్టిక్‌లకు దృఢత్వము, తేలికతనము, దుష్ప్రవేశ్యత అను అద్భుత ధర్మములు కలవు. ఇప్పుడు వాటిలో కొద్దిమాత్రమే ఉన్నత తాపక్రమములను తట్టుకొని నిలువగలవు. కాని, వాటి తాపక్రమ నిరోధక శక్తిని చాల పెంపొందించుటకు పరిశోధనలు నిర్విరామముగ కొనసాగుచున్నవి. కనుక ఆహార పదార్థములను ప్లాస్టిక్ పొట్లములలోను, ప్లాస్టిక్ డబ్బాలలోను నిల్వ చేయగలుగుటకు ఎంతో కాలము పట్టక పోవచ్చును. 1957 - 65 మధ్య ఏండ్లలో భారతదేశమున 17 ఆహార పరిశ్రమలు నెలకొల్పబడి, విదేశ కంపెనీల సహకారముతో పని చేయుచున్నవి. ఏ. వి. కు.

ఇంజనులు : చూ. అంతర్దహన ఇంజనులు-పు. 152; ఆవిరి ఇంజనులు-పు. 216; ఉష్ణయంత్రములు.

ఇంజనీరింగు డ్రాయింగు : ఆనకట్ట,డాము వంటి నీటి వనరులు, కట్టడములు, కర్మాగారములు, యంత్రములు, విద్యుత్ కేంద్రములు మొదలైన అనేక నిర్మాణములందు

డిజైను చేసిన తరువాతనే ఖర్చు అంచనా, నిర్మాణము జరుగును. డిజైనులో డ్రాయింగు ఒక ముఖ్య ఘట్టము. ఖర్చు అంచనా [చూ. పు. 151]కు, నిర్మాణము [చూ.]నకు కావలసిన అన్ని వివరములు వ్రాత మూలముగా తెలియ పరచుట అసాధ్యము. వివిధ భేదములకు దారితీయకుండ, కాంట్రాక్టరులకు, క్రింద ఉద్యోగులకు, సాంకేతిక సిబ్బందికి అర్థమగునట్లు విశదీకరించుటకు డ్రాయింగు ఎంతో ఉపకరించును. కాబట్టి డ్రాయింగును 'ఇంజనీరుల భాష' అని వ్యవహరింతురు. డ్రాయింగులోని లిపి చిత్రములతోను, అంకెలతోను కలిసి భాషాతీతమై 'విశ్వభాష' గా వెలయుట సమంజసమే కదా!

భాషా వేత్తలు ఏ విధముగ వ్యాకరణము మొదలైన అంశములు శ్రద్ధతో నేర్చి, మెలకువతో అభ్యసింప వలయునో, ఇంజనీరులు కూడ ఆ విధముగనే రేఖామయమైన డ్రాయింగును అభ్యసింపవలెను. ఇంజనీరింగు విద్యలో డ్రాయింగును ఒక శాస్త్రముగనే కాక ఒక కళగా కూడ భావించి బోధింతురు. డ్రాయింగును మొదటి నుంచి తుది వరకు చక్కగా వేయుటకు ఎంతో దీక్ష, వ్యవధి అవసరము. పెద్ద పెద్ద ఇంజనీరులు తమ కాలము వృథాచేయక చిత్తుగా వేసిన డ్రాయింగును ఆధారముగ చక్కని డ్రాయింగును తయారుచేయుటకు శిక్షణ పొందిన అనుభవ హస్తులయి డ్రాఫ్ట్స్‌మన్‌లను వినియోగింతురు; వీరు కూడ డ్రాయింగులలో శిక్షణ పొందినవారే. అయితే, వీరు డ్రాయింగును శాస్త్రముగా కాక కళగా అభ్యసించి అందులో సిద్ధహస్తులై ఉందురు.

డ్రాయింగులు-రకములు: డ్రాయింగులను ముఖ్యమైన రెండు రకములుగ విభజింప వచ్చును. 1. విక్షేపక (ప్రొజెక్టివ్) డ్రాయింగులు; 2. అవిక్షేపక (నాన్-ప్రొజెక్టివ్) డ్రాయింగులు.

విక్షేపక డ్రాయింగులను మరల **మూడు** ఉపశాఖలుగ విభజింపవచ్చును: 1. లంబ రేఖాంకిత విక్షేపక (ఆర్థోగ్రాఫిక్) డ్రాయింగు; 2. తిర్యక్ విక్షేపక (అబ్లిక్) డ్రాయింగు, 3. యథాదర్శన (పెర్‌స్పెక్టివ్) డ్రాయింగు. పై **మూడు** విధములు ఎదురు పుటలోని చిత్రములలో విశదముగ చూపబడినవి.

పై మూడింటిలోను లంబరేఖాంకిత విక్షేపక డ్రాయింగు చాల ప్రచారములో ఉన్నది. భవనములు, డాము, ఆనకట్ట వంటి నిర్మాణముల విషయములో వాడుకచేయు డ్రాయింగులో సర్వసాధారణముగ చేయు ప్లాన్, ఉన్నతి, ఛేదము దీనికి ముఖ్య ఉదాహరణములు. తిర్యక్ విక్షేపక పద్ధతి యంత్రముల విభాగములను చూపించుటకు వాడుదురు.

యథా దర్శన డ్రాయింగును వాస్తు స్థపతు (ఆర్కిటెక్ట్)లు ఎక్కువగా ఉపయోగింతురు. ఈపద్ధతిపై వేసిన డ్రాయింగులు కెమేరాతో తీసిన ఛాయా చిత్రముల మాదిరి ఘనీభావ రంజితములై పామరులకు కూడ అర్థమగును. ఒక భవనము యొక్క యథా దర్శనమును ఎదురు పుట లోని చిత్రములలో చూడవచ్చును.

అవిక్షేపక డ్రాయింగులు: రోడ్ల, కాలువల నిర్మాణమునకు అవసరములగు నిలువుకోత, అడ్డకోత, గణిత శాస్త్రములో ఉపయోగింపబడు రేఖాచిత్రములు, సాంఖ్యక శాస్త్రములోని నోమోగ్రాములు మొదలైనవి ఈ తరగతికి చెందును. అయితే, ఇట్టి డ్రాయింగులలో అందము కంటె ఖచ్చితమునకే ఎక్కువ ప్రాముఖ్యము ఉండును.

ఇంజనీరింగు కాలేజీలలో విద్యార్థులు ప్రత్యేక బోధనా విభాగములలోనికి వెళ్ళకముందే సమతల జ్యామితి, ఘన జ్యామితి కలసిన జ్యామితి డ్రాయింగు అను బోధనాంశమును అభ్యసింతురు. భవనముల డ్రాయింగు, కట్టడముల డ్రాయింగు, మ్యాపు డ్రాయింగు సివిలు ఇంజనీరులు నేర్తురు. వాస్తు సంబంధ డ్రాయింగును వాస్తు స్థపతులు, యంత్రముల డ్రాయింగును మెకానికల్ ఇంజనీరులును అభ్యసింతురు. పరికరముల సహాయము లేకుండ చిత్తుగ గీచిన డ్రాయింగును చేతి డ్రాయింగు లేదా చిత్తు డ్రాయింగు లేదా స్కెచ్ అని అందురు. పరికరములు ఉపయోగించి వేసిన డ్రాయింగును మెకానికల్ డ్రాయింగు అని అందురు. వాడుకలో ఇట్టి దానిని క్లుప్తముగా డ్రాయింగు అని పిలుచుట పరిపాటి.

డ్రాయింగును వేయుటలో అనేక నియమములు పాటించుట సంప్రదాయము. అట్టి నియమములు డ్రాయింగు కాగితపు కొలతలతో మొదలై, అక్షర శైలి కొలతలు, రూపు విధానము, బహువిధ సంజ్ఞలను మేళవించి, కడకు డ్రాయింగు కాగితమును మడచు వరకు వెళ్ళును. అట్టి నియమములను పాటించినపుడే సులభ గ్రాహ్యమైన డ్రాయింగు తయారగును. డ్రాయింగులలో దిగువ తెల్పిన అక్షర శైలీరీతులను ఉపయోగించుట పరిపాటి.

రోమన్ శైలి: ఇందులో స్పష్టతకంటె అందమునకే ప్రాముఖ్యము. అక్షరముల మందము మారుచుండును. వాస్తు స్థపతుల డ్రాయింగులో పురాతన శైలిని ఎక్కువగా ఉపయోగింతురు. ఆధునిక శైలి మ్యాపు డ్రాయింగులో ఉపయోగింపబడును.

గాతిక్ శైలి; ఇది వ్యాపారశైలి అని, సాధారణ శైలి అని రెండు విధములు. వీటిని ఇంజనీరింగు డ్రాయింగులలో ముఖ్య నామములను వ్రాయుటకు వాడుదురు.

ఏక విసురు శైలి : ఇది మిక్కిలి వ్యాప్తిలో ఉన్నది. సాధారణముగ ఇంజనీరింగు డ్రాయింగులలో ఈ శైలినే వాడుదురు.

కొలతలు చూపు వివరములు ముందు పుటలోని చిత్రములు తెలియజేయును.

ఏ డ్రాయింగునైన పెన్సిలుతో వేసిన తరువాతనే సిరాతో వేయుదురు లేదా సిరాతో ట్రేసింగు చేయవచ్చును. ట్రేసింగుకాగితమునుంచి కాని, ట్రేసింగ్ గుడ్డనుంచి కాని బ్లూప్రింటు లేదా అమోనియా ప్రింటును తయారు చేయుదురు [చూ. డ్రాయింగు పరికరములు]. మౌళి.

ఇండియన్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ పెట్రోలియమ్ : 1960, సెప్టెంబరులో నెలకొల్పబడిన ఈ సంస్థ డెహ్రాడూన్‌కు 8 కి. మీ. దూరమున హరిద్వారము రోడ్డుపై గల మోహకం పూర్ వద్ద కలదు. దీనికి సంబంధించిన అనేక విభాగములలో ఒక ప్రాజెక్టుల విభాగము మాత్రమే నిర్వహణ సౌలభ్యము దృష్ట్యా న్యూఢిల్లీలో పనిచేయుచున్నది. ఈ సంస్థ లక్ష్యములు: 1. ముడి పెట్రోలియమ్‌ను, దాని ఉత్పన్నములను, సహజవాయువును శుద్ధిచేసి వినియోగమునకు కొనితెచ్చుటయందు, పెట్రో-రాసాయనిక క్షేత్రమందును పరిశోధనలు జరిపి వాటిని అభివృద్ధిపరచుట; 2. పెట్రోలియమ్, సహజ వాయువు-ఈ రెండిటి ఉత్పన్నములు, పెట్రో-రాసాయనిక ద్రవ్యములు—వీటి ఉత్పత్తి, ఉపయోగములపై సమాచారమును సిద్ధపరచుట; 3. మార్కెట్ సర్వేలు, సాంకేతిక-ఆర్థిక అను శీలనములు నిర్వహించుట; 4. ఈ సంస్థ యందు, చమురు పరిశ్రమయందు, పెట్రో-రాసాయనిక పరిశ్రమయందు పనిచేయుటకు ఎన్నుకొనబడిన సిబ్బందికి శిక్షణ ఇచ్చుట; 5. పెట్రోలియమ్ ఉత్పన్నములకు ప్రమాణములను రూపొందించుటలో ఇండియన్ స్టాండర్డ్స్ ఇనిస్టిట్యూషన్ [చూ.] అను సంస్థకు తోడ్పడుట. భారత ప్రభుత్వపు పెట్రోలియమ్ - రాసాయనికముల మంత్రిత్వ శాఖకు, ఇండియన్ ఆయిల్ కార్పొరేషన్‌కు, ప్రైవేటు చమురు పరిశ్రమలకు, వాడకపుదారుల సంఘములకు, యూనివర్సిటీలకు చెందిన ప్రతినిధులతో ఏర్పాటు చేయబడిన ఒక కార్య నిర్వాహక వర్గము ఈ సంస్థ యొక్క కార్యకలాపములను నిర్వహించుచున్నది. ఆ. వెం.

ఇండియన్ స్కూల్ ఆవ్ మైన్స్ : బహుముఖమైన భారత ఖనిజపరిశ్రమలో పనిచేయు సిబ్బందికి సాంకేతిక శిక్షణ ఇచ్చుటకు భారతప్రభుత్వము 1926లో ఈ సంస్థను ధన్‌బాద్ వద్ద స్థాపించెను. 1967 జూలై ప్రారంభమునుండి ఇది ఒక స్వతంత్ర సంస్థ అయినది. యూనివర్సిటీగ్రాంట్స్ కమిషన్‌చట్టము (1956) 3వ సెక్షన్ ప్రకారము నాటి నుండి ఇది ఒక యూనివర్సిటీగ పరిగణింపబడుచున్నది. అధికారుల, అధికారేతరులతో కూడిన ఒక కార్యనిర్వాహక సంఘము ఈ స్కూలును పరిపాలించుచున్నది.

మైనింగ్ ఇంజనీరింగు, పెట్రోలియమ్ ఇంజనీరింగు, వినియుక్తభూశాస్త్రము,వినియుక్త భూ భౌతికశాస్త్రము-వీటిలో విద్యార్థులకు శిక్షణ ఇచ్చి, ఉత్తీర్ణులకు బి. ఎస్. సి., ఎమ్. ఎస్. సి. డిగ్రీలు ప్రదానముచేయుట; పై విజ్ఞాన శాస్త్రములలో పరిశోధనలు జరిపిన వారికి డాక్టరేట్ డిగ్రీలు ఇచ్చుట ఈ సంస్థ ప్రధాన విధులు. ప్రస్తుతము ఈ స్కూలు ఏటేట మైనింగ్ ఇంజనీరింగునకు 20 విద్యార్థులను, మిగిలిన మూడు కోర్సులకు చెరి యొక 12 విద్యార్థులను చేర్చుకొనుచున్నది. దేశము మొత్తము మీద ప్రధాన నగరములలో జరుపబడు ప్రవేశ పోటీపరీక్షల ఫలితముగ అర్హులుగా నిర్ణయింపబడినవారికే స్కూలులో ప్రవేశము లభించును.

ప్రారంభమునుండి ఈ సంస్థ నేలబొగ్గు, చమురు వంటి భారత ఖనిజ పరిశ్రమతోను, భారత జియలాజికల్ సర్వే సంస్థతోను, జాతీయ పరిశోధనాగారములతోను సత్సంబంధములు పెంపొందించుకొనుచున్నది. అందువలన ఇచట ఉత్తీర్ణులైన విద్యార్థులకు ఉద్యోగావకాశములు మెరుగైనవి. ఆ. వెం.

ఇండియన్ స్టాండర్డ్స్ ఇనిస్టిట్యూషన్ : ఈ సంస్థ (ఐ. ఎస్. ఐ) ను భారత ప్రభుత్వము దేశములోని పారిశ్రామిక, వైజ్ఞానిక, సాంకేతిక సంస్థల సహకారముతో 1947 లో స్థాపించెను. దీని గమ్యములు, ఆశయములు : వ్యాపార వస్తువులకు, ఉత్పన్నములకు, ప్రక్రియలకు జాతీయ, అంతర్జాతీయ ప్రాతిపదికలపై సాధారణ ప్రమాణములను సిద్ధపరచి, వాటి అమలుకు ప్రోత్సహించుట; ప్రమాణీకరణమును, వస్తుగుణనియంత్రణమును అభివృద్ధి పరచుట; ద్రవ్యములను, ఉత్పన్నములను, ప్రక్రియలను మెరుగుపరచుటకు ఉత్పత్తిదారుల, వినియోగదారుల కృషిని సమన్వయపరచుట; ప్రమాణీకరణమును సూచించు ముద్రలను రిజిస్టరు చేయుట; ప్రమాణీకరణమునకు సంబంధించిన సాంఖ్యక వివరములను, సమాచారమును అనుబంధ సంస్థలకు అందజేయుట.

ఉత్పత్తిదారులకు, వాడకపుదారులకు, సాంకేతిక సంస్థలకు, ప్రభుత్వ శాఖలకు ప్రతినిధులుగా పనిచేయు నిపుణులతో కూడిన కమిటీల సాహాయ్యమున ఈ సంస్థ భారతీయ ప్రమాణములను రూపొందించెను. ఈ ప్రమాణములను కేంద్ర, రాష్ట్ర ప్రభుత్వ శాఖలు, స్థానిక సంస్థలు ఆమోదించినవి. ప్రభుత్వరంగమునకు, ప్రైవేటు రంగమునకు చెందిన

ప్రముఖ పారిశ్రామిక వ్యవస్థలు, కొనుగోలుదారుల సంఘములు తమ తమ ఉత్పత్తి, క్రయ కార్యములకు పై ప్రమాణములనే అవలంబించుచున్నవి. **ఆ. వెం.**

ఇంధనములు - ఉపోత్పన్నములు : ఇంధనములు అనగా గాలిలో మండి, వేడిని పుట్టించు ద్రవ్యములు అని స్థూలముగా చెప్పవచ్చును. ప్రాణికోటిలో మానవుడు మాత్రమే ఇంధనములను ఉపయోగించి వేడిని, శక్తిని సృజించు మార్గములను కనిపెట్టెను. నేల బొగ్గు, పెట్రోలియమ్, చమురు వాయువు ప్రధానతమములైన ఇంధనములు. వీటిలో శక్తి కార్బన్, హైడ్రో కార్బన్‌ల రూపమున గర్భితమై ఉండును. ఈ కార్బన్, హైడ్రో కార్బన్‌లు గాలిలోని ఆక్సిజన్‌లో మండుట వలన ఇంధనముల నుండి శక్తి విడుదల అగును. రాసాయనిక ప్రతిక్రియలు, జల విద్యుత్ శక్తి, పరమాణు విదళనము వంటి ఇతర ఆధారముల నుండి కూడ శక్తి లభించును. అయితే, ఇచట సంప్రదాయ ఇంధనములు మాత్రమే వివరింపబడును.

విరివిగా వాడుకలో ఉన్న ఇంధనములు :

భౌతిక స్థితి	సహజ లేదా ప్రాథమికస్థితి	ఉత్పాదిత లేదా ద్వితీయ (సెకండరీ) స్థితి
ఘనేంధనములు	కర్ర, పీట్, లిగ్నైట్, నేలబొగ్గు	కర్రబొగ్గు, అర్ధకోకు, కోకు, పెట్రోలియమ్‌కోకు, తారు (కీలు).
ద్రవేంధనములు	పెట్రోలియమ్ నూనెలు	గాసోలీన్, కిరసనాయిలు వంటి పెట్రోలియమ్ స్వేదనోత్పన్నములు; ఇంధన తైలము, కోల్ తారు, ఆల్కహాల్‌లు, సంయోజిత ద్రవేంధనములవంటి పెట్రోలియమ్ అవశేషములు.
వాయురూప ఇంధనములు	సహజవాయువు (నేచురల్ గాస్)	ప్రొడ్యూసర్ గాస్, జల వాయువు, చమురువాయువు, ఎల్. పి. జి. *, గాలి కొలిమి వాయువు, ఆసిటలీన్.

ఘనేంధనములు : ఘనేంధనముల నమూనా సంఘటనములు, స్వాభావికములు పట్టికలో చూపబడినవి. నేల బొగ్గులు వాటి సోపానపు తరగతులను బట్టి లేదా భూతత్త్వ యుగములను బట్టి ఒక క్రమములో పై పట్టికలో చూపబడినవి:

* ఎల్. పి. జి. = లిక్విఫైడ్ పెట్రోలియమ్ గాస్.

	నిరార్ద్ర ప్రాతిపదిక						స్థూల ఉష్ణజనక శక్తి కిలో కేలరీ/కిలో గ్రాము
	భారమునుబట్టి చరమ విశ్లేషణ %				భారమానమును బట్టి ఆసన్న విశ్లేషణ		
	C	H	O	N+S	ఆయతనము ద్రవ్యము	స్థిర కార్బను	
కర్ర	50.0	6·0	43·0	1·0	80·0	20·0	3,460
పీట్	57·5	5·5	35·0	2·0	68·4	31·6	3,800
బొగ్గులు							
లిగ్నైట్	70·0	5·0	23·0	2·0	52·6	47·4	5,170
బిట్యూమినస్ I	77·0	5·5	15·0	2·5	42·1	57·9	6,160
,, II	82·0	6·0	9·5	2·5	36·8	63·2	7,480
,, III	86·0	5·5	6·0	2·5	31·6	68·4	8,000
,, IV	88·0	5·0	4·5	2·5	26·3	73·7	8,000
సెమీబిట్యూమినస్	90·5	4·5	3·0	2·0	18 8	81 2	8,300
ఆంత్రసైట్	94·0	3·0	1·5	1·5	4·1	95·9	8,250
సెకండరీ ఇంధనములు							
బొగ్గు	93·0	2·5	1·5	3.0	10·1	89·9	8,050
అర్ధకోకు	93·0	3·0	2·0	2·0	8.6	91·4	7,470
కోకు	95·0	1·0	2·0	2·0	1.1	98·9	7,350

కర్ర : భవన నిర్మాణములకు పనికిరాని కర్ర రకములు అభివృద్ధిలో వెనుకబడిన దేశములలో గృహ, పారిశ్రామిక ఇంధనములుగా వాడుకొనబడును. ప్రగతిశీల దేశములలో కర్రకు ఇంధనముగా చెప్పుకొనదగిన విలువ లేదు. కర్రను ఇనుప రిటార్ట్‌లలో రమారమి 350°C వద్ద బట్టీ పెట్టినచో కర్ర బొగ్గు, కర్ర తారు, పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్, ఇంధనవాయువు లభించును. కర్ర బొగ్గు నల్లగా ఉండును, సుళువుగా నిప్పంటుకొనును, వంట చెరకుగా చాల అనువుగ ఉండును, ధాతుసాధనలో అది ఒకప్పుడు ఇంధనముగా విరివిగా వినియోగపడుచుండెడిది. కాని, పారిశ్రామిక విప్లవము [చూ. పు. 87] నాటినుండి చౌకగా దొరకు కోకు దానిస్థానమున ప్రవేశించినది. పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్‌నుండి మెతిల్ ఆల్కహాల్, ఆసిటిక్ ఆసిడ్, ఆసిటోన్ తయారు చేయబడును. ఇంధన వాయువు కార్బనీకరణములో రిటార్ట్‌లను వేడిచేయుటకు వినియుక్తమగును.

పీట్ : ఇది నేల బొగ్గుకు జనక ద్రవ్యము. గాలి చొరని జల పంక వాతావరణములో సూక్ష్మజీవి సముదాయముచే చీకునట్లు చేయబడిన వనస్పతి ద్రవ్యము పీట్‌గా మారును. దీనిలో 90% వరకు తేమ ఉండును. కాని, గాలిలో ఎండబెట్టి తేమను 20% వరకు తగ్గించవచ్చును. ఇది నాసిరకపు ఇంధనము. అయినను అవలీలగ నిప్పంటుకొని పొగ

చిమ్ముచు మండును. పీట్‌ను బిళ్ళలుగా ఒత్తి వంట చెరకుగా వాడవచ్చును. అత్యవసర స్థితిలో బాయిలరులోను, గాస్ ఉత్పత్తికి నేలబొగ్గుకు బదులుగా ఇంధనముగాను దీనిని ఉపయోగించవచ్చును. పీట్ పేదల బొగ్గు.

నేలబొగ్గు: చూ. నేలబొగ్గు; నేలబొగ్గు - కార్బనీకరణము.

లిగ్నైట్‌లు: ఇవి నేలబొగ్గులలో నాసి తరగతికి చెందినవి. వీటియందు కర్రకు ఆనవాళ్లు ప్రస్ఫుటముగ గోచరించును; అనగా కర్ర ఇంకను పూర్తిగా బొగ్గు కాలేదని అర్థము. గాలిలో ఎండబెట్టినచో లిగ్నైట్‌లు శిథిలములై విడిపోవును. వీటిని తరచుగా బిళ్ళల రూపమున (నైవేలీ లికో బొగ్గు) అమ్ముదురు. ఇవి సాధారణముగ నీటిని ఆవిరి చేయుటకు, వంటకు వాడబడును; ప్రత్యేక పరిస్థితులలో గాస్‌ను తయాచేయుటకు కూడ ఉపకరించును.

బిట్యూమినస్ బొగ్గులు: ఇవి ప్రకృతిలో అధికముగా లభించుచున్నవి. వీటిలో రకరకములు కలవు. కొన్ని రకములు వేడికి కొంత కరగును. ఈ బొగ్గులు పలుచని పొరలు, చారలు కలిగి ఉండును. చారలలో కాంతిమంతములైనవి, వెల వెల బారునవి ఒకదాని తరువాత ఒకటిగ ఉండును. విట్రైన్, క్లోరైన్ అనబడు కాంతిమంతములైన చారలలో కోకుగా రూపొందు ద్రవ్యములును; డ్యురైన్, ఫ్యూసైన్ అనబడు వెల వెల బారు చారలలో కోకుగా రూపొందని ఖనిజ ద్రవ్యములును హెచ్చుగా ఉండును. బిట్యూమినస్, అర్ధ బిట్యూమినస్ బొగ్గులు పరిశ్రమలకు ప్రధానమైన ఇంధనములు.

ఆంత్రసైట్: అన్ని రకముల నేలబొగ్గులలోను ఆంత్రసైట్ కఠినతమమైనది. ఇందులో కార్బన్ పాలు చాల ఎక్కువ; ఉష్ణతా పరిమాణము కూడ ఎక్కువ. ఇది పొగ చిమ్మకుండ మండును. కాని, సులువుగా అంటుకొనదు. నీటి ఆవిరిని ఉత్పాదించుటయే దీని ప్రధాన వినియోగము. ఆంత్రసైట్ నుండి తయారగు కోకు ధాతు సాధనకు చాల ప్రశస్తము.

ద్రవేంధనములు: పెట్రోలియమ్, సహజ గాసోలీన్, షేల్ నూనె - ఈ మూడు ప్రకృతి సిద్ధములైన ద్రవేంధనములు. వీటిలో పెట్రోలియమ్ ప్రధానతమమైనది. ద్రవేంధనములలో హెచ్చుగా తయారగునది కూడ అదియే. చమురు వాయువును మితప్రేషములకు సంకుచింపజేసిన సహజ గాసోలీన్ లభించును. షేల్ నూనెకు విలువ చాల తక్కువ. షేల్‌తో కూడిన ముతక ముడి పదార్థము బట్టీపెట్టి షేల్ నూనెను తయారుచేయుదురు [చూ. పు. 99; పెట్రోలియమ్].

సంయోజిత ద్రవేంధనములు: కార్బన్ మోనాక్సైడ్ వాయువును నేలబొగ్గునుండి తయారుచేయబడిన హైడ్రోజన్‌తో సంయోజింపజేసి కాని, ఉన్నతప్రేషములలో నేలబొగ్గును హైడ్రోజన్‌తో ప్రతికరింపజేసి కాని సంయోజిత ద్రవేంధనములను తయారుచేయవచ్చును - (ఉదా: ఫిషర్ ట్రోవర్స్ ప్రక్రియ). సహజసిద్ధమైన పెట్రోలియమ్ సరఫరా పరిస్థితి సంతృప్తికరముగ లేనపుడు తప్ప సాంకేతికముగా సాధ్యపడినను సంయోజిత ద్రవేంధనముల ఉత్పత్తి భారీ ఎత్తున చేపట్టబడదు.

వాయురూప ఇంధనములు: ఇవి ఘన, ద్రవ ఇంధనముల కంటె ఎక్కువ అనుకూలములైనవి. వీటిని వినియోగించునపుడు కొలిమి యొక్క తాపక్రమమును కావలసిన రీతిని మార్పు చేసికొనవచ్చును; వేడి వృథా కాదు; బొగ్గు వేయుట, బూడిద తీయుట వంటి పనులు తప్పును. ఇవి చాల చౌక; పూర్తిగా మండి అత్యధిక తాపక్రమమును ఈయగలవు.

సహజ వాయువు (నేచురల్ గాస్): సహజ వాయువు అనుపదము తరుచుగా పెట్రోలియమ్‌ను లభింపజేయు భూగర్భ నిర్మాణములతో ముడివడి ఉన్న ఎల్ల వాయువులకు వర్తించు జాతి సంబంధమైన పదము. ఇది పరిశ్రమలలోను, గృహములలోను వంట చెరకుకు బదులు వేడిమినిచ్చు సాధనముగ వినియుక్తమగును. ఉత్పాదిత వాయువు యొక్క సరఫరాను పూరించుటకు సహజవాయువు ఆంశిక ఆక్సీకరణము లేదా ప్రేరక విచ్ఛేదనము అను ప్రక్రియలచే సంస్కరింపబడును. సహజవాయువును సరళ సంకోచనమునకు గురిచేసి సహజ గాసోలీన్‌ను తయారు చేయవచ్చును.

ద్రవీకృత పెట్రోలియమ్ వాయువు: పెట్రోలియమ్‌ను శుద్ధిచేయునపుడును, సహజ వాయువును వినియోగమునకు లాయకీ పరచునపుడును చాల తక్కువ క్వథనాంకము (బాయిలింగ్ పాయింట్) కల హైడ్రో కార్బన్‌లు లభించును. వాటిని వాతావరణ తాపక్రమముల వద్ద మితప్రేషములలో ద్రవీకరించి, ఎల్. పి. జి. (లిక్విఫైడ్ పెట్రోలియమ్ గాస్) అను పేరున విక్రయింతురు. ఎల్. పి.జి. వంట చెరకుగను, అంతర్దహన ఇంజనులలో ఇంధనముగను, పెట్రో రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తిలో తాపసాధనముగను వినియోగపడును. అది తరుచుగా ప్రొపేన్, బూటేన్, ప్రోపిలీన్, బూటిలీన్ అను వాయువులను కలిగి ఉండును.

చమురు వాయువు: ఈ వాయువు ముడి నూనెల (క్రూడాయిల్) నుండి కాని, విచ్ఛేదన (క్రాకింగ్) ప్రక్రి

యలనుండి కాని లభించవచ్చును. మొదటి పక్షమున మీతేన్, ఎతేన్ వాయువులు; రెండవపక్షమున అసంతృప్త హైడ్రోకార్బన్‌లును చమురు వాయువులో చేరి ఉండును. చమురు వాయువు శోధనకర్మాగారమున ఇంధనముగ వాడబడును లేదా సంస్కరింపబడి టౌన్‌గాస్‌గ సరఫరా చేయబడును. పెట్రో రాయనిక పరిశ్రమలలో సాధారణముగ చమురు వాయువు ఆదాన ద్రవ్యము (ఫీడ్ స్టాక్)గ వినియోగింపబడును.

కోల్‌గాస్ (నేలబొగ్గు వాయువు): ఇది నేలబొగ్గు-కర్బనీకరణము [చూ] అను ప్రక్రియలో తయారగును. అధి తాపక్రమ కర్బనీకరణము [చూ.] నుండి తయారైన వాయువు శుద్ధిచేయబడి టౌన్‌గాస్ అను పేరున గృహములలోను, పరిశ్రమలలోను వాడబడును. అల్ప తాపక్రమ కర్బనీకరణము [చూ. పు. 184] నుండి లభించునది మిగిలిన వాటితో కలిసి, ఇది కూడ టౌన్‌గాస్‌గ వినియోగింపబడును.

ప్రొడ్యూసర్ గాస్: ఎర్రగా కాల్చిన నేలబొగ్గుపైన గాని, కోకుపైన గాని గాలిని కొద్దిగా నీటి ఆవిరితో ప్రసరింపచేయుటవలన ఈ వాయువు తయారగును. దీనితో కలిసి తయారగు ఉపోత్పన్నములు వేరుపరచబడి పరిగ్రహింపబడవు. పూర్వము ప్రొడ్యూసర్ గాస్ అంతర్దహన ఇంజనులలో వాడబడుచుండెను. కాని, ఇప్పుడు కొలుములను వేడిచేయుటకు విరివిగ వినియుక్తమగుచున్నది. తక్కువ తరగతి ఘనేంధనముల నుండి నిర్విరామముగ దీనిని తయారు చేయవచ్చును. కాబట్టి, వాయురూప ఇంధనములలో ఇది బహుప్రచారమును పొందినది. గాలికి బదులుగ ఆక్సిజన్‌ను వాడి ప్రొడ్యూసర్‌గాస్ కేలోరి విలువను అధికీకరింపవచ్చును.

జలవాయువు (వాటర్ గాస్): కోకును ఎర్రగా కాల్చి దానిపై నీటి ఆవిరిని పంపినచో జలవాయువు తయారగును. ఆవిరిని ప్రసరింపజేసిన కొంతసేపటికి కోకు తాపక్రమము తగ్గి, జలవాయువు తయారగుట ఆగిపోవును. అప్పుడు నీటి ఆవిరిని తాత్కాలికముగ ఆపి, గాలిని మాత్రమే పంపుదురు. అందువలన బొగ్గుతాపక్రమము మరల హెచ్చిన తోడనే తిరిగి నీటి ఆవిరిని పంపుదురు. ఇటుల నీటి ఆవిరిని, గాలిని ఒకదాని వెనుక ఒకటి ప్రసరింపజేయుదురు. కొలిమిని అడపాదడపా వేడిచేయవలసి వచ్చినపుడు, తొందరగా వేడి చేయవలసి వచ్చినపుడు ప్రొడ్యూసర్ గాస్‌కన్న జలవాయువే అధిక ప్రయోజనకారి. ధాతుసాధనకు - ముఖ్యముగా ఉక్కును కరగించుటకు- వెల్డింగ్ వంటి ప్రత్యేకపు తాపడమునకు జలవాయువు వాడబడును. మెతిల్ ఆల్కహాల్ వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యముల సంయోజనమునందు, సంయోజిత అమోనియా కొరకు హైడ్రోజన్ వాయువును తయారుచేయుటయందు, నూనెల ఉదజనీకరణమునందు జలవాయువు వినియుక్తమగును. పెట్రోలియమ్‌ను విచ్ఛేదింపగా వచ్చిన హైడ్రోకార్బన్ వాయువులను కలిపి, జలవాయువు యొక్క కేలోరివిలువను పెంచవచ్చును. ఈ మిశ్రముతో కోల్‌గాస్ దీపముల దీప్తిని ఎక్కువ చేయవచ్చును.

నిదర్శన ప్రాయమైన గాస్ విశ్లేషణ

గాస్	విశ్లేషణ % ఆయతనము								విశిష్ట గురుత్వము	నికరపు కేలోరి విలువ కిలో కేలోరి/ఘనపు మీటరు
	CO_2	CO	O_2	H_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8 & C_4H_{10}	N_2		
సహజవాయువు	0.2	—	—	—	99.2	—	—	0.6	0.56	8,070
ప్రొపేన్	...	....	....	....	....	2.6	97.3	0.6	1.55	21,000
చమురు వాయువు	—	1.2	0.2	6.1	4.4	72.5	—	0.6	1.00	13,540
కోల్ గాస్	1.7	6.9	0.5	49.7	29.9	—	3.1	8.2	0.41	4,290
ప్రొడ్యూసర్ గాస్	8.0	23.2	0.1	17.7	1.0	—	—	50.0	0.86	1,183
జల వాయువు	3.6	21.9	0.4	49.6	10.9	2.5	6.1	5.0	0.54	4,100
మురుగు గాస్	30.0	—	—	—	66.0	—	—	4.0	0.86	5.380

గాలికొలిమి వాయువు: ఇది గాలికొలిమి పనిచేయునపుడు లభించు ఉపోత్పన్నము. గాస్ ఇంజనులను పనిచేయించుటకు, ఆవిరిని ఉత్పాదించుటకు, ఉక్కుకర్మాగారమును వేడిచేయుటకు, కోకు పొయ్యిలను మండిపజేయుటకు ఉపకరించును.

వర్మ

ఇగురుట: చూ. బాష్పీకరణము.

ఇటుక పని: చూ. తాపీ పని.

ఇన్స్‌డాక్ : 'ఇండియన్ నేషనల్ సైంటిఫిక్ డాక్యుమెంటేషన్' అను సంస్థకు సంగ్రహనామము 'ఇన్స్‌డాక్'. భారత ప్రభుత్వము యునెస్కో [చూ. సం. 10-పు.629]తో కుదుర్చుకొనిన ఒక ఒడంబడికను అనుసరించి 1952 లో న్యూఢిల్లీలో నెలకొల్పబడినది. మొదట ఈ సంస్థ యొక్క విధులు వైజ్ఞానిక పారిశ్రామిక పరిశోధనా సంస్థకు అప్పగింపబడినవి. కాని, 1963 లగాయతు ఇది ఒక స్వతంత్ర సంస్థగా వ్యవహరించుచున్నది. కేవలము జాతీయ సంస్థగా ఉద్దేశింపబడిన ఇది అనతికాలముననే ప్రపంచమున ప్రాంతీయ సంస్థగా పరిణమించి, భారతదేశముతో పాటు ఇతర ఆసియా దేశములు కూడ దీనివలన ప్రయోజనములను పొందుచున్నవి. పరిశోధనా సంస్థలు, యూనివర్సిటీలు, పారిశ్రామిక సంస్థలు, ప్రభుత్వశాఖలు, వ్యక్తులు ఈ సంస్థను ఉపయోగించుకొనుచున్నారు. ఇది దిగువ చెప్పిన కార్యకలాపములను నిర్వహించుచున్నది: 1. దేశమునకు ఉపయుక్తములగు సమస్త వైజ్ఞానిక పత్రికలను, ప్రచురణలను స్వీకరించి భద్రపరుచుట; 2. పై పత్రికలలోని ఉపయుక్త వ్యాసములను గుది గూర్చి నెల నెల ఒక పత్రికను వెలువరించుచు శాస్త్రవేత్తలకు, ఇంజనీరులకు దానిని అందజేయుట; 3. ఇతరులకు అందుబడి కాక, తనకు మాత్రమే లభించిన సమాచారము నుండి వ్యక్తులయొక్క, సంస్థల యొక్క ప్రశ్నలకు ఉచిత సమాధానములు ఇచ్చుట; 4. వ్యక్తులు అభ్యర్థించిన ఫోటో కాపీలను, మైక్రో ఫిల్ములను, వ్యాసముల అనువాదములను సరఫరా చేయుట; 5. దేశమున జరిగిన శాస్త్రీయ కృషికి సంబంధించిన నివేదికలను (ముద్రితములను, అముద్రితములను) పరిగ్రహించి పదిలపరచుట; 6. పైన చెప్పిన శాస్త్రీయ కృషి ఇతర దేశములకు విస్తరించుటకు అనువైన మార్గముగా ఉపకరించుట.

ఈ సంస్థ ఈ ప్రయోజనములను అందచేయుటలో గల విలంబములను నివారించుటకు వీలుగా కొన్ని ప్రాంతీయ కేంద్రములు ఏర్పాటు చేయబడనున్నవి. ఇందు తొలి మెట్టుగా బెంగుళూరులో 'ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ అవ్ సైన్స్' ఆవరణలో ఒక ప్రాంతీయ కేంద్రము ఇటీవల స్థాపింపబడినది. ఇది ఇన్స్‌డాక్ యొక్క దక్షిణ భారత బహిస్థావరముగ పనిచేయుచున్నది. ఆ. వెం.

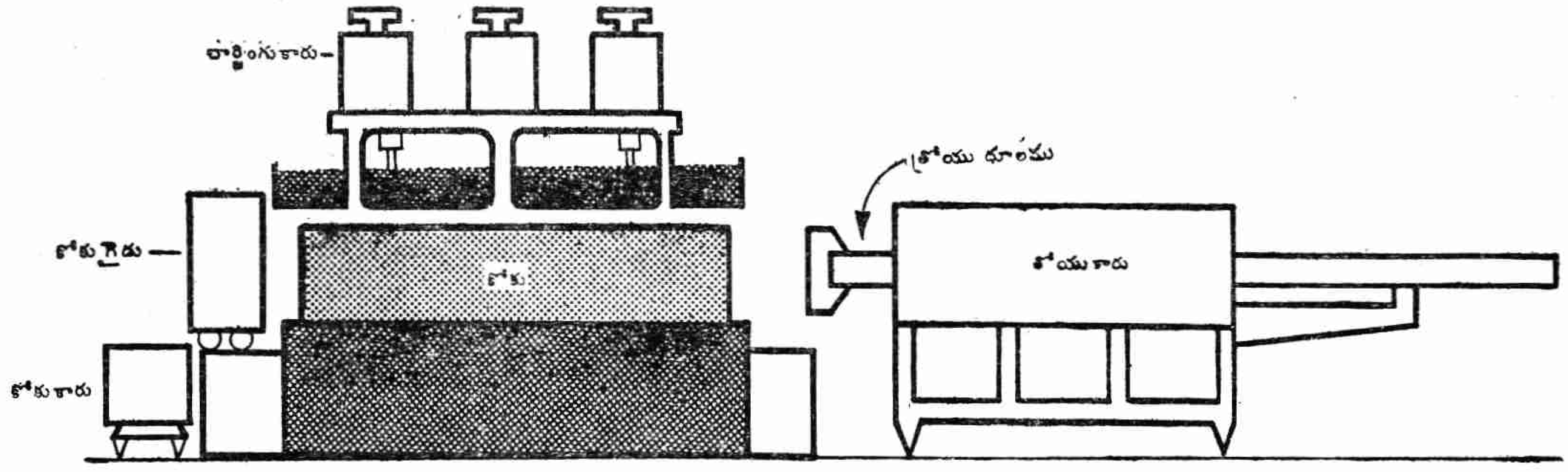
ఇనుము, ఉక్కు : నవీన నాగరక జీవనమునకు ఇనుము, ఉక్కు ప్రధాన అవలంబనములు. ప్రాచీన కాలమునుండి అవి ఆయుధముల, పనిముట్ల నిర్మాణమునందు విరివిగ వినియోగింపబడుచున్నవి. యంత్రములు, నౌకలు, రైల్వేలు మొదలగు ఆధునిక నిర్మాణములలో వాటి వినియోగము అపారము. ప్రాచీన భారతీయులు, చీనీయులు ఇనుమును, ఉక్కును తయారు చేయుటలో సిద్ధహస్తులై ఉండిరనుటకు చారిత్రక నిదర్శనములు కలవు [చూ. పు. 29].

భూ పృష్ఠమున ఇనుము 5% వరకు కలదు. ఉల్కలలో కననగు కొంచెము విడి ఇనుము తక్క తక్కిన ధాతువు అంతయు తదితర మూలద్రవ్యములతో మేళవించి, సంయుక్త దశయందే దొరకును. ఇనుప ముడి ఖనిజము అను పదము సాధారణముగ ఆర్థిక వినియోగము కల ఇనుమును వహించు శిలలకు వర్తించును. ప్రకృతిలో ఇనుప ముడి ఖనిజములు విస్తృత విభక్తములై ఉన్నవి. అన్ని ఖండములలోను అవి లభించును. భారతదేశములో అవి 2,000 కోట్ల టన్నులకు పైబడి కలవు. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో దాదాపు 40 కోట్ల టన్నుల ముడి ఇనుము ఖనిజాధారములు కలవని అంచనా. ఇనుప ముడి ఖనిజములలో హేమటైట్, మాగ్నటైట్ అను ఆక్సైడ్‌లు, లిమోనైట్ అను ఉదకిత ఆక్సైడ్, సైడరైట్ అను కార్బొనేట్ ప్రధానములైనవి.

ఇనుము తయారీ - గాలి కొలిమి : ఆదిమజాతులు గాలి కొలుముల బట్టీలలో ఇనుమును తయారు చేసికొనుచుండిరి. పోత ఇనుమును తయారుచేయుటకు ఇటీవల ఇతర పద్ధతులు కూడ కనుగొనబడి, ఆచరణలోనికి కొనిరాబడినను, నేటికిని గాలి కొలిమి పద్ధతియే గరిష్ఠ ఆర్థిక సౌష్ఠవము కలిగి వ్యాపార క్షేత్రమున నిలద్రొక్కుకొనినది. నేటి కాలపు గాలి కొలిమికి, ప్రాచీన కాలపు దానికి ఆకార పరిమాణములలో విశేష భేదము ఉండుట నిజమే. కాని, రెండిటిలోను ప్రక్రియా సూత్రములో భేదము లేదు. గాలి కొలిమిలో ఇనుప ముడి ఖనిజములు ఉన్నత తాపక్రమము వద్ద కార్బన్ పదార్థములచే ధాతు రూపమునకు అక్సీకరింపబడును. ముడి ఖనిజములోని మలిన ద్రవ్యములు కోకు, బూడిద, ఫ్లక్స్‌గా ఉపయోగింపబడిన సున్నపు రాయి కలిసి చిట్టెము (స్లాగ్)గా ఏర్పడును. ఇంధన దహనమువలన కొలిమిలోని వేడిమి ఇనుమును, చిట్టెమును కూడ ద్రవింపజేయును. ముడి ఖనిజములను తగిన అనుపాతములో కలిపి, పనికిరాని మలినములను పోత ఇనుములోనికి చేరకుండ చిట్టెములో చేరునట్లు చేయవచ్చును.

ముడి ద్రవ్యములు : గాలి కొలిమిలో వాడబడు ముఖ్య ముడి ద్రవ్యములు: 1. ఇనుము సాధనకు కావలసిన ముడి ఖనిజము; 2. ఇంధనముగా ఉపకరించు కోకు (బట్టీ పరచిన నేలబొగ్గు); 3 ఫ్లక్స్‌గా పనికి వచ్చు సున్నపు రాయి.

క్రమముగా బొగ్గు, ఆంత్రసైట్ బొగ్గు, కోకు ఇంధనముగా గాలికొలిమిలో వాడబడినవి. వాటిలో దృఢతమము, కఠినతమము అగు కోకు నేటి భారీ కొలుములకు ఆదర్శప్రాయమైన ఇంధనము. ఈ కోకుకు మంచి విశిష్ట



చిత్రము - 1. కోకు ఓవెన్

ధర్మములు ఉండవలెను. అందువలన దానిని ప్రత్యేకముగ రూపొందించిన ఓవెన్‌లలో కోకింగు బొగ్గునుండి తయారు చేయుదురు.

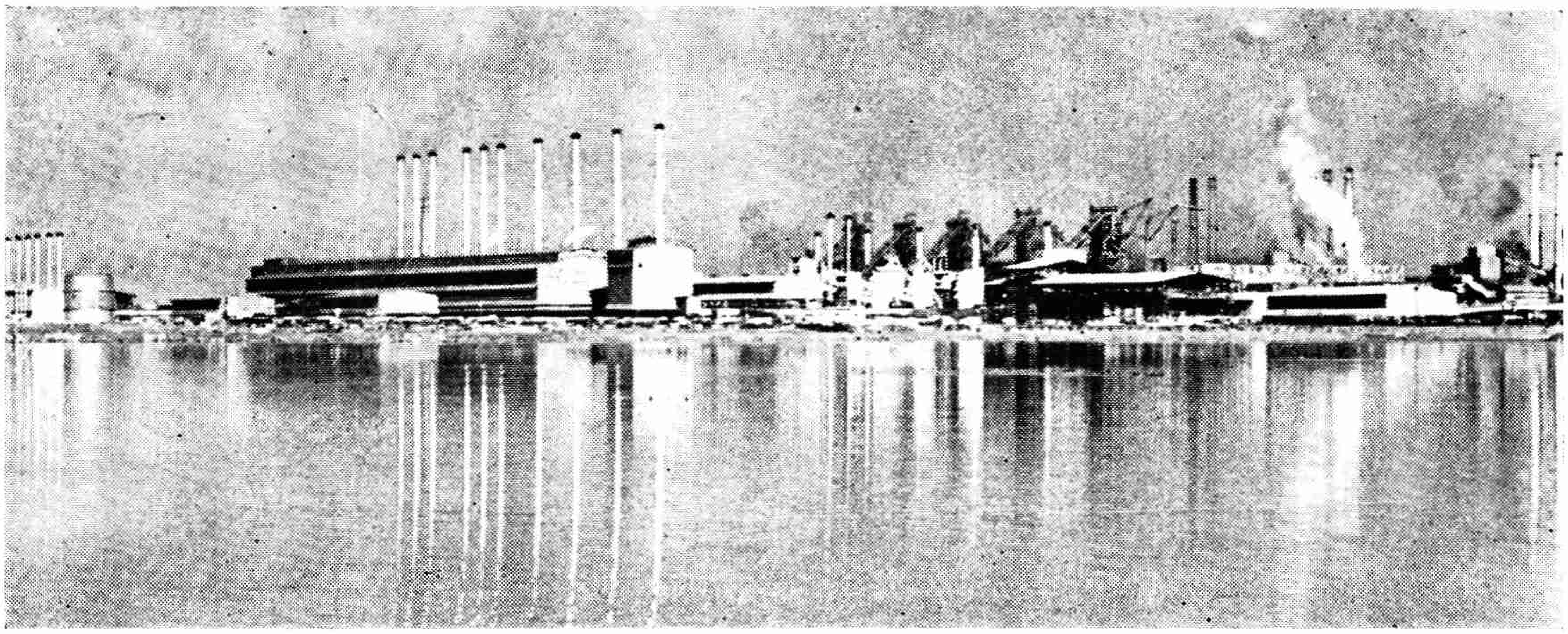
పెక్కు ఓవెన్‌లు ఒకదాని ప్రక్క మరొకటి బ్యాటరీగ నెలకొలుపుదురు [చూ. చిత్రము-1]. ఓవెన్‌లు ప్రత్యేకమయిన సిలికా ఇటుకలచే కట్టబడును. అవి రమారమి 13.6 మీ. పొడవు, 4.45 మీ. ఎత్తు, 4 - 4.5 మీ. వెడల్పు ఉండును. ప్రతిదాని పై భాగమున 4, 5 కవాటములు ఉండును. వాటి ద్వారా బొగ్గుపొడి లోనికి వేయబడును. బొగ్గు వేసిన పిదప తలుపులు వేసి ఓవెన్‌లను రెండు వైపుల మూసివేయుదురు. కాల్చబడిన బొగ్గునుండి వెలువడు వాయువులు ఓవెన్‌కు చిట్టచివర గల వేరొక కవాటము ద్వారా బయటికి నిర్గమించును. ఓవెన్‌ను దానిని ఆనుకొని ఉన్న గదులలో మండుచున్న వాయువు యొక్క ఉష్ణమును ప్రసరింపజేసి వేడి చేయుదురు. ఇటుల మూసివేయబడిన ఓవెన్‌లలో బొగ్గును గాలితేకుండా బొగ్గునుండి వాయువులు పూర్తిగా నిర్గమించువరకు (రమారమి 20 గంటల పాటు) కాల్చుదురు. బొగ్గు కోకుగా పరిణమించును. దానిని పైకి తీసి గాలికొలిమిలో వాడుదురు.

కోకు ఓవెన్ బ్యాటరీలనుండి వెలువడిన వాయువులను సంగ్రహించి, వాటి నుండి కొన్ని ఉపోత్పన్నములను సంపాదింతురు. ఈ ఉపోత్పన్నములలో తారు, అమోనియమ్ సల్ఫేట్, బెంజిల్ అనునవియే కాక, విశుద్ధమయిన బెంజీన్, టాల్యుయిన్, నాఫ్తలీన్ వంటి రాసాయనిక యౌగికములు కూడ చాల విలువ కలవి.

గాలి కొలిమిలో ఆమ్ల, క్షార, తటస్థ గుణములు గల ఫ్లక్స్‌లను ఉపయోగించవచ్చును. భారతదేశపు ముడి ఇనుప ఖనిజములలోని మన్ను మొదలగు మలిన ద్రవ్యములు, కోకు బూడిద ఆమ్ల స్వభావము కలవి. కావున, క్షారగుణము గల సున్నపురాయిని ఫ్లక్స్‌గ వాడుదురు. డోలమైట్‌ను కూడ వాడుట కలదు.

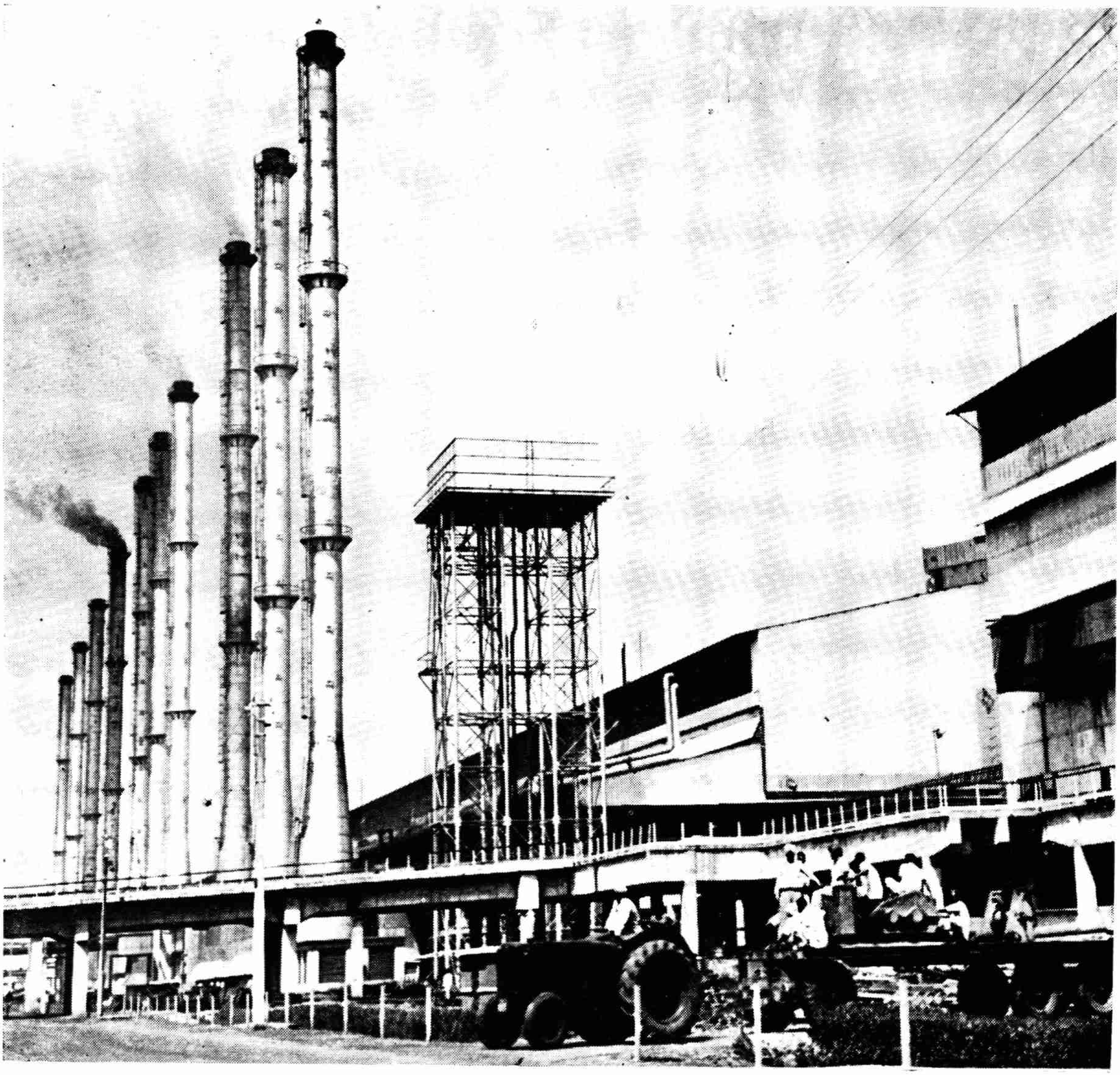
ప్రక్రియ: ఈ కొలిమిని ఉక్కు రేకులతో నిర్మింతురు. రేకులను చిత్రము-2లో చూపినరీతి ఇనుప చీల(రివెట్)లతో బిగింతురు లేదా టంకము (వెల్డ్) వేసి అతుకుదురు. కొలిమి లోపలి భాగమును రిఫ్రాక్టరీ ఇటుకలతో అస్తరు వేయుదురు. అడుగు భాగము కరగిన ఇనుమునకు, చిట్టెమునకు స్తూపాకారపు (రౌండు) పరిగ్రాహకముగ పని చేయును. అది 'హార్త్' అనియు, దానికి పైనున్న వెడల్పయిన భాగము 'బాష్' అనియు అందురు. బాష్ కత్తిరింపబడి బోర్లింపబడిన శంకు (కోన్)ను పోలి ఉండును. దాని అట్ట అడుగు వ్యాసము హార్త్‌తో సమానముగ ఉండును. ఆధునిక గాలి కొలుములలో హార్త్ యొక్క వ్యాసము రమారమి 8 మీ; ఎత్తు 30 మీ. ఉండును. బాష్‌పై కొంత భాగము సమచ్ఛేదము గలిగి ఉండును. దీనిపై ఆధారపడి నిలుచు స్టాక్ వ్యాసము పైకిపోవుకొద్దీ తగ్గును. హార్త్ వ్యాసముకన్న బాష్ యొక్క వ్యాసము ఇంచుమించు 1.10 - 1.15 రెట్లును, స్టాక్ యొక్క శిఖర వ్యాసము 0.7 - 0.8 రెట్లును ఉండును.

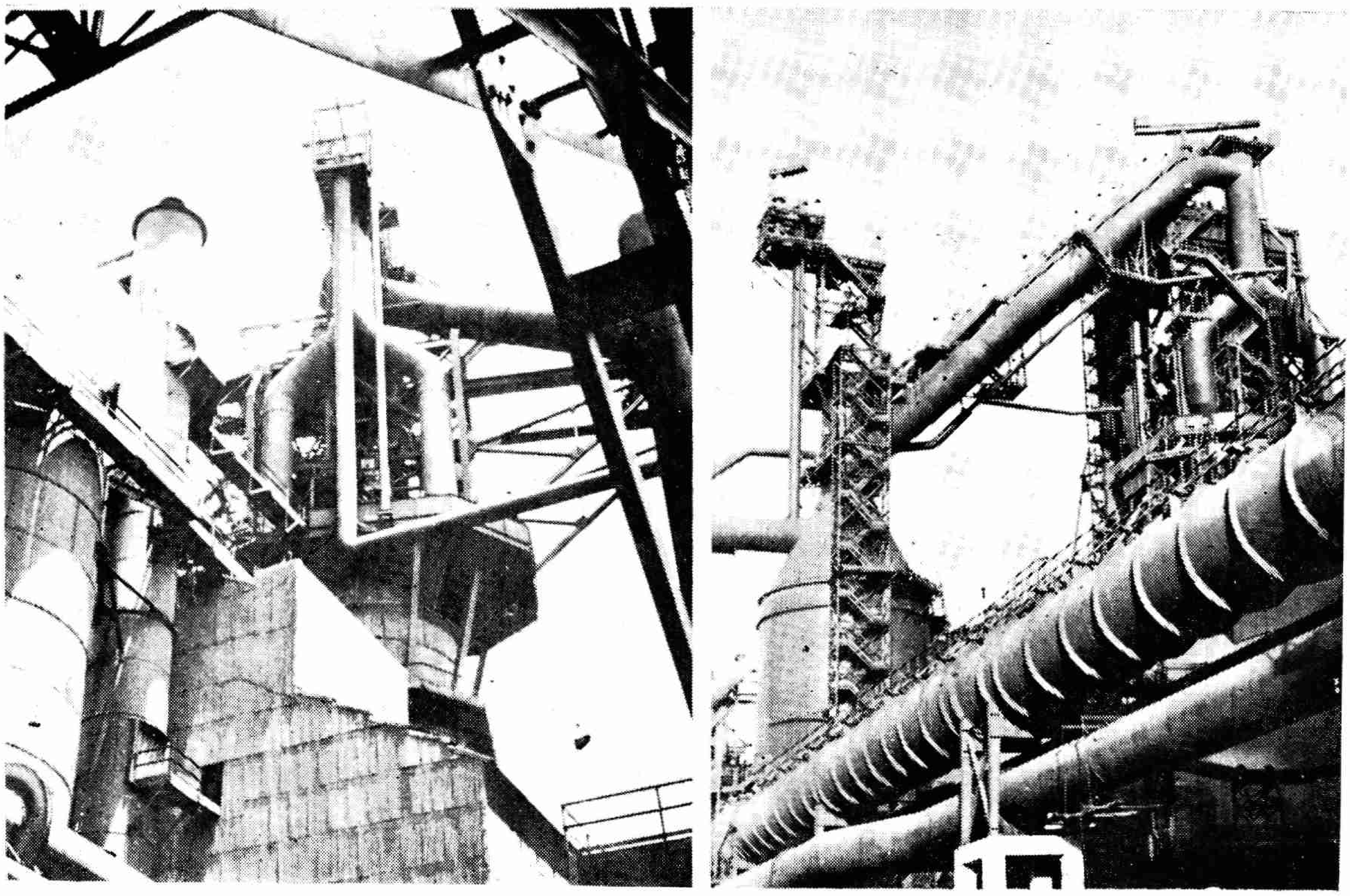
ముడి ద్రవ్యములను కొలిమికి చేరువగా ఒక అనుకూల స్థలమున గాదెలలో నిల్వచేయుదురు. ముడి ఇనుప ఖనిజములను, కోకును, ఫ్లక్స్‌ను స్కిప్‌ల సహాయమున ముందుగా నిర్ణయింపబడిన నిష్పత్తులలో కొలిమి కొనకు చేర్తురు. ఆ ద్రవ్యములను స్కిప్‌లు ఒక 'జంటగంటల' ఏర్పాటు ద్వారా కొలిమిలోనికి పడవేయును [చూ చిత్రము-2].



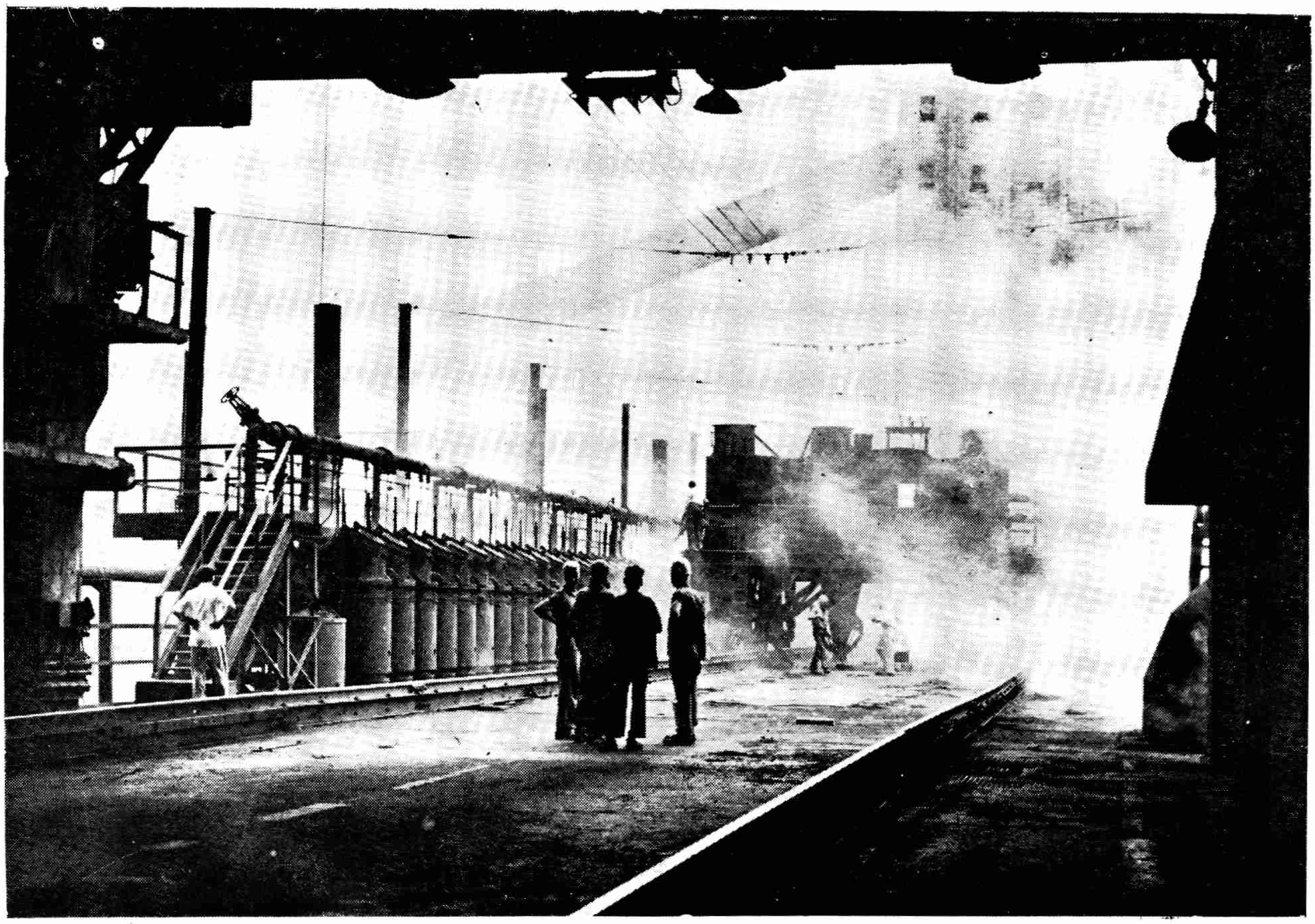
మధ్యప్రదేశ్‌లోని భిలాయ్ ఉక్కు కర్మాగారము ↑

ఉక్కును కరగించు కార్ఖానా - భిలాయ్ ↓

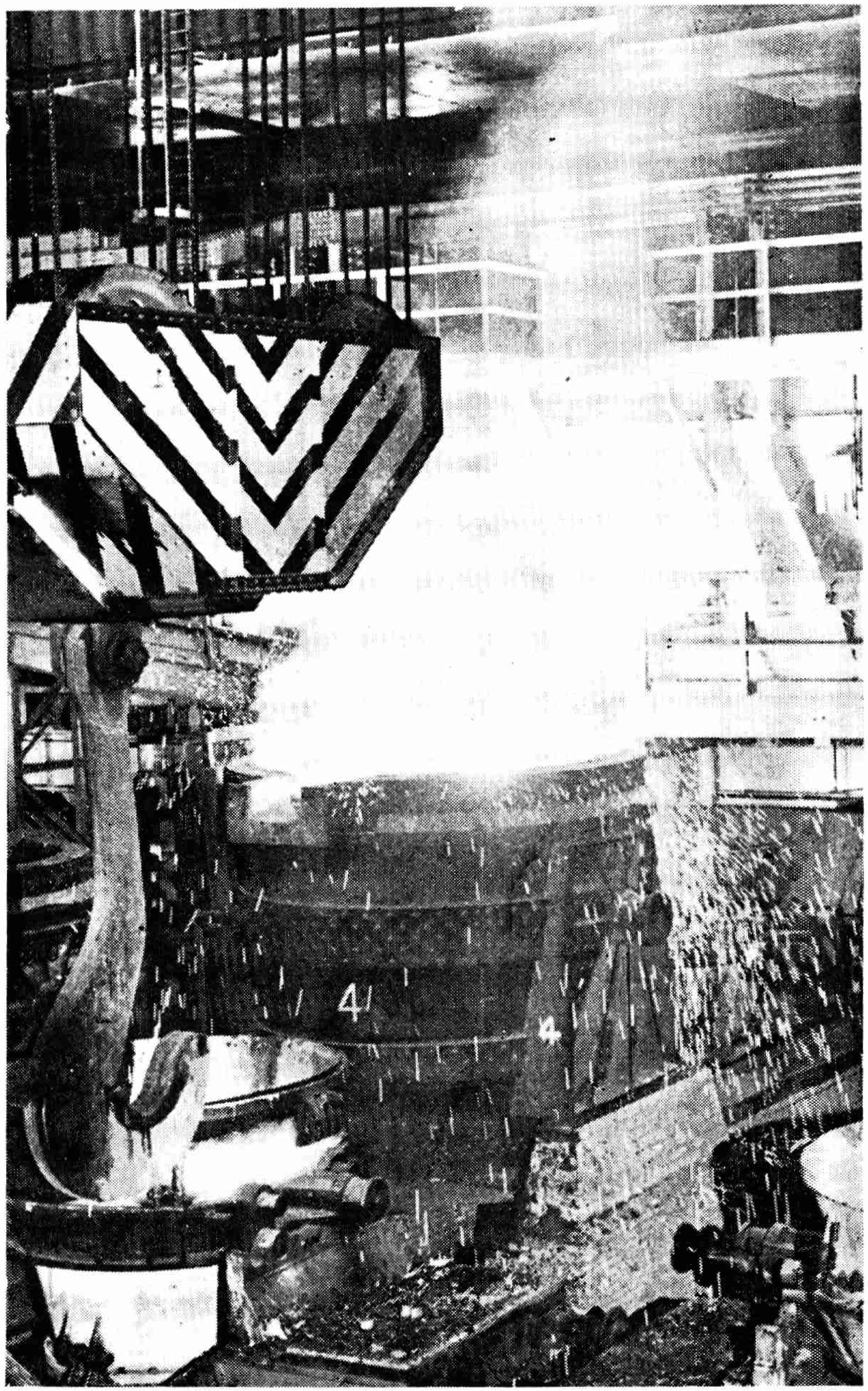


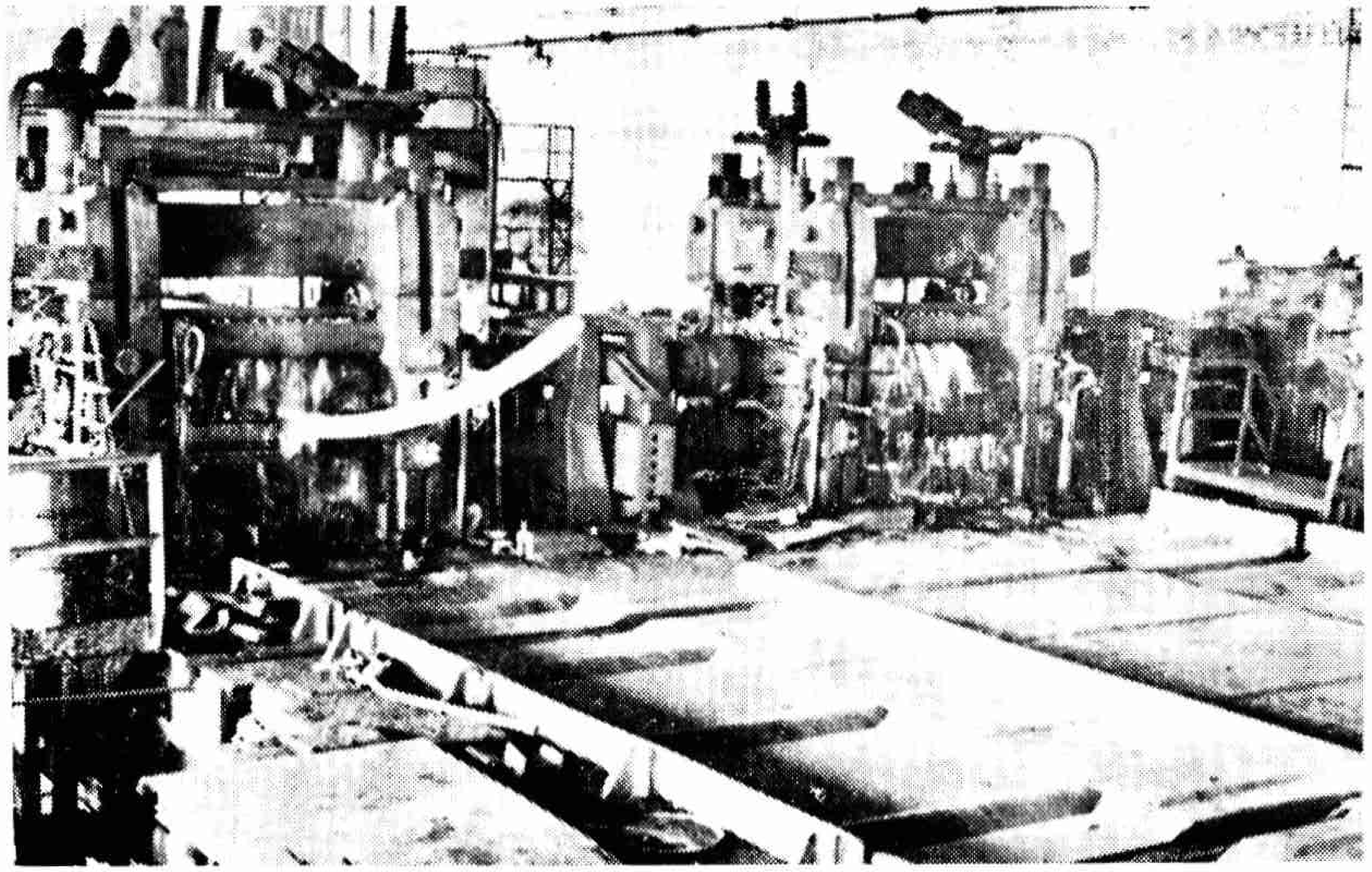


భిలాయ్ గాలి కొలిమి - బ్లాక్ ఫర్నేస్



కోకు ఓవెన్ వ్యవస్థ - భిలాయ్

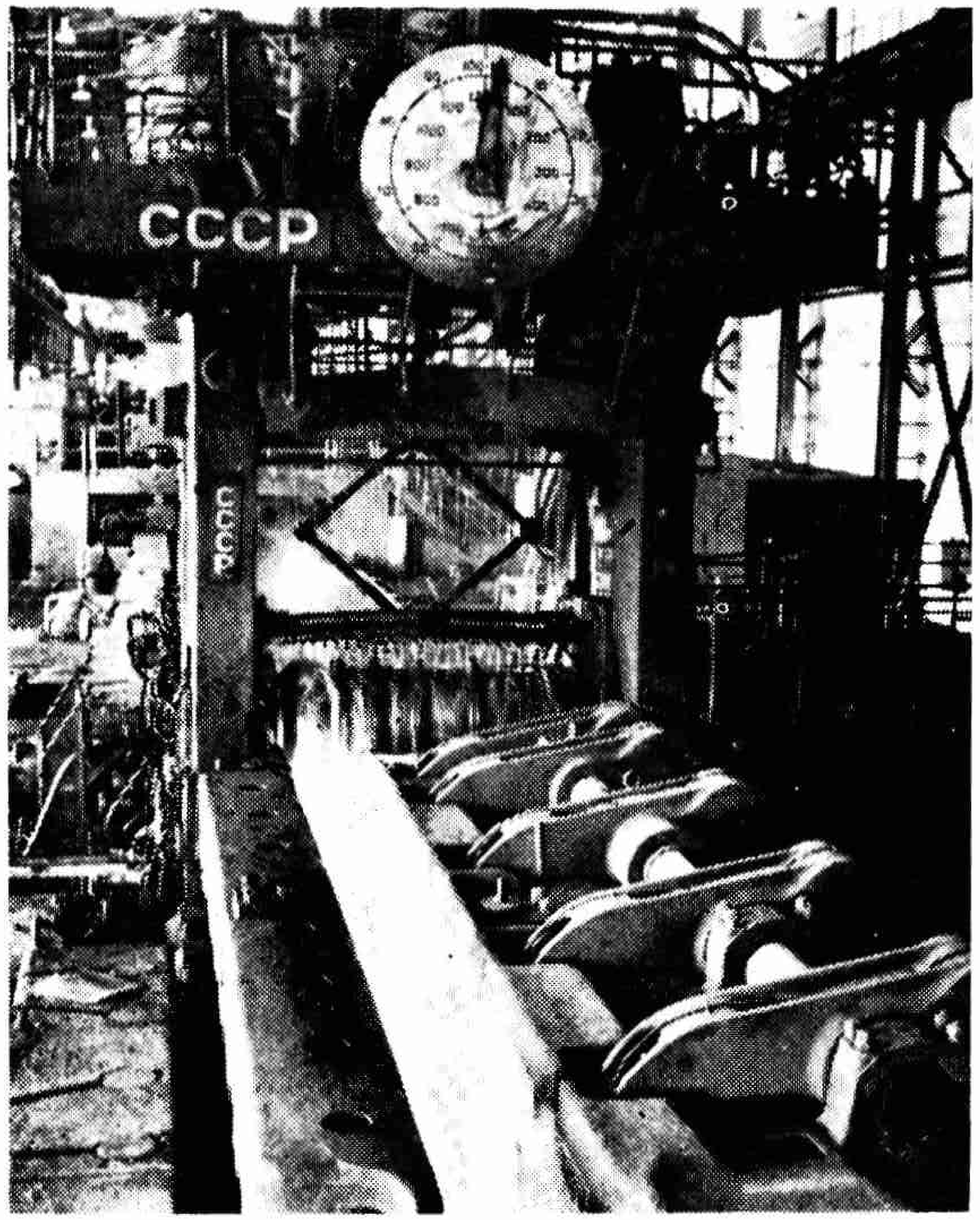




సెక్షన్ మిల్లు - దుర్గాపూర్

దుర్గాపూర్ ఉక్కు కరగు కార్ఖానాలో ఓపెన్ హార్త్ పద్ధతిని ద్రవరూపములో ఉన్న ఉక్కును పట్టుట

*

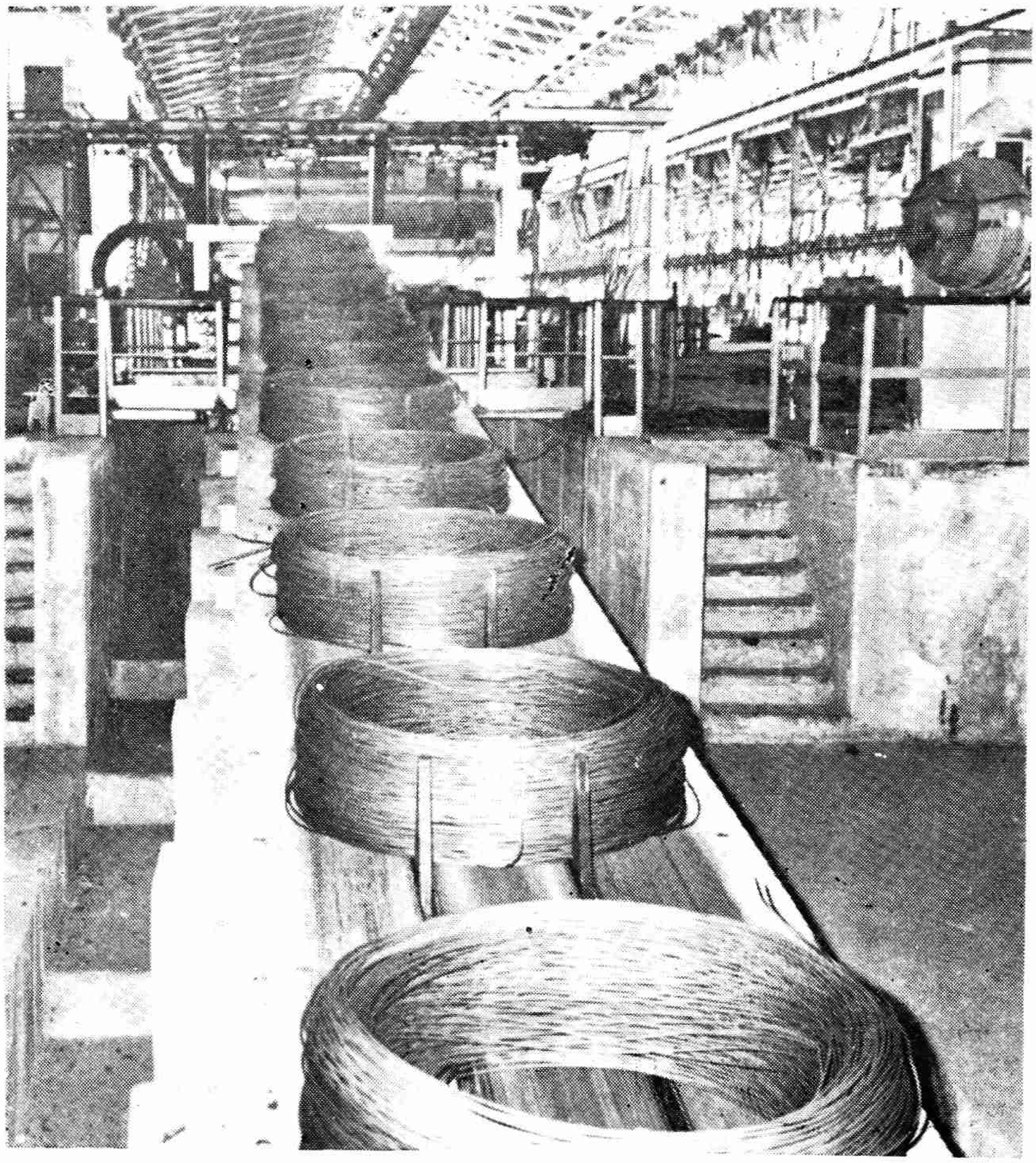


బ్లూమింగ్ మిల్లు - భిలాయ్

↑

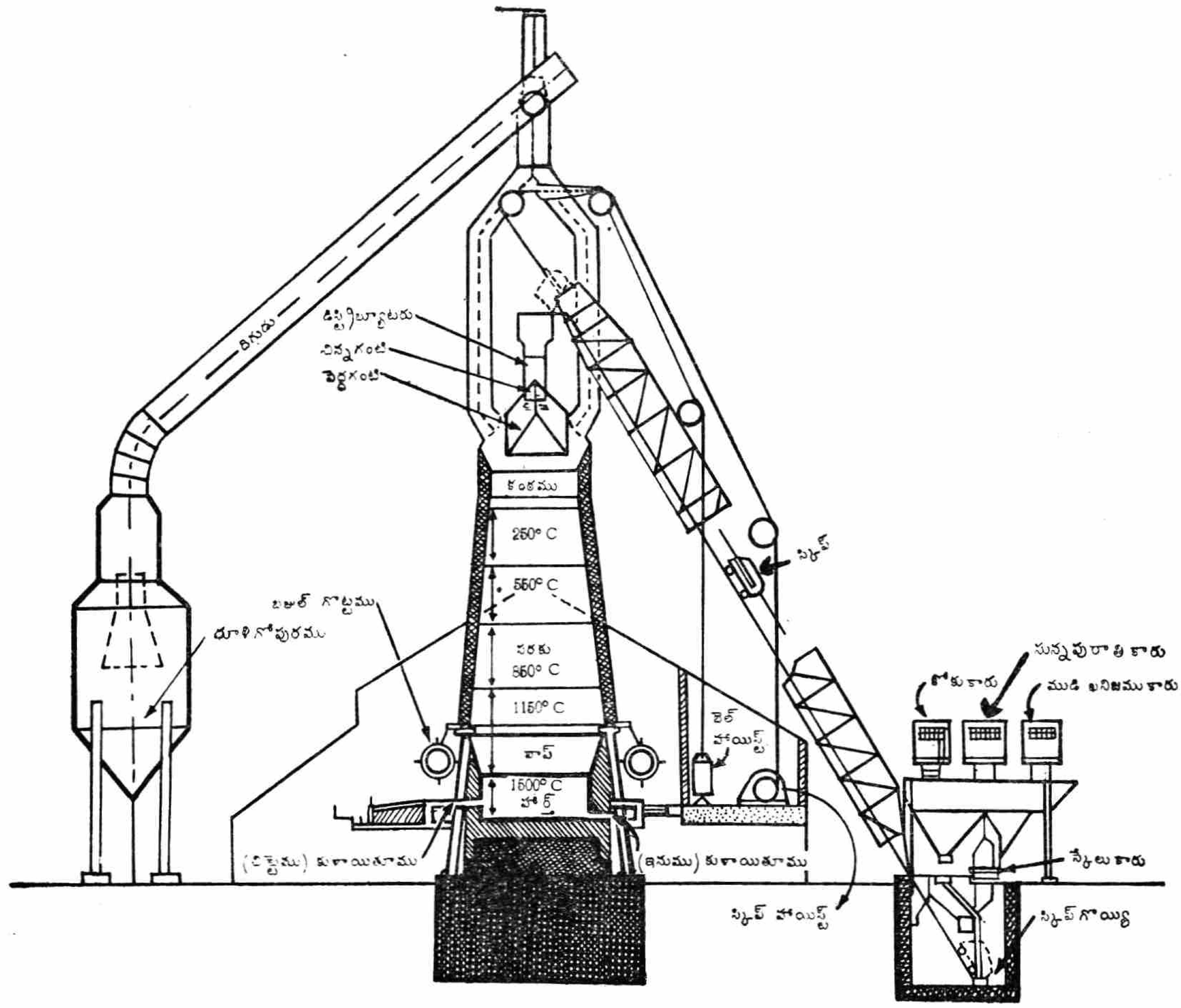
భిలాయ్ ఉక్కు కర్మాగారములో రైలుపట్టాలు వంటి తయారైన సామగ్రిని నిల్వ చేయు చోటు.

*



భిలాయ్ ఉక్కు కర్మాగారములో తయారైన కడ్డీ తీగె చుట్టలు.

కొలిమినుండి వచ్చు వాయువు హెచ్చుగ వెలుపలికి పోకుండ నివారించుటకు వీలుగా కొలిమి అగ్రభాగమున ఈ ఏర్పాటు రూపొందింపబడును. కొలిమిని ఈ మిశ్రమ ఛార్జితో నింపుదురు. ఆవిరిచే నడుపబడు యంత్రములు కొలిమి



చిత్రము - 2. జంట గంటల ఏర్పాటు : గాలికొలిమి.

లోనికి విసరు శోషకపు గాలిని సరఫరాచేయును. ఈ గాలి వేడి పంపకము (రీ జనరేటర్ స్టౌవ్)లలో ముందుగా వేడి చేయబడి, పిదప చన్నీటిచే చల్లచేయబడిన టయూర్‌లు అను గాలిగొట్టముల (నాజిల్) ద్వారా కొలిమి లోనికి ప్రవేశించును.

వేడెక్కిన గాలిలోని ఆక్సిజన్ కోకులోని కార్బన్‌తో మండి (ప్రతికరించి) కార్బన్ మోనాక్సైడ్ వాయువును ఉత్పాదించును. ఆ ప్రాంతమున ఉండు అత్యున్నత తాప క్రమము మూలమున కార్బన్ దహనము పూర్తిగా నెరవేరదు. ఇట్లు జనించిన వేడి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ కొలిమిలో అడుగునుండి నిలువున మీదికి పయనించును. అవిరతముగ క్రిందిభాగమున కోకు కాలుచుండుట వలన అడుగున కొంత నిర్వాత ప్రదేశము ఏర్పడుటచే మిశ్రము క్రిందికి దిగును. మీదికి వచ్చుచున్న కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌కు, క్రిందికి దిగుచున్న మిశ్రముకు మధ్య జరుగు రాసాయనిక ప్రతిక్రియ వలన సాపేక్షముగ చల్లగా ఉన్న మిశ్రసామగ్రి వాయువు నుండి ఉష్ణమును స్వీకరించును. కొలిమి ఎగువ భాగములో ముడి ఖనిజములోని ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లు కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌చే అక్సీహరింపబడి, ఇనుము తయారగును. ఈ ఇనుము స్పాంజివలె ఉండి, క్రిందికి దిగుచున్నప్పుడు ఆ ప్రాంతపు ఉన్నతతర తాప క్రమము వలన కరగును. ఆ తాప పరిస్థితిలో కార్బన్, ఇతర మూలద్రవ్యములు ఇనుములో లీనమగును. ముడి ఖనిజము లోని మలిన ద్రవ్యములు, బొగ్గు బూడిద కలిసి, ఫ్లక్సులోని కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్‌తో ప్రతికరించి, చిక్కని చిట్టెము ద్రవముగా తయారగును. చిట్టెములోని ఘటక ద్రవ్యములను

సరియైన నిష్పత్తిలో ఉంచుటవలన అది ఇనుములోని గంధకము వంటి మలిన ద్రవ్యములను కూడ తనలో కలుపుకొనును. అందువలన చివరకు ఇనుములో గంధకము అత్యల్పముగ మిగులును. సిలికాలోని కొంత భాగము, మాంగనీస్ ఆక్సైడ్‌లో దాదాపు మూడింట రెండువంతులు, ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ సంపూర్ణముగను ఆక్సీహరింపబడి, ఆ ధాతువులు ఇనుములో కలియును. ఇటుల కార్బన్, సిలికన్, మాంగనీస్, గంధకము ప్రధాన మలినములుగా దుక్క ఇనుములో నిలచిపోవును. ఇనుము, చిట్టెము ద్రవరూపమున హార్త్‌లో నిలబడును. వాటిని నిర్ణీత కాల వ్యవధులలో వేరు వేరు తూములనుండి వెలికి తీయుదురు. చిట్టెపు ద్రవము తేలికగా ఉండుటవలన అది ఇనుప ద్రవముపై తేలుచుండును. కాబట్టి, దానిని వెలికితీయు తూము ఇనుమును వెలికితీయు తూమునకు కొంత ఎత్తులో ఏర్పాటు చేయబడును.

గాలి కొలిమిలో ఉత్పాదింపబడిన ఈ దుక్క ఇనుము వివిధ తరగతులలో ఉండును. వాటి రాసాయనిక విభజనను బట్టి వాటిని స్థూలముగా ఫౌండ్రీగ్రేడు దుక్క ఇనుము అనియు, ఉక్కును తయారుచేయు దుక్క ఇనుము అనియు రెండు తరగతుల క్రింద వింగడింపవచ్చును. మొదటి తరగతి ఇనుము ఇసుక తిన్నెలపై గాని, పోతయంత్రములలో గాని చిన్న చిన్న రూపములలో పోతపోయబడును. వీనిని దుక్కలు (పిగ్స్) అందురు. తరువాత వీటిని మరల కరగించి వ్యాపారమునకు అనువగు ఆకృతులలోనికి మార్తురు. రెండవ తరగతి ఇనుము సాధారణముగా ద్రవస్థితిలోనే ఉక్కు కర్మాగారమునకు కొనిపోబడి, ఉక్కుగా మార్చబడును.

ఈ ప్రక్రియలో లభించు ప్రధాన ఉప ద్రవ్యములు: 1. కొలిమి కొననుండి వెలికిపోవు వేడివాయువు; 2. చిట్టెము. ఈ వేడి వాయువును గాలికొలిమి కుంపట్లను, పై కొలిమికి కావలసిన గాలిని పారిశ్రామిక కొలుములను వేడెక్కించుటకును, మిగత పారిశ్రామిక పనులకును వాడుదురు. చిట్టెమును చల్లార్చి సిమెంటు తయారీలోను, రోడ్ల నిర్మాణములోను వినియోగింతురు.

ఉక్కు తయారీ విధానములు: ఉక్కు తయారు చేయుటకు అనుసరింపబడిన తొట్టతొలి విధానములు: 1. సీమెంటేషన్ విధానము; 2. మూస విధానము.

సీమెంటేషన్ విధానము: ఇందు ఇనుమును బొగ్గుతో పొదిగి గాలిలేకుండ కాల్తురు. బొగ్గు ఇనుములో ప్రవేశించి ఉక్కు తయారగును. ప్రాచీనులు ఉక్కు తయారు చేసికొనిన విధానమునకును, దీనికిని భేదము లేదు. అయితే, 19వ శతాబ్దమున వెలుగు చూచిన తాప సాంకేతిక ప్రక్రియలు ఇందు అవలంబింపబడినవి. ఇటుల తయారైన ఉక్కు రాసాయనిక ధర్మములలో ఏకైక రూపముగ ఉండదు. కాబట్టి, ఈ విధానము ఇపుడు మూలబడినది.

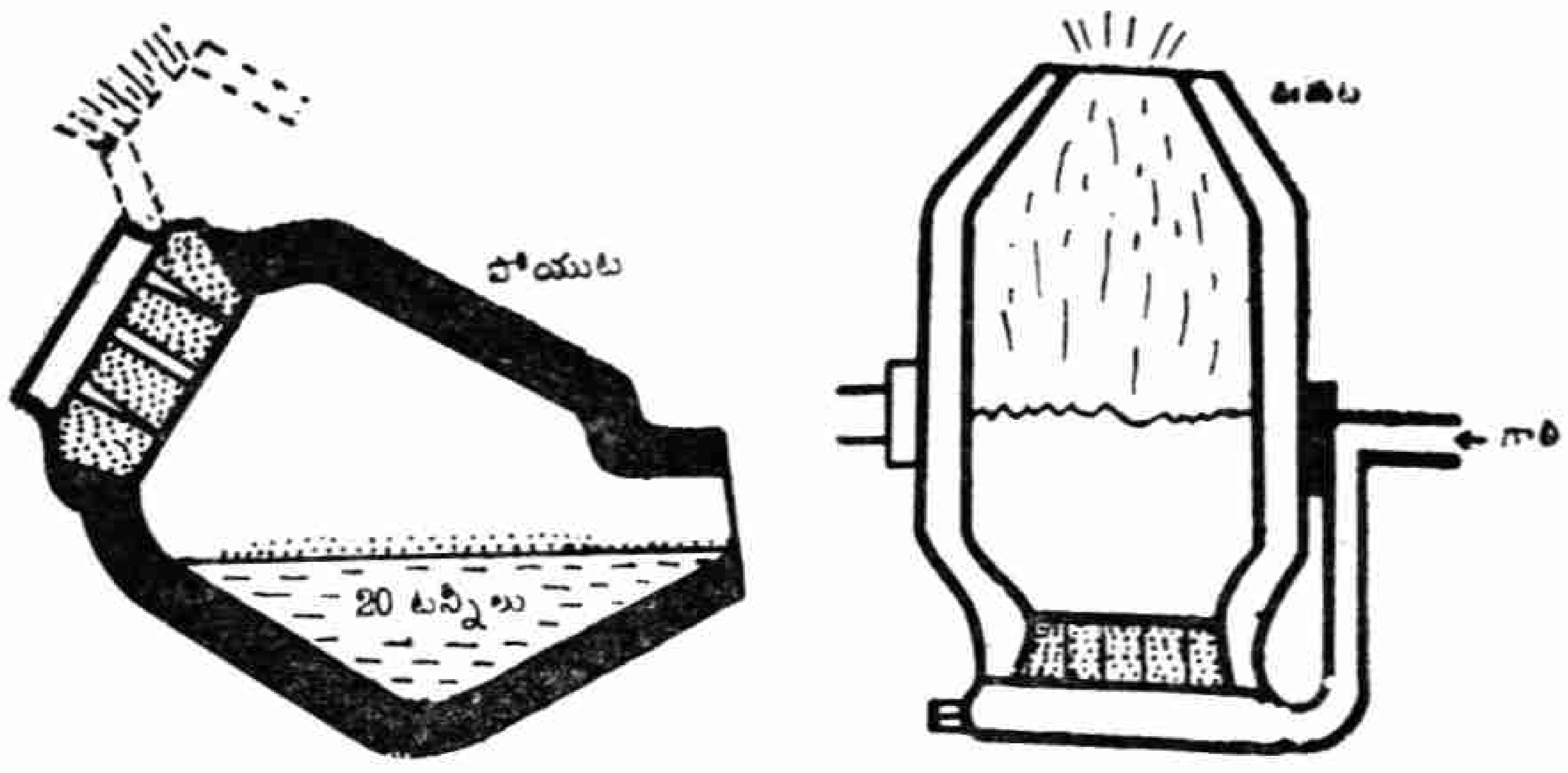
మూస విధానము: ఏకైక రాసాయనిక ధర్మము గల ఉక్కును చేయుటకు అనుసరింపబడిన తొలి విధానము. సీమెంటేషన్ విధానమున ఉత్పత్తి చేయబడి శ్వేతోష్ణస్థితి యందుండు ఉక్కులో అంతర్భాగమున కంటె ఉపరితలమున కార్బన్ అధికముగా ఉండును. ఈ ఉక్కుకడ్డీలను ముక్కలుగా కొట్టి, మన్ను మూసలో ఉంచి, మూసను ఒక పునరుత్పాదక పద్ధతి కొలిమిలో వేడిచేయుదురు. అప్పుడు ఉక్కుముక్కలు కరగి, ఏకరూప సంఘట్టనము గల ద్రవ్యరాశిగ ఏర్పడును. అందుండి దానిలో చిక్కుకొనిన చిట్టెము ధాతు మలినముతో కలిసి మీదికి తేలును. పై చిట్టెమును ఊడ్చి, ద్రవస్థితిలో లభ్యమయిన ఉక్కును పోతపోయుదురు. కత్తుల పరిశ్రమకు ప్రసిద్ధికనిన షెఫీల్డ్‌లో ఈ విధానము విరివిగ వినియుక్తమగుచుండెను. కాని, ఇది కూడ నేడు వాడుకలో లేదు.

ఆధునిక ఉక్కు ఉత్పత్తి విధానములలో మూడు విధానములు ప్రధానములైనవి. ఇతర సమర్థ విధానములు కూడ రూపొందింపబడినవి.

బెస్సమర్ విధానము: ఇది 1860 లో వ్యాపార సరళిని సంతరించుకొనినది. ఇందు కరగించిన దుక్క ఇనుముగుండా బలమయిన గాలి ప్రవాహమును ప్రసరింపజేసి, ఇనుములోని అదనపు కార్బన్, సిలికన్, మాంగనీస్ మొదలయిన మలిన ద్రవ్యములను తొలగింతురు. గాలిలోని ఆక్సిజన్ ఈ అనవసర ద్రవ్యమును మంటబెట్టును. ఫ్లక్స్‌గా చేర్చిన సున్నము వాటిని చిట్టెముగా మార్చి ఇనుమునుండి వేరుపరచును. 25 టన్నుల కన్వర్టర్ కొలిమిలో ఈ ప్రక్రియను కొనసాగించి, ద్రవీకృత పోత ఇనుమును 12-15 నిముషములలో ఉక్కుగా మార్చ వచ్చును. పాత పద్ధతులకంటె ఈ పద్ధతి వలన కలుగు లాభములు: 1. ఈ పద్ధతికి పట్టు కాల వ్యవధి చాల స్వల్పము; 2. ఇందు ఉక్కు ద్రవస్థితిలో ఉత్పత్తి అగును; 3. ఉక్కు దిగబడి హెచ్చును.

కన్వర్టర్ కొలిమి పనసకాయ ఆకారము గల పెద్ద అండా. ముందు వెనుకలకు ఆడుటకు వీలగునట్లు అది రెండు దిన్నెల మీద నిలబెట్టబడి ఉండును; ప్రక్కనున్న దిన్నెల ఆధారమున వ్రేలగట్టబడును; దానికి అడుగున ఒక గాలిపెట్టె అమర్చబడి ఉండును [చూ. చిత్రము-3]. అండా లోపలి భాగము పూర్తిగా వేడికి లొంగని రిఫ్రాక్టరీ ద్రవ్యముతో అస్తరు వేయబడును. అస్తరు ద్వారా గాలి

పెట్టెపై ఏర్పాటు చేయబడిన అనేక రంధ్రములు విసురు గాలిని సమృద్ధిగా సరఫరా చేయును. మొదట అండాను

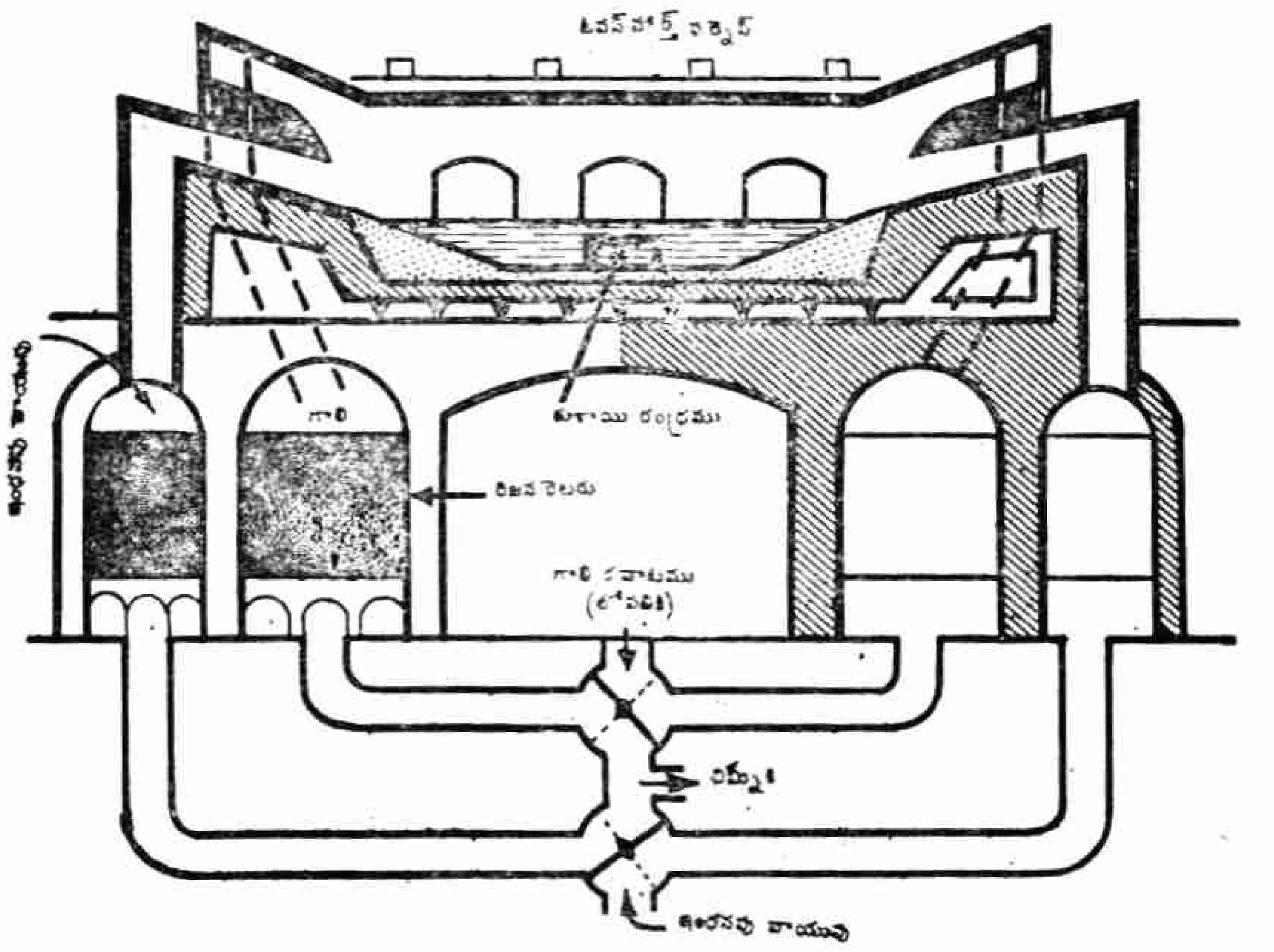


చిత్రము - 3 బెస్సమర్ విధానము

కాస్త అడ్డముగా ఒరగించి, కరగి ఉన్న దుక్క ఇనుమును దానిలో పోసి, బలమైన గాలిప్రవాహమును పంపి, తరువాత అండాను నిలువుగ నిలబెట్టుదురు. అపుడు బారు గుండా గాలి ప్రసరించును. పైకి వచ్చిన జ్వాల యొక్క సైజును, మంట కాంతిని చూచి, అనుభవశాలి అగువాడు తయారైన ఉక్కు పాకమునపడిన వైనము సుళువుగా నిర్ణయింప గలుగును. మార్పు పూర్తి అయిన పిదప అండాను మరల అడ్డముగా ఒరిగిలించి, ద్రవముగా ఉన్న ఉక్కును బయటకు పోయుదురు.

అస్తరు తరుచుగా సిలికా, మాగ్నసైట్, డోలమైట్ వంటి వాటినుండి తయారయిన ఇటుకలతో నిర్మింపబడును. ఆమ్ల అస్తరు వేయబడిన కొలిమిలో కార్బన్, సిలికన్, మాంగనీస్ ఆక్సీకరింపబడి ఆమ్ల గుణము కల చిట్టెముగా తయారగును. ఇనుములో ఉన్న భాస్వరమును కూడ తొలగింప వలయునన్న బేసిక్ అస్తరు వేయబడిన కన్వర్టర్ వాడబడును. సున్నము చేర్చుటవలన అందు క్షారగుణము కల చిట్టెము ఏర్పడును; భాస్వరము చిట్టెములో కలిసి పోవును. ఇది ఇంధనముతో పనిలేని ఒక వింత ప్రక్రియ. ఏలన, బారులోని అధాతువుల దహనమువలన కావలసిన వేడి అంతయు లభించును. గొట్టములు, తీగె సామగ్రి, రేకులు తయారుచేయుటకు బెస్సమర్ ఉక్కు పనికివచ్చును.

ఓపెన్ హార్త్ పద్ధతి: పునరుత్పాదన సూత్రముల ఆవిష్కరణము, ముడి ఇనుప ఖనిజమును చేర్చి దుక్క ఇనుములోని మలిన ద్రవ్యములను ఆక్సీకరించుటలో సాధించిన విజయము కలిసి ఆధునిక ఓపెన్ హార్త్ పద్ధతిగా పర్యవసించినది. ఈ పద్ధతి తొలుత సైమన్ మార్టిన్‌చే (అతని 18 వ ఏట) పెంపొందింపబడినది (1868). కావున దీనికి సైమన్ మార్టిన్ పద్ధతి అని కూడ పేరు వచ్చినది. ఓపెన్‌హార్త్ కొలుములకు వాటి రాసాయనిక అవసరములనుబట్టి ఆమ్ల లేదా బేసిక్ (క్షార) రిఫ్రాక్టరీ ద్రవ్యములతో అస్తరు చేయుదురు [చూ. చిత్రము-4]. భాస్వరము పాలు ఎక్కువగ ఉన్న పోత ఇనుమును శుద్ధిచేయుటకు బేసిక్ కొలిమిని ఉపయోగింతురు. ఏలన భాస్వరమును, గంధకమును తొలగించుటకు బేసిక్ గుణము కల చిట్టెము ఆవశ్యకము. ఇటులనే సిలికన్, మాంగనీస్ వంటి ధాతువులతో కూడిన దుక్క ఇనుమును సంస్కరించుటకు ఆమ్లగుణముకల చిట్టెము (స్లాగ్) అవసరమగుటవలన అప్పుడు ఆమ్ల కొలిమిని వాడుదురు. కొలుముల కనిష్ఠ, గరిష్ఠ పరిమాణములు 5 మొదలు 1,000 టన్నీలు మధ్య ఉండును. ఆచరణ సౌలభ్యమునుబట్టి కొలుములలో పొందుపరుపబడిన దుక్క ఇనుమును శుద్ధము చేయుటకు సాధారణముగా 8-12 గంటల కాలము పట్టును.

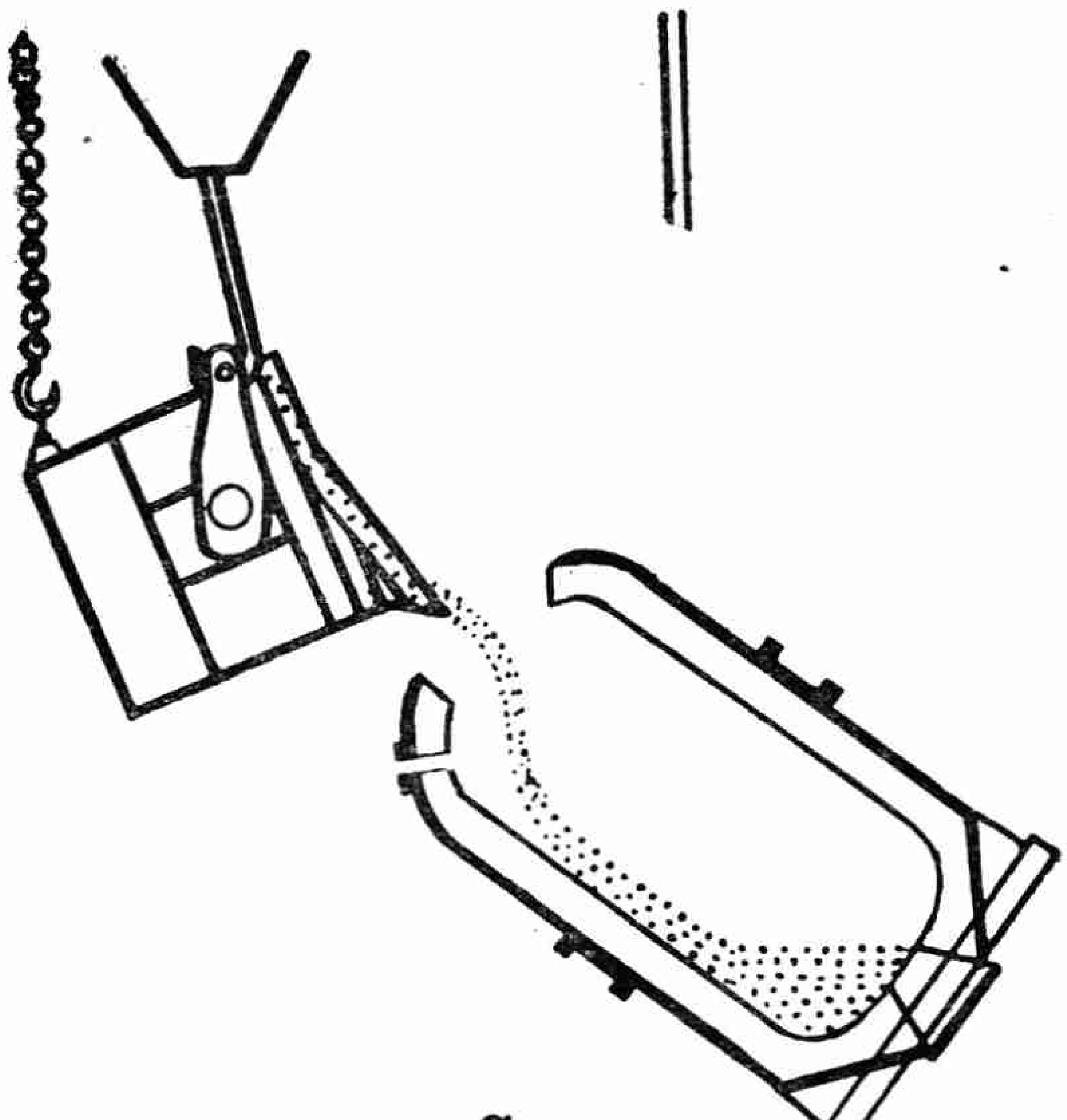


చిత్రము - 4 ఓపెన్ హార్త్ పద్ధతి

ఈ కొలిమిలో దీర్ఘ చతురస్రాకారమున అంత లోతు లేని విశాలమైన హార్త్ ఉండును. దాని అడుగుభాగము రిఫ్రాక్టరీ ఇటుకలతో నిర్మింపబడును. ప్రొడ్యూసర్ గాస్, సహజ వాయువు, కోక్ ఓవెన్ గాస్, కీలు, క్రియొసోట్ లు, పారిశ్రామిక తైలములు ఇంధనములుగా వాడబడును. ఇంధనమును మండించుటకు అవసరమగు గాలిని వేడెక్కించుటకు చిమ్నీలనుండి నిర్గమించు వ్యర్థ వాయువుల ఉష్ణమును ఉపయోగించుకొందురు. వ్యర్థోష్ణ బాయిలర్ లో ఆవిరిని ఉత్పాదించుటకు కూడ వ్యర్థవాయువు వేడిమి పనికి వచ్చును.

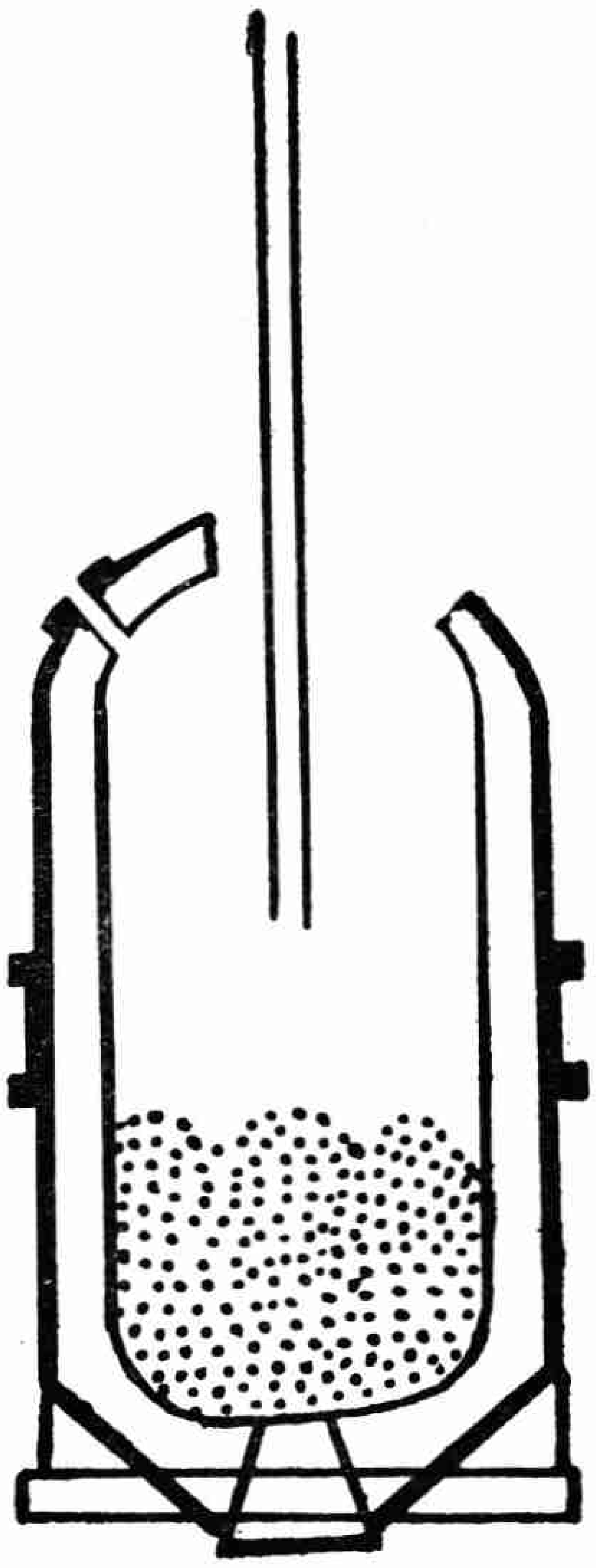
శుద్ధిచేయవలసిన ధాతువులో కొంత భాగమును ముక్కల రూపమున గాని, చల్లని దుక్క ఇనుము ఘన, ద్రవ రూపములలో గాని తొలుత కొలిమిలో నింపుదురు. దానికి ఇనుప ముడి ఖనిజమును, ఫ్లక్స్‌లను (కాల్చిన సున్నము, సున్నపు రాయి, ఫ్లోర్ స్పార్, బాక్సైట్ మొదలగునవి) చేర్చుదురు. చల్లని కొలిమిని వేడిచేసి, ఇనుమును కరగింపగా,

లింజ్ డోనావిట్జ్ పద్ధతిని ఉక్కు తయారీ



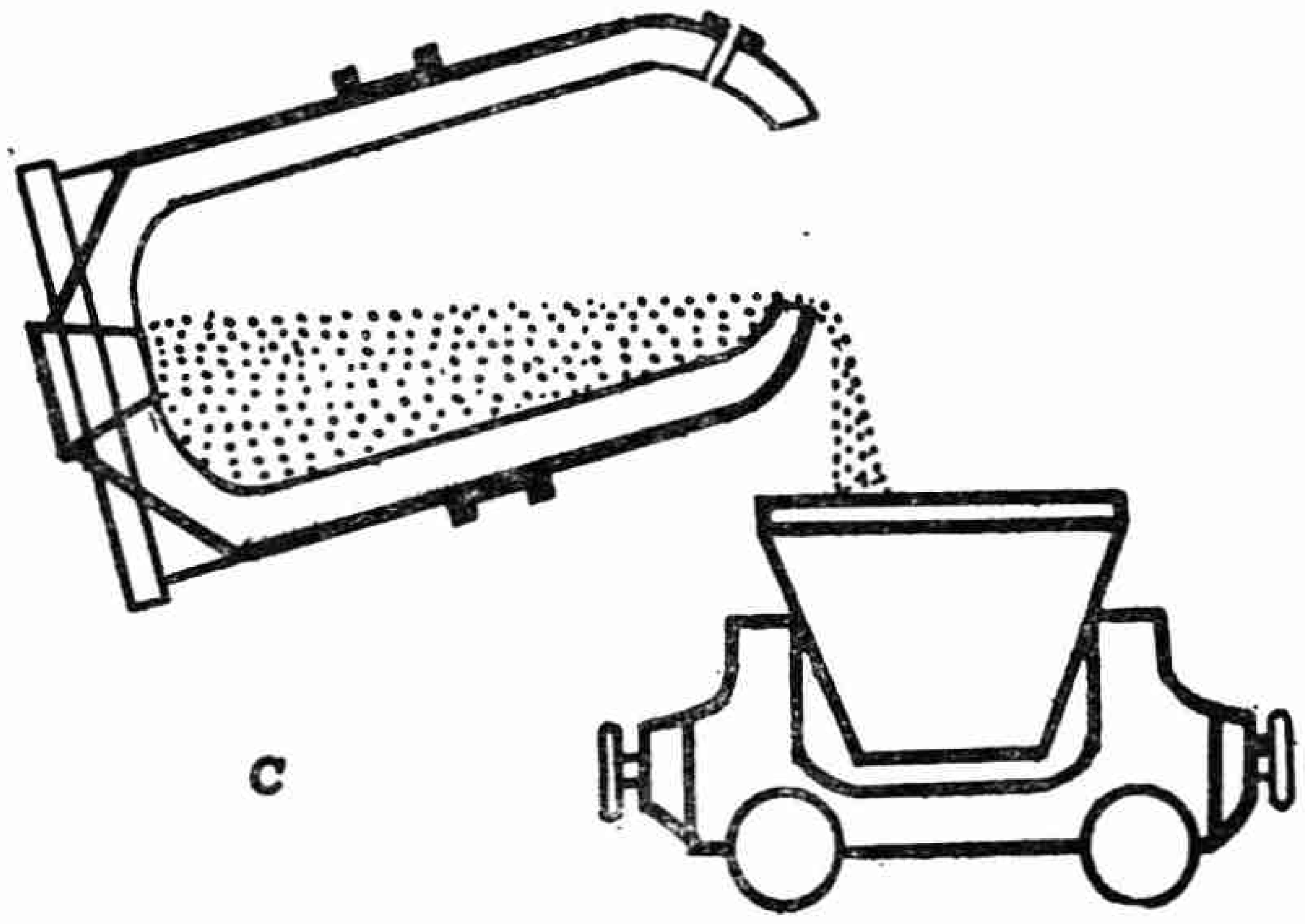
a

a. కన్వర్టర్‌ను కరగిన ధాతువుతో నింపుట.



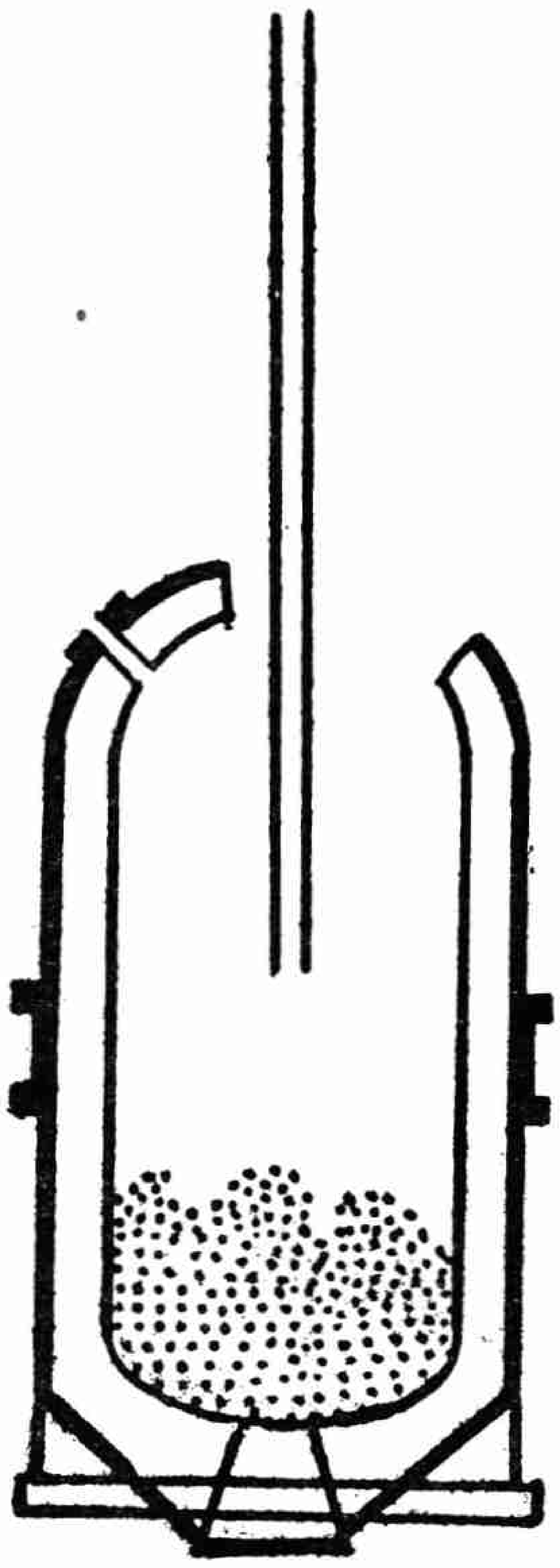
b

b. మొదటి ఊపు దెబ్బ: కన్వర్టర్ లోనికి ఈటెవంటి గరిటెను దింపుచూ ఆక్సిజన్ సున్నపు రాతి పొడిని ధాతు ద్రవములోనికి ఊదుట.



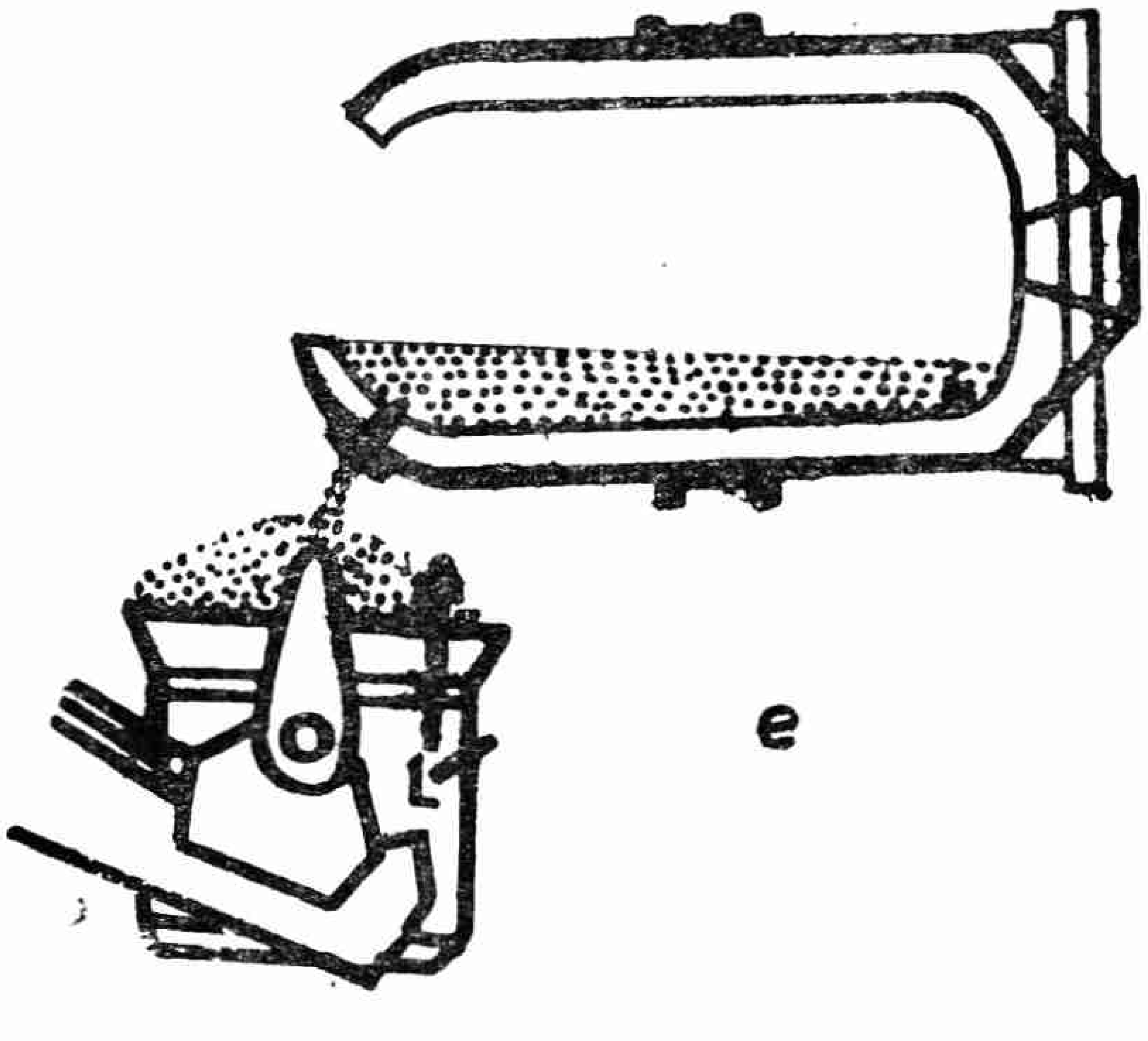
c

c. తేలిపోయిన మలినములను మరొక పాత్రలోనికి పోయుట.



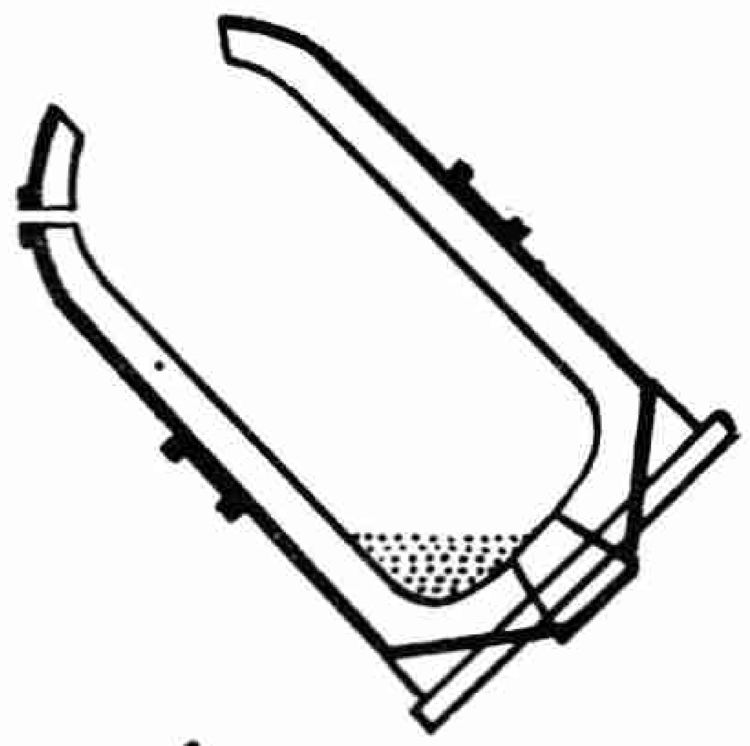
d

d. రెండవ ఊపు దెబ్బ: ఈ దెబ్బలో ధాతువు పరిశుద్ధమగును.



e

e. తయారయిన ఉక్కును గరిటె పాత్రలోనికి సంగ్రహించుట.



f

f. మరొకసారి నింపుబడుటకు సిద్ధముగ ఉన్న ఖాళీ కన్వర్టర్. ఇందు కొంత పరిశిష్ట ధాతువు నిల్వ ఉండును.

చిత్రము - ౯.

ముడి ఖనిజములోని ఐరన్ ఆక్సైడ్ దుక్క-ఇనుములోని మలిన ద్రవ్యముల మిశ్రమువలన వాటిని ఆక్సీకరించును. కార్బన్ ఆక్సీకరణమువలన జనించిన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వెంటనే తప్త ధాతుద్రవమును గిలకొట్టి బుడగల రూపమున బయటికి పోవును. ఇందు మూలమున ఇతర అధాతువులు కూడ ఆక్సీకరింపబడుటకు తోడ్పడును. భాస్వరము, సిలికన్, మాంగనీస్, ఆక్సైడ్లు ఫ్లక్స్‌లోని సున్నముతో ప్రతికరించి, చిట్టెముగా తయారగును. ఉక్కు మచ్చులను, చిట్టెమును పరీక్షించి మొత్తము ధాతువు పరిశుద్ధతను నిర్ణయింపవచ్చును. శుద్ధము చేయుట పూర్తి అయిన పిదప తగుభాగము ధాతుమిశ్రములను చేర్చుట జరుగును. ఇందుకు కొలిమిలో ఉన్నప్పుడు లేదా తెడ్డులో ఉన్నప్పుడు ఇనుమునకు కార్బన్, ఫెర్రో ధాతు మిశ్రములు చేర్చబడును.

లింజ్ డోనావిట్జ్ (ఎల్. డి.) పద్ధతి: దీనికి, బెస్సమర్ పద్ధతికి కొంత వ్యత్యాసము కలదు. ఇందు బేసిక్ అస్తరు వేయబడిన పాత్రలో రద్దు ఇనుమును, కరగింపబడిన పోత ఇనుమును పోసి, వాటి ఉపరితలముపై శుద్ధమయిన ఆక్సిజన్ వాయువును ఊదుదురు. పైనుండి నీటిచే చల్లచేయబడిన ఒకే జెట్ ద్వారా శుద్ధమయిన ఆక్సిజన్ సరఫరా అగును. కాబట్టి, ఈ కొలిమిలో గాలిపెట్టె కాని, టయూర్లు కాని ఉండవు. పాత్రలో సున్నమును కూడ తగిన నిష్పత్తిలో చేర్చుదురు. ఆక్సిజన్ జెట్ చే ఇనుములో ఉన్న మెటలాయిడ్ అధాతువులు ప్రచండవేగమున ఆక్సీకరింపబడి, సున్నముతో సంయోగించి, చిట్టెముగా తయారగును. జెట్ వలన శుద్ధము చేయబడిన ఇనుము చుట్టున ఉన్న ఇనుము కంటె బరువు అగుట వలన అది క్రిందికి దిగును; మలినపు ఇనుము మీదికి వచ్చును. పాత్రలోని ఇనుము పూర్తిగ శుద్ధము చేయబడుటకు రమారమి 20 - 22 నిముషములు పట్టును. టన్ని ఇనుమునకు సుమారు 56 వేల లీటరు (2 వేల ఘ. అ.) ఆక్సిజన్ కావలసివచ్చును. జ్వాల అదృశ్యమగుటయే ప్రక్రియా పరిపూర్తిని సూచించును. ఎదురు పుటలోని చిత్రములు ఎల్. డి. పద్ధతిని వివరించును.

ఎల్. డి. ఉక్కులలో ఇతర ఉక్కులలో కన్న నైట్రోజన్ తక్కువగ ఉండును. ఈ సుగుణము, ఈ ప్రక్రియలోని నిర్వహణ సౌలభ్యము, తక్కువ పెట్టుబడి, ఉత్పత్తి ఖర్చులలోని తగ్గుదల-వీటి కారణమున ఇతర పద్ధతులు దీనితో పోటీకి నిలబడ లేకున్నవి. ఇదే సూత్రముపై ఆధారపడి పెంపొందిన కాల్డో వంటి ఇతర ప్రక్రియలు కూడ కలవు.

విద్యుత్ ప్రక్రియలు: ఈ ప్రక్రియలు ఇటీవలి కాలముననే ప్రవేశపెట్టబడినవి. ఇందు ఇనుమును కరగించుటకు, శోధించుటకు విద్యుత్తు ఇంధనముగ వాడబడును. కార్బన్ విద్యుదగ్రము (ఎలక్ట్రోడ్లు) లకు, ఇనుమునకు మధ్య ఏర్పడు విద్యుత్ చాపమునుండి జనించు అత్యంత ముమ్మరమగు వేడిమివలన ఈ కొలిమి రద్దు ఇనుప ముక్కలను ఎక్కువగా వాడుటకు చాల అనుకూలించును. ఇంధనములలో పరిశుభ్రతమము అయినప్పటికి, విద్యుచ్ఛక్తి ఖరీదైనది కాబట్టి విలువగల ఉక్కు ధాతుమిశ్రములను తయారుచేయుటకే విద్యుత్ ప్రక్రియ లాయఖు అగును. కాని, విద్యుచ్ఛక్తి చౌకగా దొరుకు చోట మాత్రము ఈ ప్రక్రియలు గిట్టుబాటు కాగలవు.

ఉక్కు-రూపకల్పన: ద్రవస్థితిలో ఫలించిన ఉక్కును కొన్ని సందర్భములలో నేరుగా కావలసిన రూపములోనికి పోతపోయుదురు. తక్కిన సందర్భములలో దానిని అనువగు సైజులలో దిమ్మలుగా గాని, తిన్నని కడ్డీలుగా గాని పోతపోయుట పరిపాటి. దిమ్మలను ఉష్ణస్థితియందే బ్లూమ్లు, బిల్లెట్లు అను చిన్న చిన్న విభాగములుగ సాగగొట్టుదురు.

పోతపోయుట: ఉక్కు ఉత్పన్నములలో నూటికి రెండు వంతులు మాత్రమే నేరుగా ఆ రూపములలోనికి పోతపోయబడును. అయినను, యంత్రముల విడిభాగములను, వాల్వుల దిమ్మలను, టర్బయిను పెట్టెలను, ఇంకను ఎన్నో ఇతర పరికరములను తయారుచేయుటకు ఇదియే అనుకూలమైన విధానము. ఏమనగా, ఇతర విధములలో వీటిని వేగముగను, మితవ్యయముతోను తయారు చేయుట సాధ్యముకాని పని. ఇంతేకాక, పోతపోయబడిన నిర్మాణములు ఇతర విధముల తయారుచేయబడిన వాటికంటె దృఢతరములు అని విశ్వసింపబడుచున్నవి. బంకమన్నును, రెసిన్ను, నూనెను, నీటిని నిర్ణీత పరిమాణములలో ఇసుకతో కలిపి, ఆ మిశ్రముతో అచ్చులు చేయుదురు. కొన్ని ప్రత్యేకమయిన పనులకు కాల్చిన గానిస్టర్ను వాడుదురు. కచ్చితమయిన పోత పనికి ప్లాస్టర్ను, ప్లాస్టిక్‌లను, మైనములను ఉపయోగించి మూస నకలులు తయారుచేయుట కూడ కలదు. ఉక్కు అచ్చులలో ఘనీభవించి, చల్లబడిన పిదప, అచ్చులను ముక్కలక్రింద చెక్కి లేదా సుత్తులతో మోది లేదా వాయు కృంతనమును ప్రయోగించి విడగొట్టుదురు. పోతవస్తువులను శుభ్రముగా తుడిచి, అవసరమైనచో యాంత్రికముగా (యంత్రసహాయమున) కావలసిన సైజుకు తెచ్చుదురు. ఇనుమును, ఉక్కును, ధాతుమిశ్రిత ఉక్కును పై విధమున పోతపోయవచ్చును.

యాంత్రిక కార్యకరణము (మెకానికల్ వర్కింగ్): ఇందు ఉష్ణ కార్యకరణము, శీతల కార్యకరణము అని రెండు విధములు కలవు. మొదటి విధానమున పనిని

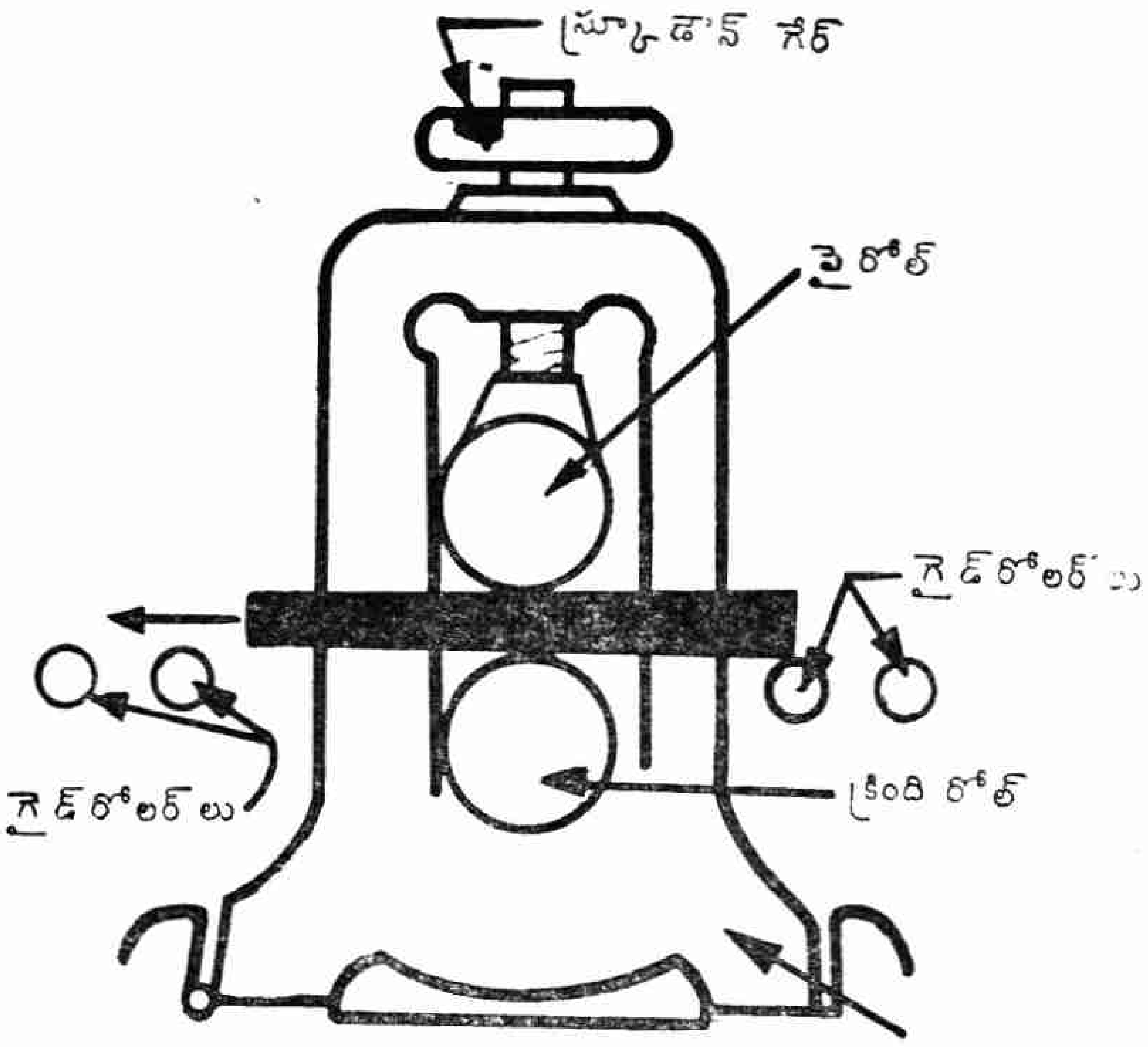
ప్రారంభించుటకు ముందు ఉక్కును దాని ద్రవాంకమునకు తక్కువగ ఉండు తాపక్రమమునకు వేడిచేయుదురు. ఉష్ణ కార్యకరణమున ఫోర్జింగ్, రోలింగ్, ఎక్స్ట్రూషన్ అను మూడు ముఖ్య పద్ధతులు అమలులో ఉన్నవి.

కాల్చి సాగ గొట్టుట (ఫోర్జింగ్): ఇందు కాల్చిన ఉక్కును సుత్తులతో బాదియో, యాంత్రికముగా అదిమియో సాగ తీయుదురు. సుత్తులతో బాదుట పురాతన పద్ధతి. చేత ఇనుమునకు రూపకల్పన చేయుటకు ప్రాచీనులు ఈ పద్ధతినే అవలంబించిరి. నేడు కాల్చి సాగగొట్టు పద్ధతిలో ఆవిరిచే గాని, ఒత్తిడి వలన గాని, విద్యుత్ సహాయమున గాని పని చేయు భారీ సుత్తులు విరివిగా వినియోగింప బడుచున్నవి.

ద్విగుణీకృత బలముతో పనిచేయ గల 'ఆవిరి సుత్తి' 1888 లో రూపొందింపబడినది. దాని దెబ్బ యొక్క బలము కేవల గురుత్వాకర్షణ వలన పనిచేయు సుత్తి దెబ్బయొక్క బలముకంటె చాలరెట్లు ఎక్కువ. అందువలన ఉక్కును సుత్తితో సాగగొట్టి రూప కల్పన చేయుటకు అవకాశము కూడ హెచ్చినది. భారీ ఇరుసులు తయారు చేయుటకు ఆవిరి సుత్తి చాల కార్యకారి.

హైడ్రాలిక్ ఫోర్జింగ్ ప్రెస్ 1861 లో నిర్మింపబడినది. దీనికి పైన, అడుగున రెండు ముద్ర (డై) లు అమర్చబడి ఉండును. ఎగువ ముద్ర కదలిక కలది; క్రిందిది మాత్రము నిలుకడగ ఉండును. క్రింది ముద్రపై ఉంచబడిన ఉక్కు రేకును ఆవిరి ఒత్తిడి సాయమున మీది ముద్ర గట్టిగా అదుమును. ఇట్లు ఉక్కుకు ఏర్పడిన రూపము ముద్రల ఆకృతికి అనుగుణముగ ఉండును.

రోలింగ్ : రోలింగ్ ద్వారా ఉక్కుకు రూపకల్పన చేయు ప్రక్రియ దాని ప్రాథమిక రూపమున 16 వ శతాబ్దము మొదటి నుండి ప్రచారమున కలదని తెలుపు లిఖితాధార ములు కలవు. కాని, ప్రస్తుత రూపమున దానిని ప్రవేశ పెట్టినది హెన్రీ కోర్ట్ (1785). ఈ యంత్రములో రెండు సిలిండరులు ఒకే కైవారపు వేగముతో విరుద్ధ దిశలలో పరిభ్రమించుచుండును. ఉక్కును రెండు సిలిండరుల మధ్యకు పంపుదురు. రెండు సిలిండరుల నడిమి దూరము వాటిలో ప్రవేశించు ధాతువిభాగము యొక్క సైజునకు కొంచెము తక్కువగ ఉండునట్లు ఏర్పాటు చేయుదురు [చూ. చిత్రము-6]. సిలిండరులు ఉక్కు ముక్కను పట్టుకొని అడ్డ ముగా సాగదీసి, దళసరిని తగ్గించి, నిలువును పొడిగించును. బ్లూమ్, బిల్లెట్, జాయింట్, చానెల్, రైలుపట్టా, కమ్మి, ఆంగిలు రకము, కడ్డీ మున్నగు వస్తువులను పెద్ద ఎత్తున తయారుచేయుటకు ఈ పద్ధతి ఆర్థికముగ లాభదాయకము. ఫలకలు వంటి దళసరి విభాగములను తయారుచేయుటకు ఒకే సిలిండరుల జత లేదా స్ట్రాండ్‌ను ఉపయోగించు ప్రతీప గామి మిల్లులలో అటు ఇటూ రోలింగ్ జరిగింపబడును. పలుచన, నాణ్యము ఎక్కువగా ఉండు క్లిష్ట విభాగములను



చిత్రము - 6. రోలింగ్ పద్ధతి

తయారుచేయుటకు దగ్గర దగ్గరగా ఒక అవిచ్ఛిన్న రేఖలో ఏర్పరచిన పెక్కు స్ట్రాండ్‌లను వాడుదురు. అవి అన్నియు కలిసి 'టాండమ్ మిల్లు' అని వ్యవహరింపబడును.

కమ్మచ్చు తీయుట (ఎక్స్ట్రూషన్): ఇందు ఎర్రగా కాల్చిన స్తూపాకారపు ఉక్కు ముక్కను ఒక ప్రత్యేకమైన ఎక్స్ట్రూషన్ ప్రెస్‌లో ఉంచుదురు. ప్రెస్సుకు ఒక చివర ఒక ముద్ర (డై) ఉండును. ఉక్కుకు ఏరూపము ఉద్దేశింప బడినదో ఆ రూపమున ముద్రకు ఒక రంధ్రము ఏర్పాటు చేయబడును. ప్రెస్సు రెండవ చివర నుండి ప్రేషము ప్రయో గింపబడును. ఈ ప్రేషము వలన గొట్టమునుండి టూత్ పేస్ట్ వలె రంధ్రము ద్వారా ఉక్కు ఆ రంధ్రపు రూపముతో బయటపడును. సాధారణముగ లఘుప్రేషములో వాడు గొట్టములను తయారుచేయుటకు ఈ క్రింది ప్రక్రియను వినియోగింతురు.

శీతల కార్యకరణము (కోల్డ్ వర్కింగ్) : అనగా కాల్చకుండానే ఉక్కుకు రూపకల్పన చేయుట. ఇందును రోలింగ్, డ్రాయింగ్, ఎక్స్ట్రూషన్ అను వేరు వేరు విధములు కలవు. ఇందు సైజు కచ్చితముగను, తలము వెడల్పుగను ఉండును. వీటిని మిషన్ చేయుట సులువు. పలుచని వస్తువులను, తీగెలను తయారుచేయుటకు ఈ పద్ధతి చాల అనుకూలపడును.

ఉక్కుకు కాక పెట్టు విధానము: సాధారణ ఉక్కు, ధాతుమిశ్రమ ఉక్కు రకములు ఇంజనీరింగు వస్తువులలో

అనేక విధముల ఉపయోగపడును. ఆధునిక కాక పద్ధతులు ప్రయోగించి, ఆ ఉక్కుల యాంత్రిక ధర్మములలో అనుకూలములైన మార్పులను సాధించవచ్చును. వేర్వేరు రకములయిన కాక పద్ధతులు చేపట్టి ఉక్కును మెత్తపరచవచ్చును; సాగునట్లు చేయవచ్చును; గట్టిపరచ వచ్చును; అరుగుదలకు తట్టుకొనునట్లు చేయవచ్చును. ఉక్కును 728°C కు పైబడిన తాపక్రమము వరకు కాల్చి, పిదప సత్వరముగా చల్లార్చినచో దానికి కాఠిన్యము, అరుగుదలను అరికట్ట గల శక్తి అలవడును. పై విధమున చల్లబడి, గట్టిపడిన ఉక్కును మరల ముందుగా నిర్ణయింపబడిన తాపక్రమమున కొంత కాలము వరకు కాల్చినచో, దాని దృఢత్వము అధికతరమగును. ఈ రెండవ ప్రక్రియకు 'టెంపరింగు' అని పేరు. కాచి, చల్లార్చుటవలన ఉక్కు యాంత్రిక సౌలభ్యము హెచ్చును, ఏ రూపమునకు మార్చుటకయిన ఎక్కువగా అనుకూలపడును. రాజు.

ఇరుసులు : రవాణా బండ్లకు, రైల్వే పెట్టెలకు రెండు వైపుల గల చక్రముల జతలను అనుసంధించు దూలములను గాని, కడ్డీలను గాని 'ఇరుసు' అని అందురు. దీనిని సాధారణముగ ధాతువులతో గాని, అధాతు ద్రవ్యములతో గాని తయారుచేయుదురు. ఇరుసు ద్వారా బండి యొక్క బరువు చక్రములకు సంక్రమించును. ఇరుసు రెండువైపుల చక్రములను ఎల్లపుడు ఒకే సమానాంతర దూరమున ఉండజూచును. చక్రముల నాభి కేంద్రములలో చొచ్చుకొని ఉండు ఇరుసు యొక్క రెండు చివరి భాగములు చక్ర పీఠములు అనియు, బండియొక్క బరువు ఆనుకొని ఉండు భాగము జర్నల్ అనియు పిలవబడును. ఇరుసు-అది రూపొందింపబడిన తీరును బట్టి చక్రముతో సహా తిరుగ వచ్చును లేదా మానవచ్చును. పెద్ద పెద్ద బండ్ల ఇరుసులు 6-45 చదరపు సెంటి మీటరులకు,30-45 టన్నుల పార్యంతిక తన్యతా ప్రతిబలము కల ప్రమాణీకృత* లేదా తైల సంస్కృత కార్బన్ ఉక్కుతో తయారు చేయబడును. తరుచుగా కార్బన్ ఉక్కును ఎర్రగా కాల్చి ఇరుసులుగా సాగగొట్టుదురు. తిన్నని ఇరుసులు, వంపుటిరుసులు అను రెండు రకముల ఇరుసులు పరిశ్రమలలో వినియోగింపబడుచున్నవి. ఏ. పి. ష.

ఈస్ట్‌మన్, జార్జి (1854-1932): ప్రసిద్ధ కోడాక్ కెమేరా నిర్మాత, యునైటెడ్ స్టేట్స్ ప్రముఖ పారిశ్రామిక వేత్త, దాత. ఇతడు 1854, జూలై 12 న వాటర్‌విల్లి నగరమున జన్మించెను. రోచెస్టర్ పబ్లిక్ స్కూలునందు ఈస్ట్‌మన్ విద్య నభ్యసించెను. ఫోటోగ్రఫీపై అభిరుచి కలవాడై విశేష పరిశోధనలు సలిపి, 1880 లో పొడిప్లేటు (డ్రై-ప్లేట్) విధానమును, 1884 లో రోల్ ఫిల్మును, 1888 లో రోల్ ఫిల్మ్ కెమేరా 'కోడాక్' ను ఈస్ట్‌మన్ కనుగొనెను [చూ. పు. 70]. 1892 లో 'ది ఈస్ట్‌మన్ కోడాక్ కంపెనీ' ని ఇతడు వ్యవస్థాపితము చేసెను. ప్రామాణిక వస్తువులను భారీ ఎత్తున ఉత్పత్తి చేయుటకై యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో వ్యవస్థాపితమైన ప్రథమ వ్యాపార సంస్థలలో ఇది ఒకటి.

ఈస్ట్‌మన్ పైన పేర్కొనబడిన కంపెనీ అధ్యక్షుడుగా ఉద్యోగుల సంక్షేమమునకు, లోకోపకార కార్యములకు తన శక్తి సామర్థ్యములను ఎక్కువగా వినియోగించుటకు పాటుపడెను. పొ. ల. నా.

ఉక్కు : చూ. ఇనుము, ఉక్కు - పు. 235

ఉక్కు నిర్మాణములు : చూ. నిర్మాణములు, ఉక్కు.

ఉత్పత్తి శాస్త్రము : ప్రత్యేకముగా ఉత్పత్తికి సంబంధించిన ఇంజనీరింగు విభాగమును ఉత్పత్తి శాస్త్రముగా పేర్కొనవచ్చును. ఇది యంత్రసంబంధమగు మెకానికల్ ఇంజనీరింగులో ఒక నిర్దిష్ట ప్రత్యేక విభాగము. ప్రస్తుతము ఉత్పత్తికి సంబంధించిన ఇంజనీర్లు వృత్తిస్థాయిని సంతరించుకొని ప్రత్యేకసంఘమును ఒక దానిని స్థాపించుకొనిరి. ఏదయినా వస్తువుల తయారీలో దాని మౌలిక రూపకల్పన వంటి డిజైను స్థాయినుండి ఆ వస్తువులు ఫ్యాక్టరీలో తయారై అమ్మ జూపు వరకు ఉత్పత్తి ఇంజనీరుకు ప్రసక్తి కలదు. అతడు భారీ కమ్మరము, పోతపోయుట, యంత్రములతో పనిచేయించు పద్ధతి ఉత్పత్తి విధానములలోనే గాక, యాజమాన్య, నిర్వహణ వ్యవహారములు, వస్తు నాణ్య నిర్వహణము, పని విధానములు నిర్వహించుకొనవలసి ఉండును. మోటారుకారులు వంటి భారీ పరిశ్రమలలో ఉపయోగించు పద్ధతులకును, చిన్న తరహాలో సాగించు ఉత్పత్తుల విధానములకును భేదము ఉండును. భారీ పరిశ్రమలలో జటిల సాంకేతిక పద్ధతులు ఆధారముగా ఒకే పని చేయు ప్రత్యేక యంత్రములు ఉండును. వాటిలో జిగ్‌లు, స్వల్ప ఉత్పత్తులలో సామాన్య ప్రయోజనకారులైన యంత్రములును మాత్రమే ఉపయోగింతురు. భారీ ఉత్పత్తికి ఉపయోగించు యంత్రములు ఎక్కువ ఖరీదైనవిగా ఉండును. అధికమైన పెట్టుబడులను అధికోత్పత్తివలన రాబట్టుకొందురు. అధికోత్పత్తిలో వస్తువు గిట్టింపు ధర తగ్గుటకు అవకాశము ఉన్నది. భారీ

* ప్రమాణీకరణము అనగా ఉక్కు రాసాయనిక సంఘటనములో మార్పులు కొనిరాగల తాపక్రమమునకు పైబడిన తాపక్రమములో కాల్చి, తదుపరి గాలిలో చల్లారబెట్టుట.

రాళులలో వస్తూత్పత్తికిగాను నేడు జిగ్‌లు, ఫిక్‌చర్‌లు వంటి సాధన సామగ్రి వాడుకయు, చేయవలసిన పనులను చిన్నచిన్నవిగా విడగొట్టి పనిచేయించుటయు ఈ పరిశ్రమలో బ్రహ్మాండమయిన మార్పు తెచ్చినవి.

కర్మాగారములలో ఉత్పత్తి ఇంజనీరు సిబ్బంది బాధ్యతలను చూపుటకు ప్రత్యేకముగా రూపొందించిన పట్టిక ఉండును. ఇట్టి పట్టికలు ఏ యే రెండు కర్మాగారముల లోనూ ఒకటిగా ఉండకపోవచ్చును. దీనికి కారణము అన్ని పరిశ్రమలకు ఒకే విధమైన పద్ధతి ఆమోద యోగ్యము కాదు. నమూనా స్థాయి దాటిన తరువాత, సువ్యవస్థిత ఉత్పత్తి కార్యక్రమమును సాగించుటకు సక్రమ విధానములు రూపొందించుకొనుట ఉత్పత్తి ఇంజనీర్ల బాధ్యత అగును. తనకు అందుబాటులో ఉన్న సమాచారమునుబట్టి, ఉన్న అవకాశములను ఉపయోగించుకొని చేయవలసిన పనులను-వాటిని చేయగలవారికి-నియోగించి ముడిసరకులను వినియోగింపదగు వస్తువులుగా మార్చుచు అతడు ఉత్పత్తిని సాధించవలసి ఉండును. పైగా ఉత్పత్తి ఖర్చును సాధ్యమయినంతవరకును పరిమితము చేయుచు వస్తు నాణ్యమునకు పాటుపడవలసి ఉండును.

నమూనాల నుండి అమ్మకము వరకు అన్ని మధ్యస్థాయిలకు సంబంధించిన వ్యక్తి ఉత్పత్తి ఇంజనీరు కనుక, అతడు నమూనాల డ్రాయింగులను క్షుణ్ణముగా పరిశీలింపవలసి ఉండును. ప్రతి విడిభాగమును మాదిరిని అనుసరించి తయారుచేయవలసి ఉండును. తయారు కావలసిన వస్తువుకు మాతృకను మొదట ప్రోడక్ట్ ఇంజనీరు రూపొందించును. దాని అవసరమును, ఉపయోగించవలసిన తీరు, ఏ యే పరిస్థితులలో ఉపయోగ్యమో అతడే నిర్ణయించును. అది పూర్తిగా క్రొత్త వస్తువు కావచ్చును లేదా పాత వస్తువుయొక్క క్రొత్త రూపము కావచ్చును. వస్తువులను రూపొందించు ఇంజనీర్ల క్రింద నమూనా తయారు చేయు వ్యక్తి డిజైనరు పనిచేయుట పరిపాటి. వస్తువులను రూపొందించు డెవలప్‌మెంట్ ఇంజనీరు అనేక నమూనాలు నిర్మించి చూపును. దోషములు సరిదిద్దిన పిదప తుది నమూనా సిద్ధపరచును. వస్తువుయొక్క డిజైను కొలతలను కాగితముపై వేసి ఉత్పత్తి ఇంజనీరు చేపట్టుటకు వీలుగా తయారుచేయుదురు. ఆ ఉత్పత్తికి వాడదగిన ముడి వస్తు సామగ్రిని స్పష్టముగా సూచించుదురు. అప్పుడు ఉత్పత్తి ఇంజనీరు శాఖ చేయవలసిన పనులు క్రింది విధముగా ఉండును. వస్తువు సరిగా పనిచేయుటకు వీలుగా వస్తువుయొక్క డిజైనులో సూక్ష్మమయిన మార్పుచేయుట; ఆ వస్తువును వాడుకచేయు అనుభోక్తకు సంతృప్తి చెందునట్లు చేయుట; ఉత్పత్తి ఖర్చు అందుబాటులో ఉంచుట. ఉత్పత్తికి సానుకూలముగాను, దాని మరమ్మత్తు వంటివి తేలికగా చేయుట వంటి విషయములలోను ఉత్పత్తి ఇంజనీరు శ్రద్ధచూపవలెను. ఎప్పటికప్పుడు క్రొత్త నమూనాలు తయారు చేయవలసి ఉండును గాన డిజైను ఇంజనీరు, ఉత్పత్తి ఇంజనీరు కలిసి మెలసి పనిచేయుట శ్రేష్ఠము.

వస్తువు యొక్క డిజైను సిద్ధముకాగానే దాని ఉత్పత్తి లోతుపాతులను గురించి ఉత్పత్తి వ్యవహర్త ఆలోచించును. ఉత్పత్తి ప్రక్రియా విధాన ప్రారంభము దానిలో రెండవ దశ. ఉత్పత్తి ప్రక్రియా విధానము అనగా ముడి పదార్థముల నుండి వస్తువు తయారగువరకు జరుగు పని తీరు, ఉద్దిష్ట వస్తూత్పత్తిలో చేపట్టదగిన పద్ధతిని నిర్ణయించుట; ఆ వస్తువును ఉత్పత్తి చేయుటలో అనుసరించదగు కార్య క్రమ రీతిని నిర్ణయించుట; అట్టి వస్తూత్పత్తికి కావలసిన పనిముట్లను, కొలత పరికరములను నిర్దేశించుట; చివరకు ఆ వస్తువును ఉత్పత్తి చేయుటకు అవసరమగు తగు యంత్ర సామగ్రిని చౌకగాను, శీఘ్రముగాను సమకూర్చు ఉపాయములు ఆలోచించి నిర్ణయించుట ఉత్పత్తి ప్రక్రియా విధానమున ముఖ్యముగ గమనించవలసిన విషయములు.

ముడి ద్రవ్యములనుండి ఉద్దిష్ట వస్తువులను సాధించు పద్ధతులే ఉత్పత్తి ప్రక్రియా విధానములు. ఉద్దిష్ట వస్తూత్పత్తికి అవసరమగు ఉత్పత్తి ప్రక్రియా విధానములన్నిటిని ఉత్పత్తి ఇంజనీరుకు క్షుణ్ణముగా తెలిసి ఉండవలయును. ఉదాహరణకు: కమ్మర వస్తువుల తయారీని నాలుగు వర్గములుగా విభజించనగును: 1. మూసకట్టి పోత పోయుట (కాస్టింగ్, మౌల్డింగ్); 2. యంత్రించుట (మెషినింగ్;) 3. రూపు దిద్దుట (ఫార్మింగ్); 4. కూర్పు (అసెంబ్లీ).

మూసకట్టి పోతపోయుట: ముడిధాతువును కరగించి, పోతపోసి, కావలసిన మూసలో వస్తువులుగా మార్చుదురు. ద్రవ ధాతువులను ఇసుక మూసలలోగాని, ప్లాస్టర్ లేదా ధాతు మూసలలోగాని పోయుదురు. అధిక ప్రేషమును ప్రయోగించి కావలసిన ఆకారములకు కుదించవచ్చును.

యంత్రించుట: ముద్దగా ఉన్న ధాతువును లేతు వంటి యంత్రమున పోగర్లతో చిత్రీవట్టి ఉద్దిష్ట స్వరూపమును తీర్చి దిద్దవచ్చును.

రూపుదిద్దుట: అధిక ప్రేషముతో ధాతువును కావలసిన రూపములోనికి మార్చుదురు.

కూర్పు: వస్తూత్పత్తికి అనేక విడిభాగములను వేర్వేరు ధాతువులతో తయారుచేయవలసి ఉండును. వాటినన్నింటిని ఒకచో కూర్చుట అవసరము. వీటిని తాత్కాలికముగా

కూర్చు పద్ధతి ఒకటి, శాశ్వతముగా కూర్చు పద్ధతి వేరొకటి ఉన్నది. వస్తూత్పత్తిలో పై నాలుగు దశలే కాక, మరొకటి కూడ ఉన్నది. అదే తుది మెరుగు (ఫినిషింగ్). పూర్తి అయిన వస్తువును అందముగా తీర్చిదిద్దుట చివరి దశ.

వస్తూత్పత్తిరంగమున పైన చెప్పిన నాలుగింటి ద్వారా వస్తువునకు స్వరూపము ఇచ్చిన తరువాత అది అనుభోక్తకు అందించుముందు ఇంకను తీర్చి దిద్దబడును. ఇది అయిదవ దశ. వస్తువుకు నాణ్యమును ఇచ్చు అంతిమదశ ఇది. ఇందు తాపసంస్కరణ, శుభ్రపరచుట, పెయింటురంగు వేయుట, విద్యున్మలామా చేయుట, మెరుగుపెట్టుట మున్నగు పనులు ఇమిడి ఉన్నవి. ధాతు వస్తూత్పత్తిరంగమున ఈ పనులలో ఏ రెండు మూడు పనులయినను అవశ్యము కావలసి ఉండును. ఇక ఉత్పత్తి ఇంజనీరు చూచుకొనవలసిన పనులలో ముఖ్యమయినవి - ఉత్పత్తి నియంత్రణ, వస్తుగుణ నియమనము (నాణ్యము), ఉత్పత్తికి అవసరమగు పనిముట్లను సిద్ధపరచుట.

వాస్తవమునకు ఉత్పత్తి నియంత్రణ ఫ్యాక్టరీకంతకు కీలకము. ఉద్దిష్ట వస్తువులను గిట్టుపాటు అగునట్లు అనుకున్న వాటిని సిద్ధపరచుట ఉత్పత్తినియంత్రణ నిర్వాహము. ఉత్పత్తి నియంత్రణ శాఖ చేయవలసిన పనులు: ముడి పదార్థములను క్రయమునకు కొనుట, వెంటనే కావలసిన రాశిని నిర్ణయించి క్రయశాఖ ద్వారా తెప్పించుకొనవలసి ఉండును. కొన్ని పదార్థములను తమకు అందుబాటులో ఉంచుకొని మెద్యూలింగు శాఖతో సమన్వయము చేసి కొనుచు ముడిసరుకు సరఫరాను నియంత్రించుట. మెద్యూలింగు శాఖ ఉత్పత్తి అయిన మధ్యస్త వస్తువులను ఫ్యాక్టరీలో ఇతర చోట్లకు చేర్చి అక్కడ ఆ వస్తువునకు జరగవలసిన ప్రక్రియావిధానమును నియంత్రించును. ఇట్లు చేయుటలో ఏ యంత్రము పనిలేకుండ ఖాళీగా ఉండుట గాని, పని ఎక్కువగుట గాని లేనట్లు చూచుకొనవలసి ఉండును. తయారైన చిన్న వస్తువులను కూర్పునకు అందజేయుచుండ వలయును. అనేక రకముల వస్తువులు భిన్న రాశులలో తయారగుచోట నిర్దిష్ట కార్యక్రమమును రూపొందించుట అవసరము.

ఉత్పత్తి కార్యక్రమము జరుగుచున్నప్పుడు ఉత్పత్తి నివేదికలను సేకరించి, వాటిని పరిశీలించవలయును. ఆక్షేపణీయ భాగములను పరిహరించుటకును, అవసరమగు మార్పులను ప్రవేశపెట్టుటకును ఈ నివేదికాంశముల ఆవశ్యకము కలదు.

నాణ్య నియంత్రణ: ఒక వస్తువు తయారగునప్పుడు అది విపణిలో తత్ శ్రేణి వస్తువులతో గుణములో, నాణ్యములో పోటీ చేయవలసి ఉండును. నాణ్య శాఖ ఈ విషయమై శ్రద్ధవహించును. అన్ని స్థాయిలలో ఉత్పత్తి వ్యయము తగ్గించుచు అనుభోక్తకు తృప్తిని ఇచ్చు ఆ వస్తువుకు ఎప్పటి కప్పుడు గిరాకీ పెంచునట్లు శ్రద్ధ వహించవలయును.

నాణ్యము (క్వాలిటీ) అనుమాటకు 'శ్రేష్ఠము' అనియే అర్థము కాదు. నిర్దిష్ట అనుభోక్తలకు అది శ్రేష్ఠమైనది కావచ్చును. దాని వినియోగము, ధరను బట్టి నాణ్యమునకు విలువ ఉండును. ఉత్పత్తి ఖరీదు, వస్తువు నాణ్యము అవినాభావ సంబంధము కలవి. నాణ్య నియంత్రణ అన్నప్పుడు నియంత్రణ అనుపదము నిర్వాహక సాధనముగనే స్వీకరించదగును. వస్తువు నాణ్యము ప్రమాణములను నిర్దేశించుట; నిర్దేశించిన ప్రమాణములను వాస్తవముగ సాధించురీతిని-అనుకున్న ప్రమాణములను అధిగమించినపుడు-అదుపులో పెట్టుటకు చర్యగైకొనుట; నాణ్య ప్రమాణములలో అభివృద్ధిని సాధించుటకు ప్రయత్నించుట వంటి నాలుగు విషయములను నిర్వాహకులు గమనించవలయును.

విడిభాగముల ఉత్పత్తి (ప్రొడక్షన్ టూలింగ్): యంత్ర నిర్మాణమున ఉపయోగించు విడిభాగములను కచ్చితముగ ఉత్పత్తిచేసి అందించుట అవసరము. ఉత్పత్తిని బట్టి వస్తువు నాణ్యము ఉండును. కనుక చిన్న మరలు, చీలలు మొదలయినవి చౌకగా తయారు చేయవలసి ఉండును. ప్రక్రియా విధాన శాఖ నివేదికను అనుసరించి ఆ యా విడి పరికరములు చౌకగా తయారగునట్లు డిజైను శాఖ కావలసిన జిగ్‌లు, ఫిక్చర్‌లు [చూ.] సిద్ధపరచును.

ఉత్పత్తి ఇంజనీరు ఉత్పత్తి, వాని లోతుపాతులు తెలిసికొనుటయే గాక పారిశ్రామిక సంబంధమయిన ఇంజనీరింగు సమస్యలు, తత్ పరిష్కార మార్గములు తెలిసినవాడై ఉండవలయును. అతనికి గత్యనుశీలన (వర్క్‌స్టడీ), ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థా స్వరూపములు, వస్తునిర్వహణ, విడి పనులను గూర్చి అనుశీలన, సైబర్నటిక్స్, ఎర్గోనమిక్స్ రంగములలో ప్రవేశము ఉండవలయును. వీనిలోని చివరి మూడును ఇంజనీరింగు పరిశ్రమలలో క్రొత్తగా చేరినవి. అవి అధికోత్పత్తికై జరిపిన కృషి ఫలితము. కంప్యూటర్ విజ్ఞాన సహాయమున ఈ అభివృద్ధి సాధించ వీలయినది.

గత్యనుశీలన (వర్క్‌స్టడీ) : దీనికి మూలకారణము కార్మికుల నుండి ఎక్కువ పనిని రాబట్టుట కాదు. వారి కృషినుండి గరిష్ఠ ఫలములు సంపాదించుటయే. కార్మికులచే కష్టపడి పనిచేయించు బాధ్యత పర్సనల్ మేనేజరునకు ఉన్నది. ఇతనినే వర్క్స్‌మేనేజరు అని కూడ వ్యవహరింతురు. అతడు పనులను పరిశీలించును. అధికోత్పత్తి జరిగినప్పుడు బోనస్ సదుపాయములు కల్పించును. కార్యో

త్సాహము, కలుపుగోలు తనము ఇనుమడింపజేసి ఫ్యాక్టరీ దక్షతకు దోహదము చేయును. వ్యక్తుల నిర్వహణ క్రింద గల యంత్రములు చక్కగా పనిచేయుచున్నదీ, లేనిదీ పరిశీలించ వలసిన బాధ్యత ఉత్పత్తి ఇంజనీరునకు ఉన్నది. ఏ యంత్రము ఒకసారి తిరుగుటకు ఎంతకాలము పట్టునో అతనికి తెలియవలయును. అప్పుడు అతడు కాలహారణమును నిర్మూలించుటకు ప్రయత్నించును.

మాటవరుసకు మూడు రోట్టెముక్కలను కాల్చవలెనను కొందము. ఉన్న పెనములో రెండు ముక్కలు మాత్రమే పట్టును. అల్పవ్యవధిలో ఎక్కువపని అగుట ఎట్లు? రెండు ముక్కలను ఒకేసారి వేయించిన రెండుసార్లతో అవి తయారగును. మూడవ ముక్కను రెండుసార్లు రెండు వైపుల వేయింపవలెను. అనగా మొత్తముగా నాలుగు వైపులు కాల్చు కాలముతో మూడు ముక్కలు తయారైనవిగదా! వాటిని విడిగా కాల్చిన ఆరువేపులు కాలుటకు పట్టెడికాలము అవసరము అయ్యేడిది. దానినే ఇంజనీరు మరొక విధముగా అంచనావేయును. రెండు ముక్కలను ఒకవైపు కాల్చి దానిని కాలినవైపు ఒకదానిపై నొకటి అమర్చును. మూడవ ముక్కతో ఈ అతికిన ముక్కలను రెండువైపుల కాల్చును. అనగా మూడుసార్లతో పని పూర్తియై శ్రమతగ్గుటయే గాక వంటచెరకు కూడ కలిసి వచ్చును. ఇట్లే ఒకవ్యక్తి రెండు రేకులను చేర్చి బోల్టులు వేయవలసి ఉన్నదను కొందము. అతడు రేకులు, బోల్టులు, చీలలు పట్టుకొని ఒక బల్ల వద్ద నిలబడును. అతడుచేయు పనులను ఇంజనీరు స్టాప్ వాచీతో గమనించి క్రింది విధముగా నమోదుచేయును:

విడి పని	పట్టుకాలము
1. కుడిచేతితో బోల్టును అందుకొనుటకు	1
2. మొదటి రేకును తీసికొని బోల్టు అమర్చుటకు	1 $\frac{1}{2}$
3. ఎడమ చేతిలో రెండవ రేకును తీసికొనుటకు	$\frac{1}{2}$
4. రెండవ రేకుకు బోల్టు బిగించుటకు	1 $\frac{1}{2}$
5. ఎడమ చేతిలో బోల్టుల, చీలల డబ్బా తీయుటకు	$\frac{3}{4}$
6. చీల మరత్రిప్పుట	1
7. ఎడమకాలు నుండి కుడికాలుపై బలము మోపుటకు	1
8. బోల్టుకు నట్ వేయుటకు	1
9. బిగించు ప్రయత్నమునకు	1
10. చేతితో మరచుట్టు బిగించుటకు	1
11. స్పానర్ నుండి చేయి తీయుటకు	$\frac{1}{2}$
12. స్పానర్‌తో చీలను పట్టుకొనుటకు	$\frac{1}{2}$
13. చీల పూర్తిగా బిగించుటకు	1 $\frac{1}{2}$
మొత్తము (సెకనులు)	12$\frac{3}{4}$

ఈ చిన్న పనికి ఎంతకాలము వృథా అగుచున్నదో నిపుణుడు మాత్రమే గ్రహించగలడు. కార్మికుడు కూర్చొనుటకు ఒక కుర్చీ ఉన్న, ఉత్పత్తి శాఖ వారు పూతపూసిన బోల్టులు ఇచ్చిన చీల మర సులువుగ తిరిగి కాలము ఆదా అయి 7,9 అంశముల కాలము ఆదా అగును. అదే పనిని 7$\frac{1}{2}$ సెకనులలో క్రింది విధముగా పూర్తి చేయవచ్చును:

విడిపని	పట్టుకాలము (సెకనులలో)
1. రెండు ప్లేట్లను ఒకేసారి కుడి, ఎడమ చేతులతో అందుకొనుటకు	1
2. అసెంబ్లీ చట్రముపై ఉన్న రంధ్రమున ప్లేట్లు పెట్టుటకు	$\frac{1}{2}$
3. వేర్వేరు బుట్టలలో ఉన్న బోల్టులు, నట్టులను కుడి, ఎడమ చేతులతో ఒకేసారి అందుకొనుటకు	$\frac{1}{2}$
4. ప్లేటు ద్వారా బోల్టును కుడిచేతితో త్రిప్పుచూ ఎడమచేతితో నట్టును పట్టుకొనుటకు	1 $\frac{1}{2}$
5. స్పేనర్స్ కై చేతులను చాచుట	$\frac{1}{2}$
6. బోల్టు, నట్టుకు స్పేనర్స్ కరిపించుటకు	1 $\frac{1}{2}$
7. బిగించుటకు	2
మొత్తము	7 $\frac{1}{2}$

ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థా స్వరూపము (ప్లాంట్ లే అవుట్): దీనిని కర్మాగారములోని బృహత్ ప్రణాళిక అనవచ్చును. కర్మాగారములోని జాగాను పూర్తిగా సద్వినియోగించుట, ముడి సరుకులు, వస్తువులు అందుబాటులో ఉండునట్లు ఏర్పరచుకొనుట, ముందు ముందు విస్తరణకు అవకాశము ఏర్పరచుట, పని బాగుగా జరుగుటకు చక్కని వాతావరణము కలిగించుట; ఉన్న యంత్రములను, కార్మికులను తెలివిగా, నైపుణ్యముగా ఉపయోగించుకొనుట మొదలగు అంశములన్నియు ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థా స్వరూపము క్రిందికి వచ్చును. ఇందు మూడు విధములు ఉండును: 1. ప్రక్రియా స్థలస్వరూపము: ఇది ఒక తరహా పనులకు ఉపయోగించు యంత్రములను ఒకే శ్రేణిలోనికి చేర్చును. ఉదా: లేతు యంత్రములు; 2. వస్తువులు ఉంచు స్థల స్వరూపము: ఒక భాగము తయారగుటకు ఉపయోగించు యంత్రములను ఒక వర్గము క్రిందికి చేర్చును; 3. మిశ్రమ స్థలస్వరూపము - కొన్ని ఉత్పత్తి యంత్రములు, కొన్ని నిర్మాణ యంత్రములను కలగలుపుగ ఒకచోట చేర్చుట [చూ. అర్థ, వాణిజ్య, భూగోళశాస్త్ర సంపుటము; కాలపరిశీలనము - పు. 457; గత్యను శీలనము-పు. 465; టెయిలర్ - పు. 509; యాంత్రికోత్పాదనము - పు. 647; శాస్త్రీయ పరిపాలన- పు. 713; శ్రమ విభజనము - పు. 718].

ఆపరేషనల్ రీసెర్చ్: ఆయా ఉత్పత్తి వస్తుచయమును గురించిన బాగోగుల సమాచారమును నిర్వాహకులకు అందించు శాఖను 'ఆపరేషనల్ రీసెర్చ్' అందురు. వారు అందించిన సమాచారమును బట్టి యజమానులు తుది నిర్ణయము తీసికొందురు. మేధస్సుకు అందని అంచనాలను కంప్యూటర్ సహాయమున తెలిసికొని, అమలు జరుపుటయు కలదు. ఆపరేషనల్ రీసెర్చ్ అనునది ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున బ్రిటన్‌లో ప్రారంభమయినది.

లీనియర్ ప్రోగ్రామింగ్: ఇది ఒక విశిష్టమైన సాంకేతిక విధానము. ఉన్న సాధన సంపత్తితో, తక్కువ ఖర్చుతో, ఎక్కువ లాభములు వచ్చునట్లు వస్తూత్పత్తి చేయు పథకమును 'లీనియర్ పథకము' అందురు. దీనియందు ఉన్న సాధనలతో ఎక్కువ ఫలితములను సాధించు వీలున్నది [చూ. ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్‌లు - పు. 276].

సైబర్నెటిక్స్: ఇది విషయ సేకరణ, నియంత్రణకు సంబంధించిన విజ్ఞానము. ఇంజనీరింగు, జీవశాస్త్రము, భౌతిక శాస్త్రము లేదా సాంఘిక శాస్త్రము - ఏ శాస్త్రమునకైనను దీనిని అన్వయింపవచ్చును. నియంత్రణ అనునది అన్ని శాస్త్రములకు అవసరమే. గత కొన్ని దశాబ్దములుగా శాస్త్రజ్ఞులు అనేక క్లిష్ట విధానములకు పరిష్కారమును కనుగొనిరి. వారి వారి రంగములలో వినియోగమగుచున్న శాస్త్రములందలి కిటుకులను కనుగొని నియంత్రణను సూత్రబద్ధము చేసిరి. అసలు ఫ్యాక్టరీ వంటి వ్యవస్థను నిర్వహించుట అనగానే దాని కీళ్లు తెలిసికొని మసలుకొనుట అని స్థూలముగా అర్థము చెప్పుకొనవచ్చును. సైబర్నెటిక్స్* అనగా యంత్రములలోను, ఉత్పత్తి సంస్థలలోను కీలకములను ఎరుగుట. ఉత్పత్తి ఇంజనీరు ప్రధాన లక్ష్యములలో లాభము, పెట్టుబడిపై లాభము, కార్మిక సిబ్బంది, వారి వలన వచ్చు ఆదాయము, ఉత్పత్తులను సక్రమముగా అందించుట అనునవి ప్రధానములు. ఇవి అన్నియు ఒకదాని కొకటి అనుబంధించి ఉన్నవి. వీటిని అన్నింటిని సమన్వయపరచి, పరిష్కారమును పొందుటయే సైబర్నెటిక్స్ ప్రధాన లక్ష్యము.

ఎర్గొనామిక్స్: శ్రామిక రంగములో కార్మికుల శక్తి సామర్థ్యములను పరిశీలించు విధానమును 'ఎర్గొనామిక్స్' అందురు. ఆపరేషనల్ రీసెర్చ్ వలె ఇదియును ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధ సమయమున ప్రారంభమైనది డిజైన్ శిల్పులు కార్మికుల అవసరములను బట్టి యంత్ర స్వరూపములను తీర్చిదిద్దుటవలన వారి శక్తిని గరిష్ఠ ఉత్పత్తులకు ఉపయోగించు వీలు కలుగుచున్నది.

పై పరిశీలనను బట్టి మెకానికల్ ఇంజనీరింగులో ప్రొడక్షన్ ఇంజనీరింగు ఒక ప్రత్యేకమైన విభాగమని తేలినది. అది భారతదేశములో అండర్ గ్రాడ్యుయేట్, పోస్ట్ గ్రాడ్యుయేట్ స్థాయిలలో కొన్ని కేంద్రములలో మాత్రమే బోధించబడుచున్నది. ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ వంటి ఉన్నత సాంకేతిక విద్యా సంస్థలలోను, ఇంజనీరింగు రంగమునకు అవసరమైన ప్రయోగశాలలోను అధ్యాపకులు పుష్కలముగా ఉన్నారు. లండనులోని ప్రొడక్షన్ ఇంజనీరు విద్యాలయమునకు కలకత్తా, బొంబాయి, బెంగుళూరులలో శాఖలు కలవు. ఈ సంస్థ ద్వారా భారత దేశములో ఉత్పత్తి ఇంజనీరింగులో నైపుణ్యము చూపిన భారతీయునకు సర్ వాల్టర్ ఫకీ పేర 50 పౌనుల బహుమతి లభించును. పారిస్ నగరములో గల ప్రొడక్షన్ ఇంజనీరింగు రీసెర్చ్ అంతర్జాతీయ విద్యాలయము ఏటా నూరు మందికి శిక్షణ ఇచ్చును; తూర్పు యూరప్‌లోని దేశములలో తరచు సమావేశములు జరుపుచుండును. ఈ సంస్థలలో సభ్యత్వము పొందుట వ్యక్తిగతముగాను దేశమునకు గర్వకారణము. ఇటీవల భారతదేశము ఇద్దరు సభ్యులను ఎన్నుకున్నది. సభ్యత్వము గల దేశముల సహకారముతో ఈ సంస్థకో ఆపరేటివ్ రీసెర్చ్ అను శాఖను ప్రారంభించినది.

వి. సి. వెం.

ఉత్పాదక వాయువు: చూ. ఇంధనములు, ఉపోత్పన్నములు-పు. 232.

ఉదజనీకరణము: ఇది ఒక ప్రమాణ ప్రక్రియ[చూ.]; కేవలము అణు హైడ్రోజన్ వినియోగమువలన మాత్రమే జరుగునది. ఇందు 1. అణువులకు అణు హైడ్రోజన్‌ను చేర్చుట - అనగా ఉదజనీకరణము; 2. అణు హైడ్రోజన్‌చే అణువుల విదళనము - అనగా విధ్వంసక ఉదజనీకరణము (హైడ్రోజనోలిసిస్); 3. సమరూపకరణము (ఐసోమరైజేషన్); 4. సైక్లిజేషన్ వంటి ఇతర ప్రక్రియలు చేరి ఉండును. కాని, ఈ వ్యాసము మొదటి రెండు ప్రతిక్రియలకు మాత్రమే పరిమితము చేయబడినది.

పరిశోధనాలయములో వేరు వేరు రాసాయనిక ద్రవ్యములను సంయోజించుటకు, కార్బన్ యౌగికముల అణురూపమును నిర్దేశించుటకు, గుర్తించుటకు ఈ ప్రక్రియ ఉపకరించును. పరిశ్రమలలో పెట్రోలియమ్‌ను క్రమపరచుటకు; ద్రవరూపపు నూనెలను గట్టిపరచుటకు; నేలబొగ్గును ఉదజనీకరించి ద్రవేంధనములను ఉత్పాదించుటకు; ఫిషర్-ట్రాప్స్‌చ్ విధానమును అనుసరించి ద్రవేంధనములను,

* గ్రీక్ పదము (Kybarnetes) = నడిపించు, చుక్కాని త్రిప్పు అని అర్థము చెప్పుకొనవచ్చును. ఈ పదమును ఇంజనీరింగులో మొట్టమొదట నార్బర్ట్ వైనర్ ప్రవేశపెట్టెను.

ఆక్సిజనీకృత యౌగికములను సంయోజించుటకు; మజ్జామ్లములనుండి మజ్జ ఆల్కహాల్‌లను తయారుచేయుటకు; ఇతర క్రియలకు ఈ ప్రక్రియ విరివిగా వినియోగింపబడును.

ఉదజనీకరణ ప్రతిక్రియలలో ప్రధానములైనవి: ఆసిటలీన్‌లు, ఓలిఫైన్‌లు, డై ఓలిఫైన్‌లు మొదలగు కార్బన్ యౌగికములకు హైడ్రోజన్‌ను చేర్చుట. ఈ యౌగికములు అన్నియు హైడ్రోజన్‌తో కలిసి ప్రేరకద్రవ్యముల సమక్షమున సులభముగ ఉదజనీకరింపబడి, అనురూప సంతృప్త యౌగికములను ఇచ్చును:

సంతృప్త హైడ్రోకార్బన్‌లను పొందవచ్చును. అణువులలోని కొన్ని ఇతర వర్గములు ఆకాలమందే ఆక్సీహృతములు కావలెనన్న కాపర్ క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ విశిష్ట ప్రేరకముగ ఉపకరించును.

ఆరొమాటిక్‌లు: ఈ యౌగికములు తరుచుగా ఓలిఫైన్‌లకంటె ఉన్నతతర తాపక్రమములు, ప్రేషములు వంటి తీవ్రతర పరిస్థితులలోనే సంపూర్ణముగ ఉదజనీకృతములు అగును. ద్రవ, బాష్పదశలు రెండింటియందును ప్రతిక్రియలు జరుగును.

ఉదా: $R{\cdot}C\equiv C{\cdot}R' + H_2 \longrightarrow R{\cdot}CH{=}CH{\cdot}R' + H_2 \longrightarrow RCH_2{\cdot}CH_2{\cdot}R'$

ఆసిటలీన్‌లు — ఓలిఫైన్‌లు — సంతృప్త హైడ్రోకార్బన్‌లు

ఇచట R, R' ఏ అలిఫాటిక్ వర్గమునకు గాని, ఆరొమాటిక్ వర్గమునకు గాని ప్రతినిధులుగా ఉండవచ్చును. ఒక అసంతృప్త హైడ్రో కార్బన్ మిశ్రమములో ఒక ప్రత్యేక అసంతృప్త యౌగికమును ఎంచుకొని దానిని విచక్షణాత్మకముగా యుక్త పరిస్థితులలో ఉదజనీకరించుట సుసాధ్యము. ఉదా: పాలీమర్‌ను ఉత్పాదించుటకు ఎతిలీన్ ఆవశ్యకము. అందుకు ఆసిటలీన్ మాలిన్యమును విచక్షణాత్మకముగ ఎతిలీన్ దశవరకు ఉదజనీకరించి, ఎతిలీన్ నుంచి (దానిని ఉదజనీకరింపకయే) విశుద్ధరూపమున పాలీమర్‌ను సంపాదింపవచ్చును:

$$CH\equiv CH + H_2 \xrightarrow[45-155\ P.S.I.G.]{200-315^{\circ}C} CH_2{=}CH_2$$

అంగుళము^{2}కు వాతావరణములు

విచక్షణాత్మకఉదజనీకరణమునకు మొలిబ్డినమ్ సల్ఫైడ్, ఇనుము, రాగి, నికెల్ మున్నగునవి ఫలప్రదములైన ప్రేరకములు అని కనుగొనబడినవి. ఇటులనే సంతృప్త యౌగికములు చెప్పుకొనదగినంతగా ఏర్పడకుండ, డై ఓలిఫైన్‌లను విచక్షణాత్మకముగ మోనో ఓలిఫైన్‌లుగా ఉదజనీకరింపవచ్చును:

ఉదా: $$C_6H_5NH_2 + 3H_2 \xrightarrow[200^{\circ}C,\ 100\ \text{వాతా}]{\text{రానీ నికెల్}} C_6H_{11}NH_2$$

(ఆనిలీన్) (సైక్లో హెక్సిల్ ఎమీన్)

$$C_{10}H_8 + 2H_2 \xrightarrow[200^{\circ}C,\ 140-200\ \text{వాతా}]{\text{కాపర్ క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్}} C_{10}H_{12}$$

(నాఫ్తలీన్) (టెట్రాలిన్)

మితవ్యయమును, సామర్థ్యమును పురస్కరించుకొని ప్రేరకముగ నికెల్‌ను విరివిగా వినియోగింతురు. ప్లాటినమ్ ఆక్సైడ్, కాపర్ క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ వంటి ఇతర ప్రేరకములు కూడ ఉపయోగపడగలవు [చూ. సంపుటము - 2. పు. 174].

ఎస్టర్‌లు, ఆసిడ్‌లు: క్షాళకము (డిటెర్జంట్)ల ఉత్పత్తికి కావలసిన క్రొవ్వు సంబంధమైన ఆల్కహాల్‌లను తయారు చేయుటకు ఉన్నత అణు భారములు కల కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లను, వాటి ఎస్టర్‌లను వాణిజ్యస్థాయిలో ఉదజనీకరింతురు. ఉదా: కొబ్బరి నూనెను ఉదజనీకరింపగా లారిల్ ఆల్కహాల్ లభించును; దానిని సల్ఫేట్ ప్రక్రియకు గురిచేసి, తటస్థీకరించి క్షాళకమును తయారు చేయుదురు. ఇందుకు ఉన్నత తాపక్రమములు, ఉన్నత ప్రేషములు

ఉదా: $$CH_2{=}CH{\cdot}CH{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow[-12^{\circ}C;\ 1-2\ \text{వాతావరణములు}]{\text{పల్లేడియమ్}} CH_2{=}CH{\cdot}CH_2{\cdot}CH_3 + CH_3{\cdot}CH{=}CH{\cdot}CH_3$$

బూటేన్‌లు 94%

$CH_3{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}CH_3$ బూటేన్ 6%

పెట్రోలియమ్ పరిశ్రమలో ఉన్నత తర ఓలిఫైన్‌లను మోనో ఓలిఫైన్‌లుగను, విచ్ఛేదనము ద్వారా ఉత్పాదింపబడిన గాసోలీన్‌లో నాఫ్థేన్‌లను ఆరొమాటిక్‌లుగను మార్చుటకు విచక్షణాత్మక ఉదజనీకరణము అవలంబింపబడును. ఎతిలీన్, ప్రొపిలీన్, పెంటేన్ వంటి ఓలిఫైన్‌లను వాతావరణ ప్రేషములో, 100-200°C వద్ద, నికెల్ ప్రేరకము సన్నిధిని బాష్పదశయందే ఉదజనీకరించి,

అవసరమగును. ప్రేరకముగా కాపర్ క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ గరిష్ఠ ఫలప్రదమైనది. కొన్ని సందర్భములలో జింకు క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్, రానీ నికెల్ కూడ ప్రయోజనకరములు.

ఆసిడ్ క్లోరైడ్‌లు, ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు, హెటిరోసైక్లిక్ యౌగికములు మున్నగునవి కూడ అవలీలగ ఉదజనీకరింప బడగలవు. ఆల్డిహైడ్‌లు ఉదజనీకరింపబడి ప్రాథ

ిక ఆల్కహాల్‌లను ఉత్పాదింపగా, కీటోన్‌లు సెకండరీ మాధ్యమిక) ఆల్కహాల్‌లను ఇచ్చును.

ఫిషర్-ట్రాప్స్‌స్క్ ప్రక్రియ: ఇది ఉదజనీకరణ ప్రతి ియకు సంబంధించినది; ఏలన ఒక ఉచిత ప్రేరకము న్నిధిని హైడ్రోజన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ మధ్య రుగు ప్రతిక్రియవలన ఆలిఫాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లను, క్సిజనీకృత యౌగికములను సంయోజింప వచ్చును. ాని, హైడ్రోకార్బన్‌లే ఇచట ప్రధాన ఉత్పన్నములు:

$$CO+2n\,H_2 \longrightarrow C_n\,H_{2n}+n\,H_2\,O \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$n\,CO+n\,H_2 \longrightarrow C_n\,H_{2n}+n\,CO_2 \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$CO+2n\,H_2 \longrightarrow C_n\,H_{(2n+1)}\,OH+(n-1)H_2O$$

మొదటి రెండు ప్రతిక్రియలకు ఇనుము, కోబాల్ట్ పేరకముగ వాడబడును. ఇందు తాపక్రమము 240-320°C ుధ్యను, ప్రేషము 1–30 వాతావరణము మధ్యను ఉండ లెను. ఆల్కహాల్ (C_1-C_{14}) లను విస్తార రాశులలో యారు చేయవలెనన్న ఐరన్ నైట్రైట్‌ను, ఇనుము క్సైల్)ను ప్రేరకములుగా వాడవలసి ఉండును; తాప మపరిధి 180–250°C మధ్య, ప్రేషము 10-30 (వాతా) ుధ్య ఉండవలెను. ఈ ప్రక్రియకు అవసరమగు కార్బన్ ూనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్‌ల మిశ్రమము సంయోజన ాయువు అని పిలువబడును.

ఆక్సోప్రక్రియ*: పై ప్రక్రియకు, దీనికి గల వ్యత్యాసము మనగా ఇందు కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్‌లకు ోడు ఒక ఓలిఫైన్ కూడ చేర్చబడును. ఉదా :

$$RCH{=}CH_2+H_2+CO \xrightarrow{\text{కోబాల్ట్}} R(CH_2)_2\cdot CHO;\ R\cdot CH\cdot CH_3\cdot CHO$$

ఆల్డిహైడ్‌లను ఇంకను ఆక్సీకరించినచో ఆల్కహాల్‌లు భించును. వీటిలో సంయోజన మిశ్రములోని ఓలిఫైన్ ంటె ఒక కార్బన్ పరమాణువు అదనముగా ఉండును. ుందు 'ఫార్మిల్' గణము ప్రవేశపెట్టబడుటవలన, ఈ ్రతిక్రియ హైడ్రోఫార్మిలేషన్ అని కూడ అనబడును. ుచట కోబాల్ట్ ప్రేరకము వాడబడును. అధిక తాప మము వద్దను, అధిక ప్రేషము వద్దను ఈ ప్రక్రియ రుగును.

సినోల్ ప్రక్రియ: ఇందు ఋజుశృంఖలములు కల ఆల్క ాల్‌ల, ఓలిఫైన్‌ల మిశ్రమము ఉత్పాదితమగును; ఇనుము పేరకము; తాపక్రమ పరిధి 185 - 225 ; ప్రేషపరిధి 5 - 30 వాతావరణములు.

* ఆక్సో, సినోల్, ఐసోసింథసిస్ ప్రక్రియలు మూడును కొంత వ్యత్యాసముతో కూడిన ఫిషర్ - ట్రాప్స్‌స్క్ ప్రక్రియలే అని చెప్పదగును.

సమసంయోజనము (ఐసోసింథసిస్): శాఖా శృంఖల ములతో కూడిన హైడ్రోకార్బన్‌ల దిగుబడిని అధికము చేయుటకు ఇది ప్రత్యేకముగ అవలంబనీయము. ఆరో మాటిక్‌లను అధికరాశులలో ఉత్పాదించుటకు అనువుగా ఇది ఇటీవల సవరింపబడినది.

ఉదజనీకరణమునకు వలయు ఉపకరణములు: ఉన్నత ప్రేష పాత్రలను ఉపయోగించుటయే ఆధునిక విధానమై ఉన్నది. అందువలన ప్రతిక్రియ జరుగు రేటును పెంచ వచ్చును; అనుబంధ ప్రతిక్రియలను చాలవరకు తగ్గింప వచ్చును; సమతోలన స్థితులను అనుకూలముగ ఉండునట్లు చేయవచ్చును. అల్ప ప్రేష ప్రతిక్రియకు ఆవశ్యకమగు దానికంటె ప్రేష ప్రతిక్రియకు తక్కువ సాధన సామగ్రి చాలును. కాబట్టి, ప్రేష ప్రతిక్రియా పాత్రల నిర్మాణము నకు క్షయన నిరోధకములగు విలువైన ద్రవ్యములను ఉప యోగింప వీలుపడును.

ఉదజనీకరణమునకు వాడబడు ప్రేష పాత్రలు (ఆటో క్లేవ్‌లు) రెండు రకములు: మొదటి రకము పాత్రలలో ఉదజనీకరింపబడవలసిన ద్రవ లేదా ఘన ద్రవ్యములను ప్రేరకముతోను, హైడ్రోజన్‌తోను సన్నిహిత సాంగత్యము పొందునట్లు బాగుగా కలియబెట్టుదురు. రెండవ రకము పాత్రలలో రియాక్టర్, దానిలోని ద్రవ్యములు నిలుకడగా ఉండును. ప్రతిక్రియ జరుగు తాపక్రమము వద్ద బాష్ప ప్రేషము చాలినంతగా ఉండు ద్రవ్యములకు రెండవరకపు ప్రేషపాత్ర ఉపయోగింపబడును.

ధాతు మిశ్రమ ఉక్కులను సర్వసాధారణముగ నిర్మాణ సామగ్రిగ ఉపయోగింతురు. క్షయకర ద్రవ్యములకు దృఢ మయిన స్టెయిన్‌లెస్ స్టీల్‌ను వాడుదురు.

హైడ్రోజనోలిసిస్: ఈ ప్రతిక్రియ పెట్రోలియమ్ శోధన లోను, నేలబొగ్గు ఉదజనీకరణ పరిశ్రమలలోను విస్తార ముగ వినియోగింపబడును. ఇందు జరుగు ప్రతిక్రియలు చాల క్లిష్టములైనవి. ముఖ్యములైన కొన్ని ప్రతిక్రియలు క్రింద పొందుపరుపబడినవి:

కార్బన్ - కార్బన్ శృంఖలా విదళనము: ప్రేరకము సమక్షమున హైడ్రోజన్‌ను చేర్చి వేడిచేసినచో పారఫిన్, ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు వాటి శృంఖలముల నిడుపును, శాఖలను, వలయముల సంఖ్యను పట్టి విదళనము చెందును. విదళనమువలన వర్గములు గాని, అణుఖండ ములు గాని చీలిపోవును లేదా వలయముల నిర్మాణ రచన విరుగును. ఈ ప్రతిక్రియతోపాటు ఐసోమరైజేషన్,

నిరుదజనీకరణము (డి హైడ్రోజనేషన్), సైక్లిజేషన్ వంటి ఇతర ప్రతిక్రియలు కూడ జరుగవచ్చును. ఈ ప్రతిక్రియలు సాంకేతికముగ గొప్ప ప్రాధాన్యము కలవి. పలన, పెట్రోలియమ్ పరిశ్రమలో అవశేషములను ఉదజనీకరణము మొదలగు ప్రక్రియలకు గురి చేసినపుడు ఈ రకపు ప్రతిక్రియలే జరుగవచ్చును. ఉదా: మెతిల్ సైక్లోహెక్సేన్ 290-370°C తాపక్రమము వద్ద నికెల్ సిలికా అల్యూమినా ప్రేరకము సన్నిధిని హైడ్రోజనోలిసిస్ ప్రతిక్రియకు గురియై సాధారణ హెప్టేన్, మెతిల్, మెతిల్ హెక్సేన్ల మిశ్రమును, కొన్ని ఎతిల్ సైక్లిక్ పెంటేన్లను ఇచ్చును.

కార్బన్-ఆక్సిజన్ శృంఖలా విదళనము: ఆల్కహాల్లు, ఈతర్లు, హెటిరో సైక్లిక్ ఆక్సిజనీకృత యౌగికములు ప్రేరకద్రవ్య సమక్షమున హైడ్రోజన్చే విదళింపబడి పెక్కు రకముల ఉత్పన్నములను ఒసగవచ్చును:

$$C_6H_5OH + H_2 \xrightarrow[\text{250°C ఎగువన}]{\text{నికెల్}} C_6H_6 + H_2O$$

పెట్రోలియమ్ శోధన పరిశ్రమలో ప్రేరక విచ్ఛేదనమునకు ముందు ముడి పెట్రోలియమ్నుండి ఫీనిల్లను తొలగించుటకు పై పత్రిక్రియ ఉపకరించును.

కార్బన్ - గంధక శృంఖలా విదళనము: పెట్రోలియమ్ పరిశ్రమలో ప్రేరక విచ్ఛేదనమునకు పూర్వము ముడిపెట్రోలియమ్ ద్రవ్యములనుండి తయోఫీన్లు, మెర్కాప్టన్లు, సల్ఫైడ్లు మొదలగు యౌగికములను తొలగింతురు; ఎందుకనగా, గంధక యౌగికములు ప్రేరకములకు విషములుగా పనిచేయును, దుర్వాసనను కలిగించును, సామగ్రిని క్షయము చేయును. హైడ్రో డై సల్ఫ్యురైజేషన్ అనబడు ఈ ప్రక్రియలో గంధకయౌగికములు హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ (H_2S) రూపమున బహిష్కరింపబడును. ఇతర సంప్రదాయ ప్రక్రియల కంటె ఈ ప్రక్రియ శ్రేష్ఠము అగుటకు అదియే కారణము:

$$R{\cdot}SH + H_2 \longrightarrow RH + H_2S$$

మెర్కాప్టన్

$$C_4H_4S + 4H_2 \longrightarrow C_4H_{10} + H_2S$$

తయోఫీన్

కార్బన్ - నైట్రోజన్ శృంఖలా విదళనము: పై ప్రతిక్రియలవలెనే పెట్రోలియమ్ పరిశ్రమలో వినత్రీజనీకరణ (డినైట్రోజనేషన్) ప్రతిక్రియకూడ ప్రధానమైనది.

$$C_5H_5N + 5H_2 \longrightarrow C_5H_{12} + NH_3$$

పైరిడీన్

ఇందు నైట్రోజన్ యౌగికములు అమోనియా రూపమున తొలగింపబడును. డి. వెం.

ఉపాంగ ఖనిజములు: చూ. శిలా ఖనిజములు.

ఉపోత్పన్నములు: ప్రధాన ఉత్పన్నము అని పరిగణింపబడు ఒకానొక పదార్థమును పారిశ్రామికముగ ఉత్పత్తి చేయునపుడు ఆనుషంగికముగ లభించి, వాణిజ్యపు విలువను కూడ ఆర్జించిన చిల్లర సరకులకు 'ఉపోత్పన్నములు' అని పేరు. ఈ ఉపోత్పన్నములు సాధారణముగ ఆ పరిశ్రమయందైన అదనపు లాభములను అందించుటయే కాక, ఆ పరిశ్రమ దెబ్బతినగల ప్రమాదములను చాలవరకు నివారించి, ఉత్పత్తిదారులకు ఒక విధముగ అభయహస్తమియగలవు. ఒక పరిశ్రమలో తయారగు వేరు వేరు సరకులు పరస్పర నిరపేక్షములైన వేరు వేరు మార్కెట్టులలో అమ్ముడు పోవుట పరిపాటి. కాబట్టి, ఒక సరకునకు దాని మార్కెట్టులో ధర విపరీతముగా పడిపోవుటవలన కలుగు నష్టమును మరియొక సరకును లాభకరముగా విక్రయించి నివారించుకొనవచ్చును లేదా నష్టములను చాలవరకు తగ్గించుకొనవచ్చును. సాధారణముగ పరిశ్రమను ప్రారంభించునపుడు ప్రధాన ఉత్పన్నము అని పరిగణించిన ఒక వస్తువు కాలక్రమమున గౌణ (సెకండరీ) ఉత్పన్నముగా మారవచ్చును; ఇటులనే ఒకనాటి ఉపోత్పన్నము రాను రాను ప్రాముఖ్యమును సంపాదించి ప్రధాన ఉత్పన్నము కావచ్చును. ఈ విధముగ అధిక ప్రాధాన్యమును గడించి, సరిసమానముగ అమ్ముడుపోగల ఉపోత్పన్నములను అన్నిటిని సహ ఉత్పన్నములు అని పేర్కొనుట యుక్తము.

పూర్వము నిరుపయుక్తములని భావించిన పలు వ్యర్థ ద్రవ్యములనుండి లాభదాయకములైన అనేకద్రవ్యములను తయారు చేయుటకు ప్రస్తుతము రాసాయనిక శాస్త్రము ఎంతగనో తోడ్పడుచున్నది. ఒక ద్రవ్యోత్పత్తిలోని పలు ఘట్టములను కూడ నేడు కావలసిన రీతిని నియంత్రించి, వలయు ఉపోత్పన్నములను సాధింప వీలగును. అందువలన ఒక పరిశ్రమయొక్క ఖర్చును, రాబడిని అంచనా వేయుటకు ఉపోత్పన్నముల విక్రయము కూడ ఒక ప్రధానాంశము. పరిశ్రమలోని వివిధ ఉత్పన్నములు పరిమాణములో నేమి, నాణ్యములో నేమి మార్చుటకు వీలుపడని స్థిరనిష్పత్తిలో తయారగునేని, ఆ పరిశ్రమకు అగు ఖర్చును, ఆదాయమును అంచనా వేయుట సులభము. సహ ఉత్పన్నముల వేర్వేరు ఆదాయములను చేర్చినచో మొత్తపు ఆదాయము తేలును. పెట్టుబడిని పెంచుటవలన ఇంచుమించుగ స్థిర నిష్పత్తిలోనే లాభములు కూడ పెరుగును. అయితే, పరిమాణము ప్రమాణము చెడకుండ ఉత్పన్నములు అన్నిటిని సర్వసాధారణముగ సాధింప వీలుపడదు. ఉద్దిష్ట ఉత్పన్నములను

మెరుగు పరచుటకు ఇతరములు కొన్నిటిని ఉపేక్షింపవలసి వచ్చును. ఉదా: ఒకడు గొర్రెలను పెంచునపుడు వాని ప్రధానోద్దేశము మాంస వ్యాపారమో, ఉన్ని వ్యాపారమో లేదా రెండిటి వ్యాపారమో కావచ్చును. మాంసము, ఉన్ని - ఈ రెండిటిలో ఏది వానికి ముఖ్యమో, దానిని బట్టి గొర్రెల పెంపకపు పద్ధతులు కొంతవరకు మారవచ్చును. ఈ పద్ధతులలో కొన్ని చక్కని సర్దుబాటులు చేసినచో రెండు వ్యాపారములలోను ఏది ఎక్కువ లాభకరమో తేలును. అయితే, భారీ ఉత్పత్తి పరిశ్రమల లాభనష్టములను మదింపువేయుట తరుచుగ క్లిష్టతరము. ఉత్పన్నములు సంఖ్యలోను, విలువలోను అత్యధికముగ ఉన్నప్పుడు ఆ పరిశ్రమయొక్క జయాపజయములు తరుచుగా వివిధ ఉత్పన్నముల వెచ్చములను ఉచిత అనుపాతములలో నిర్వహింపగలుగుట మీదనే ఆధారపడి ఉండును.

ఒకప్పుడు ఒక వ్యర్థ ద్రవ్యమును నిల్వయుంచుటకు లేదా విసర్జించుటకు అగు వ్యయము దానిని విక్రయార్హమగు వేరొక వస్తువుగా మార్చుటకు అగు ఖర్చుకన్న హెచ్చు కావచ్చును లేదా దాని విసర్జనము ప్రజారోగ్యమునకు కంటకముగా పరిణమించుటవలన నూతన పద్ధతిలో దానిని విసర్జింపక తప్పదని ప్రభుత్వము నిర్బంధింపవచ్చును. ఉదా: చాకలి సోడాను తయారుచేయు లెబ్లాంక్ పద్ధతిలో ఉప్పుకు సజ్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చేర్చగా లభించిన సాల్ట్ కేక్‌ను బొగ్గు, సున్నముతో సహా తిరుగాడు కొలిమిలో కాల్తురు. తరువాత దానిపై నీరు పారించి, చాకలి సోడా (సోడియమ్ కార్బొనేట్)ను నీటిలో కరగించి, ఆ ద్రావమునుండి దానిని తిరిగి సాధింతురు. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉప్పుతో ప్రతికరించుటవలన తయారగు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ వాయువును ఆదిలో గాలిలోనికి విడిచిపెట్టుచుండెడివారు. దానివలన ప్రజారోగ్యమునకు అపాయము ఏర్పడి, ప్రభుత్వ నిర్బంధమువలన ఉత్పత్తిదారులు ఆ వాయువును గాలిలోనికి వదలక నీటిలో కరగింపవలసిన పరిస్థితి ఏర్పడినది. ఇటుల తయారైన హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్ అమ్మకమువలన లభించిన అదనపు ఆదాయము మూలముననే పాతకాలపు లెబ్లాంక్ పద్ధతి నవీన ప్రక్రియల పోటీకి కొంతకాలము నిలబడగలిగినది; దుస్సహ వ్యర్థ ద్రవ్యము లాభకారిగ పరిణమించినది. అయితే, ఇటీవల అవతరించిన అమోనియా సోడా ప్రక్రియ లెబ్లాంక్ ప్రక్రియను తోసిరాజనినది.

కొన్ని ప్రముఖ ఉపోత్పన్నములు: పైన ప్రస్తావించిన లెబ్లాంక్ సోడా పద్ధతిలో మరియొక వ్యర్థ ద్రవ్యము 'ఆల్కలీ వేస్ట్'. ఇందులో కాల్సియమ్ సల్ఫైడ్ ప్రధాన ఘటకము. దీని నుండి గంధకము ఉపోత్పన్నముగా సంపాదించుచుండెడివారు. రాసాయనిక పరిశ్రమలలో రాసాయనిక ప్రతిక్రియల ఫలితముగ ఏర్పడిన ఉత్పన్నములను అన్నింటిని వినియోగించుకొనుటకు గాని, మార్కెట్టులో విక్రయించుటకు గాని సర్వవిధముల కృషి జరుగును. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి కర్మాగారములలో కాల్చబడిన పైరిటీస్ నుండి రాగి, ఇనుము ధాతువులను సాధించుట పరిపాటి. సబ్బు పరిశ్రమలలో గ్లిసరిన్ తయారగును. సబ్బు పరిశ్రమ దారులే దానిని సంగ్రహించి, శుద్ధి చేసి విక్రయింతురు. పంచదార పరిశ్రమలో ఉపోత్పన్నములుగ బెల్లపు కడుగు నుంచి ఆల్కహాల్ చేకూరును. సారాయి వంటలో యీస్టు అదనముగా దిగుబడి అగును; దానిని రొట్టెల ఉత్పత్తి దారులకు విక్రయింతురు. వాడి విడిచిన మాల్టును పశువుల మేతగా తయారుచేయుదురు. అవిసె నూనె ఫ్యాక్టరీలలో అవిసెగింజలను ఆడగా లభించిన పిండిని కూడ పశువుల మేతగా వినియోగింతురు.

నేలబొగ్గు-కర్బనీకరణ [చూ] ప్రక్రియలో కోల్‌తారు స్వేదనోత్పన్నముల [చూ.] ఉపయోగములు ఉపోత్పన్నముల వినియోగములకు సుప్రసిద్ధ నిదర్శనములు. కోల్ గాస్ ఉత్పత్తికి నేలబొగ్గును కర్బనీకరించుటవలన లభించిన కోకు ఇంధనముగా విక్రయింపబడును; ఆ ప్రక్రియలోనే లభించిన కోల్‌తారునుండి వివిధోపయుక్తములగు పెక్కు ఉత్పన్నములు నేడు తయారగుచున్నవి. కోల్‌తారును ఆంశికముగా స్వేదించినపుడు దానినుండి బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములు విడివడును; అవి పలురకముల రంగుల, మందుల, పరిమళ ద్రవ్యముల, బాష్పశీలములైన బెన్జోల్ ద్రవముల ఉత్పత్తికి ప్రస్థాన ద్రవ్యములు; బెన్జోల్ ద్రవములు ద్రావకములుగ, మోటారుకారు ఇంధనములుగ ఉపకరించును. అమోనియా నీటినుండి అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌ను తయారుచేసి, దానిని ఎరువుగా వాడుదురు. అయితే, ఉపోత్పన్నముగ దాని వినియోగము ఇటీవల విస్తారముగ అమోనియా సంయోజింపబడుట ప్రారంభమైన నాటినుండి చాల వరకు అంతరించినది.

ఇటుల ఆదిలో వ్యర్థములుగ గోచరించినవి కొన్ని అమూల్యములైన ఉపోత్పన్నములుగ మారుటయు, ఒకప్పుడు విలువైనవి కాలక్రమమున పనికిమాలుటయు జరుగవచ్చును. ఇందుకు లెబ్లాంక్ సోడా పద్ధతిలోని ఉపోత్పన్నము హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్ దృష్టాంతమని పైన చెప్పితిమి. మరియొక దృష్టాంతము: విద్యుత్ విశ్లేషణ ప్రక్రియను అనుసరించి- సోడా యౌగికములను ఉత్పత్తి చేయు తొలి రోజులలో క్లోరిన్ ఉపోత్పన్నము ఉత్పత్తి

దారులకు చీకాకు కలిగించినది. కాని, ఆ పరిస్థితి నేడు తారుమారైనది. ఉప్పు నీటిని విద్యుత్ విశ్లేషణమునకు గురిచేసి కాస్టిక్ సోడా [చూ.] ను ఉత్పాదించు కాస్ట్నర్-కెల్నర్ పద్ధతిలో లభించు హైడ్రోజన్, క్లోరీన్ ఉపోత్పన్నములు చాల విలువైనవి. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను, విరంజన చూర్ణము (బ్లీచింగ్ పౌడరు) ను తయారుచేయుటకు వాటిని నేడు విరివిగా వినియోగించుచున్నారు [చూ. విరంజన చూర్ణము].

కొన్ని పరిశ్రమలలో గాలిలోనికిపోవు ఫ్లూ వాయువుల నుండి జెర్మేనియమ్, సెలీనియమ్ మూలద్రవ్యములను రెండిటిని సాధించుట జరుగుచున్నది. కార్బొనేట్ ఖనిజము నుండి జరుగు వెనేడియమ్ ధాతుసాధనలో రేడియమ్, యురేనియమ్ ధాతువులు ఉపోత్పన్నములు. రాగిని, సీసమును విద్యుత్ విశ్లేషణ సహాయమున శుద్ధిచేయుటలో వెండి, బంగారము, ప్లాటినమ్ వంటి అమూల్యధాతువులు సంగ్రహింపబడుచున్నవి. సోడియమ్ కార్బొనేట్ (చాకలి సోడా)ను ఉత్పత్తిచేయు సాల్వే ప్రక్రియలో కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ ఒక ఉపోత్పన్నము. ఫాస్ఫేట్ శిలనుండి ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌ను ఉత్పత్తిచేయు 'డోర్' పద్ధతి వంటి ఏ ఆర్ద్ర ప్రక్రియలోనైన జిప్సమ్ అని పిలువబడు కాల్సియమ్ సల్ఫేట్ ఉపోత్పన్నముగ లభించును. దానిని రాసాయనిక ఎరువుల ఉత్పత్తి యందు, అమోనియమ్ కార్బొనేట్‌ను వినియోగించి అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌ను ఉత్పత్తిచేయుటయందు పూరకము (ఫిల్లరు)గా వాడుదురు. అనేక పారిశ్రామిక ప్రక్రియలలో కాల్సియమ్ సిలికేట్‌తో కూడిన చిట్టెము (స్లాగ్)తయారగుచుండును; అది తరుచుగా రోడ్ల నిర్మాణమున ఉపయోగింపబడును. చక్కెర పదార్థములను పులియపెట్టుట వంటి కిణ్వప్రక్రియ (ఫెర్మెంటేషన్)కు గురిచేసినపుడు ప్రధాన ఉత్పన్నము అగు ఆల్కహాల్‌తో పాటు ఉపోత్పన్నముగ లభించు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను శీతలీకరణ సాధనములలోను, షర్బత్తులలోను వాడుదురు. మురుగు నీటిలోని సల్ఫేట్‌లను సూక్ష్మ క్రిమిచర్యమూలకముగ ఆక్సీహరించి, ఇటీవల గంధకము తయారుచేయబడుచున్నది. ఇది ఉపోత్పన్నముల ఉత్పత్తి వినియోగములకు నవీన దృష్టాంతము.

కె. పి. గో. ర.

ఉష్ణతా వినిమయము: ప్రదాన స్థానము (సోర్స్), ఆదాన స్థానము (సింక్) అని పిలువబడు ఉష్ణ, శీతల వస్తువుల మధ్య జరుగు ఉష్ణతా వినిమయపు రేటును అనుశీలించు విజ్ఞాన శాఖకు 'ఉష్ణతావినిమయము' అని పేరు. కొలిముల, వినిమయకములు, పూర్వతాపకములు, బాష్పీకరణులు, సాంద్రీకారకము (కండెన్సర్)లు, ఆవిరి యంత్రములు, పరమాణు యంత్రములు వంటి వివిధ పరికరముల రూపకల్పన, నిర్మాణము, పనిచేయు తీరులు మొదలగ వాటియందు జరుగు ఉష్ణతా వినిమయమును నియంత్రించు నియమములు మిగుల ప్రధానములు.

ఉష్ణతా వినిమయ యాంత్రిక ప్రక్రియలు: ప్రదాన స్థానమునుండి ఆదాన స్థానమునకు వేడిమిని తరలించుటకు విలక్షణములగు మూడు పద్ధతులు కలవు. అవి వహనము (కండక్షన్) అనగా వేడిమి పారుదల, ప్రాపణము (కన్వెక్షన్) అనగా వేడిమి చేరుదల, వికిరణము (రేడియేషన్) ఇంజనీరింగు ప్రయోగములందు వినియుక్తములగు ప్రకారములు వీటి ఏ రెండింటి లేదా మూడింటి సంయోగములో అయి ఉండును.

వహనము: ద్రవ్యఘటకములగు అణువులు తగినంత చలనము లేకుండ, వస్తు శరీరమందు నెలకొల్పబడు తాపక్రమ భేదము యొక్క ప్రభావముచే ఒక భాగమునుండి వేరొక భాగమునకు జరుగు ఉష్ణత యొక్క సంక్రమణమునకు వహనము అని పేరు. వహనమునందు గతిజ శక్తి (కైనటిక్ ఎనర్జి) ఒక అణువునుండి ప్రక్కనున్న అణువునకు అందించబడును.

ప్రాపణము: ద్రవమును కలియబెట్టుటవలన ద్రవము యొక్క వేడిగానున్న భాగమునుండి చల్లగానున్న భాగమునకు వేడిమి అందించబడుటకు 'ప్రాపణము' అని పేరు. తాపక్రమ భేదము కారణముగ ద్రవభాగములందు జనించు సాంద్రతా భేదముల హేతువుచే ద్రవము చలించును. ఇది సహజ ప్రాపణమునందు సంభవించు ప్రక్రియ. నిర్బంధ ప్రాపణమునందు ద్రవచలనము యాంత్రిక సాధనములచే సంభవింపవచ్చును.

ఒకప్పుడు ఏక కాలమందే వహనము, వికిరణము అను ప్రక్రియలు రెండును జరుగుచు తాప వినిమయమునకు కారణము కావచ్చును.

వికిరణము: ఘనములు, ద్రవములు, వాయువులు విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగ రూపమున వికిరణ శక్తిని విక్షేపించుటయో, విచూషించుటయో చేయగలవు. ఒక వేడివస్తువును ఒక చల్లని వస్తువు యొక్క సమీపమందు ఒకే ఆవరణలో ఉంచినపుడు, ఆ రెండిటి మధ్య తాపశక్తి వినిమయము నిర్విరామముగ జరుగుచుండును. వేడి వస్తువునకు వికిరణమును విచూషించు రేటుకన్న వికిరణమును విక్షేపించు రేటు ఎక్కువ; చల్లని వస్తువునకు విక్షేపించు రేటుకన్న విచూషించు రేటు ఎక్కువ. కొన్ని వాయువులు, ఘనద్రవ్యములు తాపశక్తి విక్షేపించుటకు, విచూషించుటకు కూడ సమర్థములు.

వహనము : మౌలిక సమీకరణము (ఫోరియర్ నియమము) ఒక సజాతీయ ఘటక నిర్మితమగు వస్తువు గుండ ఉష్ణము ప్రవహించునపుడు తాప వినిమయపు రేటు వస్తువు యొక్క పొడవు అంతట నెలకొల్పబడిన తాపక్రమ భేదము, తాపప్రవాహ దిశకు లంబముగా ఉండు వస్తువు యొక్క అడ్డుకోత తలము యొక్క వైశాల్యము అను రెండిటితో కూడిన నిష్పత్తిలో ఉండును. తాప వినిమయపు రేటు వస్తువు యొక్క దళసరికి (అనగా తాప వహన మార్గము యొక్క పొడవునకు) విలోమ నిష్పత్తిలో ఉండును. ఆ నిష్పత్తి సమీకరణమును ఇటుల వ్రాయవచ్చును:

$$q = KA\,\frac{\Delta t}{x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

ఇచట q= తాప వినిమయపు రేటు; A= ఛేద వైశాల్యము; t= వస్తువునందు స్థాపించబడిన తాపక్రమ భేదము; $x=$ వస్తువు దళసరి.

ఒకటవ సమీకరణమును శక్మరూపములోనికి క్రింది విధమున మార్చవచ్చును:

$$q = \frac{\Delta t}{x/KA} = \frac{\Delta t}{R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

రెండవ సమీకరణము విద్యుత్ లేదా జలము ప్రవహించు ప్రక్రియకు అన్వయించు శక్మ సమీకరణమును పోలి ఉన్నది. ఈ సమీకరణము ఒక నియత కాలమందు ప్రవహించు ద్రవ (విద్యుత్) రాశి, ప్రేరక శక్మమునకు అనులోమముగను, ప్రవాహమునకు అడ్డు తగులు నిరోధమునకు ప్రతిలోమముగను మారుచుండునని చూపుచున్నది.

$$\text{ప్రవాహము} = \text{శక్మ/నిరోధము} \quad \ldots\ldots(3)$$

ఒక నిరోధక ద్రవ్యము గుండ ప్రవహించు విద్యుత్ రాశికి అన్వయించు సమీకరణము :

$$I = \frac{E}{R_E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

ఇచట I=నియత కాలములో ప్రవహించు విద్యుత్ రాశి; E=శక్మ భేదము; R_E=నిరోధము.

చదునైన గోడల గుండ జరుగు తాపప్రవాహము : పెక్కు పొరలు కల గోడ గుండ జరుగు తాప స్థిర ప్రవాహము అనగా ఒక కొలిమి, బాయిలర్, అగ్ని పేటిక వీటిలో ఉన్నట్లు మూడు ద్రవ్యముల వరుస కూర్పు గుండ జరుగు ప్రవాహమును క్రింది సమీకరణము తెలియజేయును:

$$q = \frac{\Delta t}{R} = \frac{\Delta t}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$= \frac{\Delta t}{\frac{x_1}{K_1 A} + \frac{x_2}{K_2 A} + \frac{x_3}{K_3 A}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

ప్రాపణము : ప్రాపణ రూప తాప వినిమయము ద్రవము యొక్క స్థాన చలనము వలన జరుగును. పాత్ర యొక్క వేడి తలమునకు దగ్గర ఉన్న శీతల ద్రవము ఉష్ణమును గ్రహించి, తక్కిన ద్రవభాగములకు వేడిమిని అందించును. యాంత్రిక ప్రేరణ రహితముగ జరుగు ప్రాపణ ప్రక్రియకు సహజ ప్రాపణము అని పేరు. కాని, ద్రవమును యంత్రముతో కలియబెట్టినపుడు ప్రేరిత ప్రాపణము కారణముగ తాపవినిమయము సంభవించును. అమలులో ఉన్న ప్రక్రియలలో తప్త లేదా శీతల ద్రవము విసురుతో ప్రవాహ నాళములపై ప్రసరింపజేయుటవలన ద్రవములందు కల్లోలము లేదా సంక్షోభము రేగును. ఇట్టి పరిస్థితులలో ఒక గట్టి గోడగుండ శీతల ద్రవములోనికి వేడిమి ప్రవేశించును.

పొర యనెడి భావము : ఒక స్థిర తలముపై ఒక ద్రవము ప్రవహించునపుడు చలించు ద్రవమునకు, స్థిరతలమునకు మధ్య ఒక పలుచని ద్రవపు పొర స్థిరతలమును అంటిపెట్టుకొని ఉండునని భావించబడుచున్నది. ప్రవహించుచున్న ద్రవమునకు అడ్డు తగులు నిరోధము ఈ పొరచే ఏర్పడును.

ఈ పొరకు అడ్డముగ వినిమయితమగు ఉష్ణరాశి, ఈ పొర వైశాల్యము, ఈ పొర అంతట సంభవించు తాపక్రమ భేదము అను రెండిటిని పట్టి ఉండును. ఈ భూతార్థమును క్రింది సమీకరణము సంగ్రహించుచున్నది:

$$q = hA_F\ \Delta t_F \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

ఇందు h నిష్పత్తి స్థిరాంకము. దీనికి పొర యొక్క ప్రత్యేక ఉష్ణవినిమయ గుణకము అని పేరు. తాప క్రమ భేదము ఒక డిగ్రీ అగు పరిస్థితులలో ఒక చదరపు మీటరు వైశాల్యమున ప్రవహించు ఉష్ణమునకు (కిలో కేలోరీలలో లెక్క పెట్టినపుడు) h యూనిట్‌లు లెక్క తేలును.

మొత్తపు ఉష్ణ వినిమయ గుణకము : కొన్ని ముఖ్య సందర్భములలో ఒక ద్రవమునుండి మధ్యను అడ్డుగానున్న గొట్టపు గోడ గుండ ఇంకొక ద్రవములోనికి వేడిమి ప్రవహించవలెను. ఈ వేడిమి ఒక వరుసలో ఉన్న పలు అడ్డంకుల గుండా ప్రవహించవలెను. అతిక్రమించవలసిన నిరోధములు మూడు: రెండు పొరలు, వీటి మధ్యన ఉన్న గోడ. ఈ మూడును సమర్పించు నిరోధము మొత్తపు నిరోధము. మొత్తము మీద ఉష్ణప్రవాహము, ఉష్ణ వినిమయ తల వైశాల్యము, మొత్తము మీద సంభవించు తాపక్రమ భేదము ఈ రెంటిని బట్టి ఉండును:

$$Q = UA\ (\Delta t)\ \text{మొత్తము} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

ఇచట నిష్పత్తి స్థిరాంకము U మొత్తపు ఉష్ణ వినిమయ గుణకము అని పిలువబడును. U యొక్క వ్యుత్క్రమ సంఖ్య ప్రత్యేక నిరోధముల సంకలిత సంఖ్య.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} + \frac{x_w}{K} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (8)$$

ఇచ్చట h_i, h_o గోడ యొక్క లోపలి, వెలుపలి తలముల ఉష్ణ వినిమయగుణకములు; x_w/K గొట్టము గోడ సమర్పించు నిరోధము.

పొరల ప్రత్యేక గుణక మూల్య నిర్ణయ విధానము: వర్తుల నాళములందు సంభవించు తాప వినిమయమునకు అన్వయించు ప్రత్యేక గుణకముల మూల్య నిర్ణయమునకు క్రింది సమీకరణము ఉపయోగ్యము:

$$h = 0 \cdot 023 \frac{K}{d}\left(\frac{dvp}{\mu}\right)^{0 \cdot 8} \left(\frac{C_p \mu}{X}\right)^{0 \cdot 4} \quad \cdots\cdots\cdots (9)$$

ఇచ్చట d నాళపు నడిమి కొలత, V గొట్టములోని ద్రవ్యము యొక్క ఋజువేగము. P, C_p, μ, K క్రమముగ ద్రవము యొక్క సాంద్రత, విశిష్టోష్ణత, స్నిగ్ధత, తాప వాహకత అను భౌతిక ధర్మములు.

సాధారణ ద్రవముల ప్రవాహ విషయమున రేనాల్డ్ సంఖ్య $\left(\frac{dvp}{\mu}\right)$ 2,100 కన్న ఎక్కువైనపుడు ఈ సమీకరణము నిశితమైన ఫలముల నిచ్చును. అయితే, ఈ సమీకరణమందు వినియోగింపబడు అనేక పదముల మూల్యములు ఒక దానితో ఇంకొకటి పొందిక కలిగి ఉన్న ఏకాంకములలో వ్యక్తపరుపబడవలెను.

కంకణాకారము కల మార్గముల గుండ ద్రవముల సంక్షుబ్ధ ప్రవాహము: కంకణాకార మార్గముల సంభవించు తాప వినిమయము యొక్క ప్రత్యేక గుణకమును మీది సమీకరణమును ఉపయోగించి సమానమైన నడిమి కొలతను గ్రహించి, నిర్ణయించ వచ్చును.

వర్తుల నాళముల లోపల ద్రవముల ఋజు మార్గ ప్రవాహము: వర్తుల నాళముల లోపల ఋజు మార్గ ద్రవ ప్రవాహమునకు రేనాల్డ్ సంఖ్య 2,100 కు తక్కువైన పరిస్థితులలో క్రింది సమీకరణమును ఉపయోగించవచ్చును:

$$h = 1 \cdot 75 \frac{K}{d}\left(\frac{w\ Cp}{K\ L}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \cdots\cdots\cdots (10)$$

ఇచట w=ప్రవాహపు బరువు రేటు; L=గొట్టము పొడవు.

ద్రవ ధాతువులు: సోడియమ్, పొటాసియమ్, పాదరసము, బిస్మత్తు మొదలగు ద్రవ ధాతువులకు తక్కిన వాటికి లేని తాప వినిమయమునకు అనుగుణమగు కొన్ని విశిష్ట లక్షణములు కలవు.

ద్రవ ధాతువుల తాపవాహకత ఇతర ద్రవముల వాటి కన్న చాల ఎక్కువ; అందుచే వాటి ప్రాంటిల్ సంఖ్య $\left(\frac{Cp\ w}{K}\right)$ చాల స్వల్పము. అది 0.005-0.03 శ్రేణిలో ఉండును. ద్రవధాతువుల అత్యున్నత తాప వాహకత కారణమున వాటి తాపవాహకతా ప్రాపణములలో వాహకతదే పై చేయి.

సహజ ప్రాపణము: తప్తతలము ఒకటి పరిసర శీతల ద్రవముచే ఆవరింపబడిన పరిస్థితులలో ఆ తలమును సాక్షాత్తుగ అంటిపెట్టుకొని ఉన్న ద్రవము పైకిలేచుటకు ఉంకించును. ఏలన, దాని సాంద్రత తగ్గి దాని స్థానములో శీతల ద్రవము ప్రవేశించును. తాపక్రమ భేదము కారణముగ సంభవించు సాంద్రతా భేదములకు సహజ ప్రాపణమని పేరు. ద్రవ ప్రసరణ వేగము, సాంద్రతా భేదములను పట్టి-ముఖ్యముగ ద్రవము యొక్క జ్యామితీయ ఆకారమును పట్టి-ఉండును.

మరుగు ద్రవములు: తప్తతలమునకు సమీపమున ఉన్న ద్రవము కొంత ఆవిరిగా మారుటకు అవకాశము ఉండునట్లు శీఘ్రగతిని వేడిమిని అందించిన ఎడల ద్రవము మరుగును. ఆవిరి బుడగలు జనించి ద్రవము గుండ పైకి లేచును. ఈ దృశ్య ప్రక్రియను ‘ మరుగుట ’ అని అందురు.

తాపోత్పత్తి స్థానము, వేడెక్కుచున్న ద్రవము - వీటి మధ్య తాపక్రమ భేదమును ఎక్కువ చేసినకొలది మరుగుదల ఎక్కువ తీవ్రమగును. ఈ తాపక్రమ భేదము తగినంత పరిమాణమునకు పెరిగినపుడు తాపోత్పత్తి స్థానము యొక్క ఉపరితలము ఒక ఆవిరి పొరచే కప్పబడును. ఫలక తాపక్రమము 110°C కి తగ్గించినపుడు జలబిందువు ఫలకమును తడుపును. అందువలన అధిక తాపక్రమము వద్ద కన్న న్యూన తాపక్రమము వద్ద నీరు ఎక్కువ శీఘ్రముగా ఆవిరిగా మారును.

ఏ తాపక్రమ భేదమునకు పైన ప్రత్యేక తాప వినిమయ గుణకము పొరవలన కలిగిన నిరోధముచే తగ్గుటకు ప్రారంభించునో, ఆ తాపక్రమ భేదమునకు ‘చరమ (క్రిటికల్) తాపక్రమ భేదము’ అని పేరు. మరుగుచున్న నీటికి చరమ తాపక్రమ భేదము దరిదాపు 25°C ఉండును.

సాంద్రీకరణము: సంతృప్త తాపక్రమముకన్న తక్కువ తాపక్రమములో ఉన్న గోడలు గల పాత్రలో నీటి ఆవిరిని సంతృప్తస్థితిలో ఉంచిన ఎడల, నీటి ఆవిరి రెండు సంపూర్ణముగ భిన్నములగు రూపముల ద్రవీభవించును. అందొకటి పొరమాదిరి సాంద్రీభవనము అనగా ద్రవీభవించు తలముపై ఆవిరి నిబిడమైన పొరగా ఏర్పడును. రెండవది: బిందురూప సాంద్రీభవనము ఈ పక్షమందు ద్రవీభూతమైన ఆవిరి తలమును తడపదు; దానిపై బిందువుల రూపమున

ప్రోగగును. ఈ బిందువులు కొంత పరిమాణమునకు పెరిగి ద్రవీభవనతలమునుండి దిగజారిపోవును. ఇట్టిస్థితిలో ద్రవీభవనతలము బిందు రహితము అగును. ఆ తలముపై బిందువులు నూతనముగ ఏర్పడుటకు మరల ప్రారంభించును. ఇట్లు ద్రవము ఉన్నంతవరకు పర్యాయక్రమమున ఈ ప్రక్రియ జరుగుచుండును.

పొరమాదిరి సాంద్రీకరణమందు కన్న, బిందు రూప సాంద్రీకరణమునకు తాప వినిమయ గుణకము నాలుగు నుండి, ఎనిమిదిరెట్ల వరకు ఎక్కువగా ఉండును. ఇట్టి పొరమాదిరి సాంద్రీభవనమునకు గాని, బిందురూప సాంద్రీభవనమునకు గాని కల కారణములు తెలియవనియే చెప్ప వలెను. సాధారణముగ నున్నటి నిర్మల తలములు పొర మాదిరి సాంద్రీభవనమునకు ఎక్కువ అవకాశము ఇచ్చును అని చెప్ప వచ్చును. సాంద్రీభవనము బిందురూపమైనచో పొరకు సంబంధించిన తాప వినిమయ గుణకమును ముందుగా చెప్పుటకు తెలిసిన పద్ధతులు లేవు. కాని, పొర మాదిరి సాంద్రీభవనమునకు సంబంధించిన గుణకమును నిర్ణయించుటకు నుస్సెల్ట్ సాధించిన ఈ సమీకరణమును ఉపయోగించవచ్చును.

వికిరణము : వికిరణ ఫలముగ తాప వినిమయము సాధారణముగ వహన, ప్రాపణ ప్రక్రియలతో బాటు జరుగుచుండును. తక్కిన రెండు విధములగు తాప వినిమయముతో సరిపోల్చి చూచినచో వికిరణ ప్రక్రియ యందు సంభవించు తావవినిమయము శక్తిని విక్షేపించు వస్తువు యొక్క తాపక్రమోన్నతి పట్టి ఉండును. తాప క్రమము ఎక్కువగు కొలది, వికిరణ ప్రక్రియ ప్రాధాన్యమును వహించుచుండును.

వికిరణ రూపమున తాపము యొక్క వినిమయమునకు యానక ద్రవ్యము అక్కరలేదు. అది విక్షేపక వస్తువునుండి విద్యుత్ అయస్కాంతతరంగ రూపమున ప్రసరించును. సాధారణ తాపక్రమములందు గాలి పొరలగుండ వికిరణము ఎట్లు ప్రసరించునో అట్టి విధముగనే నిర్వాతావకాశమందు కూడ ప్రసరించును.

కృష్ణవస్తు వికిరణము : ఒక నియత తాపక్రమము వద్ద గరిష్ఠ సాధ్యరాశి తావశక్తిని విక్షేపించు వస్తువునకు 'కృష్ణ వస్తు'వని పేరు [చూ. సం. 2-పు. 47]. ప్రకృతిలో సంపూర్ణ కృష్ణ వస్తువనునదిలేదు. అయినను, కృష్ణవస్తు భావము చాల ఉపయోగ్యము. ఏలన, దాని వికిరణమును నియంత్రించు నియమములు చాల సరళములు. అదియునుగాక, కృష్ణ తలము తప్ప మరియే ఇతర తలము ఎక్కువ శక్తిని వికిరింపనేరదని నిరూపించవచ్చును.

ఒక యూనిట్ వైశాల్యము గల కృష్ణ వస్తువు వికిరించు మొత్తపు శక్తి దాని పరమ తాపక్రమము 4 వ ఘాతమునకు అనులోమముగ మారుచుండును.

$$q = \sigma A T^4 \quad \ldots\ldots (11)$$

ఇచట q=ఒక సెకనుకు వికరింపబడు శక్తి; A=విక్షేప తల వైశాల్యము; T=పరమ తాపక్రమము; σ= స్టిఫాన్ - బోల్ట్‌జ్‌మన్ స్థిరాంకము.

వాస్తవిక వస్తువు ఏదియు కృష్ణ వస్తువంత శక్తిని వికిరించ లేదు. వాస్తవ వస్తువు యొక్క వికిరణము క్రింది సమీకరణముచే తెలుపవచ్చును:

$$q = \epsilon \, \sigma A T^4 \quad \ldots\ldots (12)$$

ఇచట ε=వస్తువుయొక్క విక్షేపకత లేదా విక్షేపకతా సామర్థ్యము, వికిరణ సామర్థ్యము ఎప్పుడును ఒకటి కన్న తక్కువైన భిన్నాంకము; ఏలన ఇది సాపేక్ష సంఖ్య. అనగా ఆ వస్తువు వికిరించు శక్తి, ఆ తాపక్రమము వద్దనే కృష్ణ వస్తువు వికిరించు శక్తిలో ఎన్నోవ భాగమో తెలుపును గనుక, భిన్నాంక మగును.

వికిరణ శక్తి, విచూషణము: తక్కిన వాటికి సాపేక్షముగ శీతలస్థితిలో ఉన్న వస్తువుపై బడు వికిరణ శక్తిలో ఒక భాగము విచూషించ బడును; ఒక భాగము పరావర్తితము అగును; మిగిలిన భాగము పారప్రేషితము అగును. కాని, వ్యవహారమందు గోచరించు వికిరణమును చొరనీయని ఘన వస్తువులు అనేకములు చాల స్వల్ప భాగము శక్తినే తమ గుండ పోనీయగలవు. ఒక వస్తువుపై పడిన వికిరణ శక్తిలో విచూషించబడిన భాగమునకు a అను గురుతు ఉంచబడినది. దీనికి విచూషకతా సామర్థ్యము అని పేరు. ఇది ఎప్పుడును ఒకటి కన్న తక్కువ విలువ కలిగి ఉండును. అనగా, అది భిన్నాంకము. ఏ వస్తువునకైన పరావర్తిత, విచూషిత, ప్రేషిత శక్త్యంశముల సంకలిత రాశి వస్తువుపై బడిన మొత్తపు శక్తి రాశికి సమానము.

ఒక నియత తాపక్రమము వద్ద ఒక ద్రవ్యము యొక్క విచూషకత ఆ తాపక్రమము వద్దనే దాని వికిరణ సామర్థ్యమునకు సమానముగ ఉండునని కిర్కాఫ్ నియమము చెప్పుచున్నది. అనగా $\epsilon = a$.

ఒక కృష్ణవస్తువు విషయములో $\epsilon - a = 1$. అందువలన కృష్ణవస్తువు తనపై బడిన వికిరణము నంతను కబళించును. ఇది కృష్ణవస్తువు యొక్క విశిష్టలక్షణమని ఇదివరకే చెప్పి ఉంటిమి.

ఒక నియత తలము యొక్క విచూషకతా మూల్యము వికిరణ తరంగముల పొడవును పట్టి ఉండును. ఒక నిర్దిష్ట తాపక్రమము వద్ద ఏ వస్తువు యొక్క విచూషకత అన్ని

తరంగ దైర్ఘ్యములకు సమానముగనే ఉండునో అట్టి వస్తువునకు ధూసర వస్తువని పేరు.

సమతలముల మధ్య వికిరణము: ఒక ఆవరణలో ఉంచబడిన రెండు భిన్నతలముల మధ్య జరుగు వికిరణ వినిమయమును గురించి రెండు విషయములను ఆలోచన లోనికి తీసికొనిరావలయును: 1. ఆ తలముల పరస్పరాభిముఖ ఆకారములు; 2. వాటి వికిరణ, విచూషణ లక్షణములు.

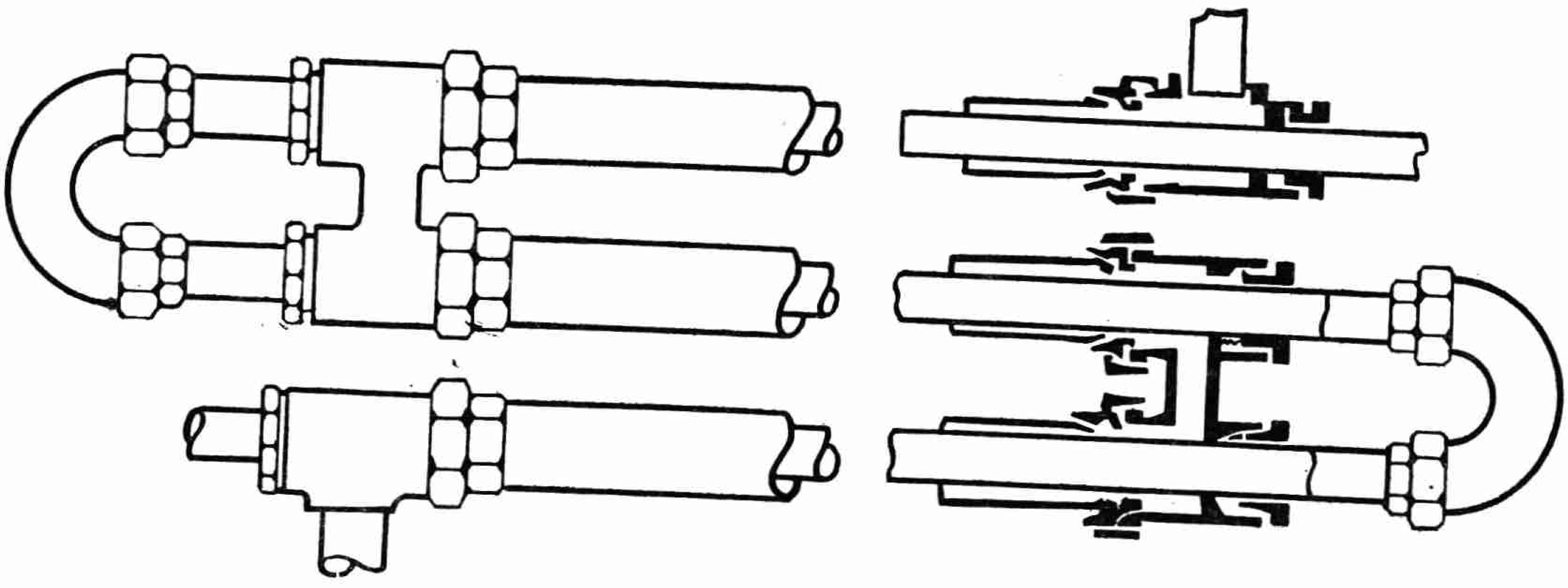
తాప సంక్రమణ పరికరము: మామూలు రాసాయనిక యంత్ర పరికరములందు తారసిల్లెడు శీతలీకరణ, తాపన సమస్యలలో ఒక ధాతు కుడ్యముగుండ ఒక ద్రవము నుండి ఇంకొక ద్రవమునకు వేడిమిని సంక్రమింపజేయుట చాల ముఖ్యమైనది. ప్రక్రియలో అది నిర్వహించవలసిన కార్యమును బట్టి తాప వినిమయ పరికర నిర్మాణము నిర్ణయింపబడును. రెండు ప్రవాహముల మధ్య తాప వినిమయకములు వేడిమిని పునస్సంగ్రహించును. ప్రక్రియలోని ద్రవములను వేడి చేయుటకై తాపక్రమములను ఉపయోగింతురు. ఇందుకు నీటి అవిరి సాధారణముగ వాడుకలో ఉన్నది. ప్రక్రియలో ద్రవములను

తాప వినిమయకములు: తాపకములు, తాప వినిమయకములు అను శబ్దములు సమానార్థకములుగ ప్రయోగింపబడుచున్నవి. కాని, రెండవ శబ్దము ఒక ద్రవము నుండి వేరొక దానికి తాపమును అందజేయు ప్రక్రియకు తరుచుగ వాడుకలో ఉన్నది.

ద్వినాళికా తాప వినిమయకములు: మొత్తపు తాప వినిమయక తలము కొంచెమైనపుడు అనగా 10-12 చ.మీ. గాని, అంతకన్న తక్కువ గాని వైశాల్యమును కలిగి ఉన్నప్పుడు ఈ ద్వినాళికా తాప వినిమయకము మిక్కిలి ఉపయోగ్యమైనది. చిత్రము-1 లో దీని సరళరూపమును కనపరచుచున్నది.

ఒక ద్రవము ఒక నాళము గుండ ప్రవహించుచుండ, రెండవ ద్రవము మొదటి నాళముపై అమర్చబడిన రెండవ నాళమునకు, లోపలి నాళమునకు మధ్య ఉన్న అంతరాళములో పారుచుండునట్లు అమర్చిన పరికరము ఈ ద్వినాళికా తాప వినిమయకము. ఇట్టి జతలను ఎన్నిటినైన ఒక దాని ప్రక్క ఇంకొకదానిని నిలబెట్టి అమర్చవచ్చును.

ఈ పరికరము చాల సరళమైనది. అందుచే గొట్టములతో పనిచేయు ఏ పనివాడైనను దీనిని కూర్చగలడు.



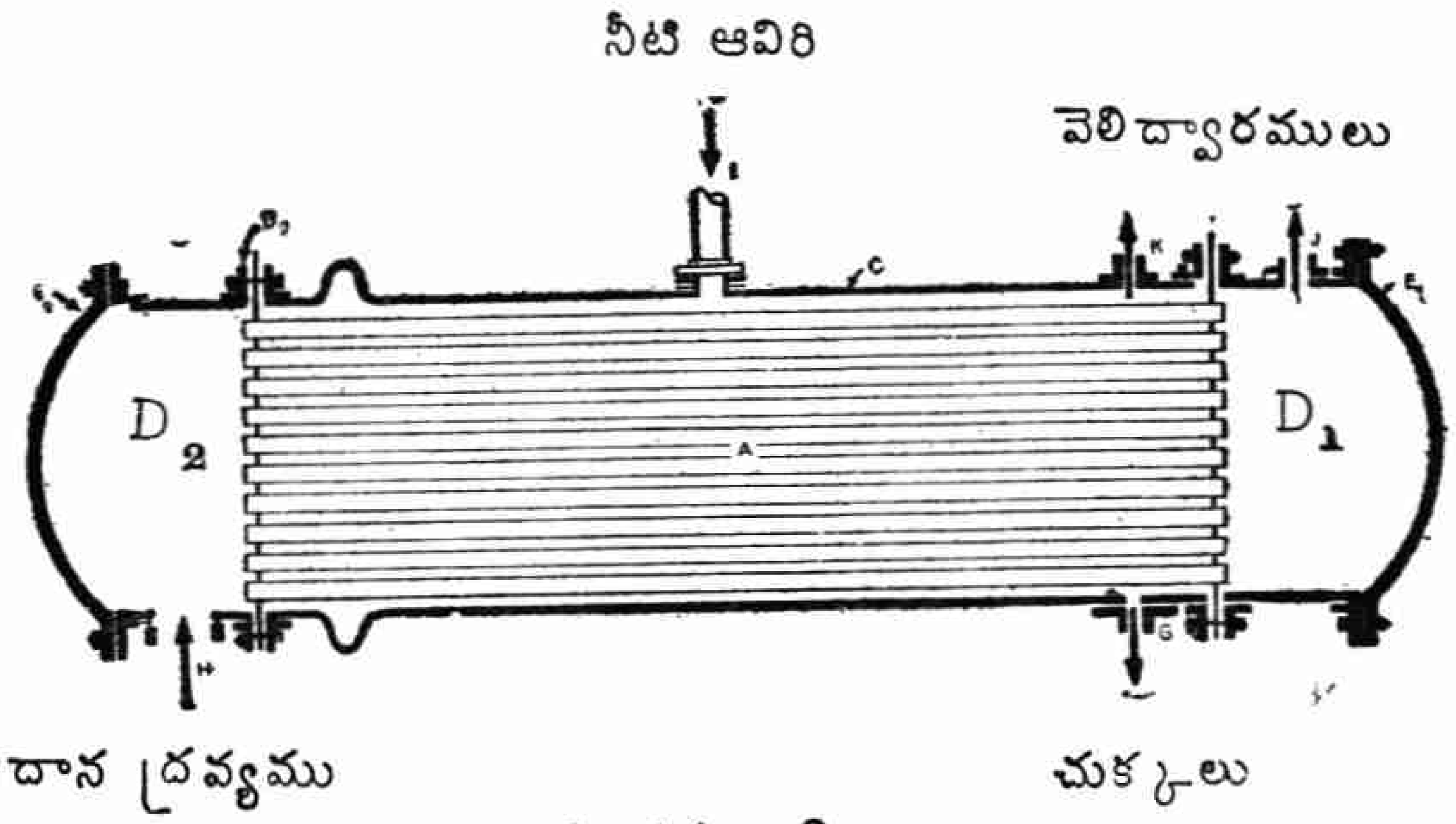
చిత్రము - 1
ద్వినాళికా తాప వినిమయకములు

చల్లార్చుటకు శీతకములు వాడుదురు. ఇచటను నీరే ముఖ్య ద్రవము. సాంద్రీకారకములు, శైత్య సమర్పకములు - వీటి ముఖ్య ప్రవృత్తి బాష్పముల గుప్తోష్ణతను విచూషించి వాటిని ద్రవములుగా మార్చుట. జల బాష్పీకరణులు నీటిని ఆవిరిగా మార్చి, మిగిలిన ద్రవ్యము యొక్క సాంద్రతను ఎక్కువ జేయుటయందు ఉపయోగించును. నీటి కంటె ఇతర ద్రవము బాష్పీకరించబడు పరిస్థితిలో పరికరమునకు 'బాష్పీకరణి' అని పేరు.

దీనిని తయారు చేయుటకు అగు ఖర్చు కూడ చాల తక్కువ.

నాళ తాప వినిమయకములు: ఇవి తాప వినిమయకములలో కెల్ల మిక్కిలి ప్రధానములు. ఈ పద్ధతిని కర్పరనాళ (షెల్ ట్యూబ్) పద్ధతి అని తరుచుగ వ్యవహరింతురు. విపులమైన తాప వినిమయతలములు ఆవశ్యకమైనపుడు ఈ కర్పర నాళ పరికరమును వాడుదురు. దీని నమూనా ఒకటి ప్రక్క పుటలోని చిత్రము-2 నందు చూపబడినది.

ఒకదానికి ఇంకొకటి సమానాంతరముగ అమర్చబడిన గొట్టముల కట్ట (A) దీని ప్రధానాంగము. ఈ కట్టకు రెండు



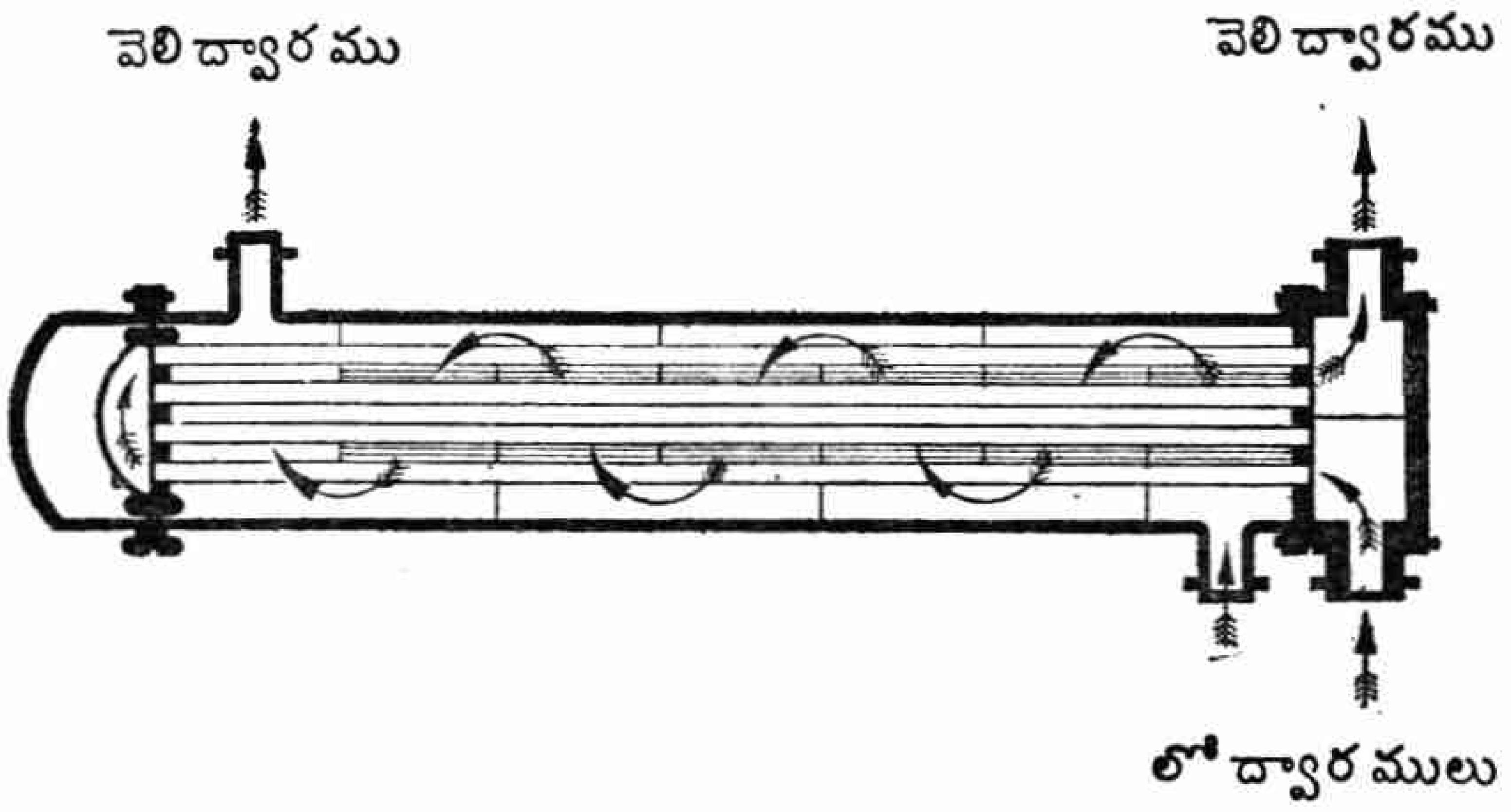
చిత్రము - 2
ఏక మార్గ నాళ తాపకము

చివరలకు గొట్టపు ఫలకములు B_1, B_2 అనునవి రెండు అమర్చబడి ఉన్నవి. ఈ గొట్టముల కట్ట C అను స్థూపాకారము గల ఆవరణలో అమర్చబడినది. ఈ గొట్టముల కట్టకు మరల ప్రతి కొనకును రెండు పంపకపు గదులు (D_1, D_2) కలిసి ఉండును. F అను సంధాన నాళము ద్వారా నీటి ఆవిరి గాని, ఇతర ద్రవముల బాష్పము గాని గొట్టముల చుట్టు ఉన్న అవకాశములోనికి ప్రవేశ పెట్టబడును. ద్రవీభూత బాష్పము G వద్ద వెలుపలికి వెడలును. ద్రవముగా మారని వాయువులు బాష్పముతో కూడ K వద్ద తొలగించబడును. అతి విశాలమైన తాపక తలము చిన్నదిగా ఇమిడి ఉండుటయే ఈ నిర్మాణము యొక్క సౌకర్యముగా చెప్పవచ్చును.

ఇట్టి మాదిరి తాపకమందు మిక్కిలి విశాలమైన తాపక తలము ఇమిడి ఉండుట వలన నాళముల ఛేద వైశాల్యము పెద్దదగుటచే, నాళముల గుండ ద్రవ ప్రవాహగతి చాల మందముగ సాగును. బహుళ మార్గతాపకమును ఉపయోగించి ప్రవాహ గతిని, దాని మూలకముగ తాప వినిమయ గుణకమును మరింత వృద్ధిచేయవచ్చును. పంపకపు గదులలో అడ్డు పలకలు అమర్చుట ద్వారా ద్రవప్రవాహ మార్గమును మళ్లించవచ్చును. అందువలన ద్రవము ఏవో కొన్ని గొట్టములనే ప్రవేశించి, పైకి నెట్టబడుటకు ముందు అనేక పర్యాయములు ముందుకు, వెనుకకు తాపకమందు పారాడుచుండును.

కాని, ఇట్టి బహు మార్గ తాప వినిమయకములకు కొన్ని అవలక్షణములు కూడ కలవు. అందు మొదటిది తాపక నిర్మాణము కొంచెము క్లిష్టమగుట; రెండవది ద్రవప్రసరణ సంఘర్షణ ఎక్కువగుట. శక్తిని ఉపయోగించి పంపు చేయుటకు అగు ఎక్కువ ధన నష్టమును పరికర నిర్మాణము యొక్క ఖర్చు తగ్గించుటవలన కూడదీయ వచ్చును.

తాపకముల విషయములో తాపక తలము యొక్క ప్రసరించు ప్రక్కను, పొరగుణకము సాధారణముగ ద్రవము ప్రవహించు ప్రక్క పొరగుణకము కన్నను చాల ఎక్కువగ ఉండును. అందువలన మొత్తపు తాపవినిమయ గుణకమును వృద్ధిచేయుటకు నేడు ద్రవ వేగమును ఎక్కువ చేయుట పరిపాటియైనది. ఒక ద్రవము నుండి ఇంకొక ద్రవమునకు గాని లేదా ఒక వాయువునుండి ఇంకొక వాయువునకు గాని తాపమును మార్చవలసి వచ్చినప్పుడు గొట్టమునకు వెలుపల, లోపల గోచరించు పొర గుణకములు రెండును సమాన పరిమాణములోనే ఉండును. అందువలన, ఇట్టి తాప వినిమయకములలో గొట్టము లోపల, వెలుపల గూడ ద్రవ చలన వేగమును ఎక్కువ చేయుట ఆవశ్యకము. వ్యవహారమందు తారసిల్లు అసౌకర్యముల కారణమున గొట్టములపై ఉన్న ప్రవాహ మార్గ ఛేద వైశాల్యము గొట్టములోపలి దానికన్నను జాస్తిగా ఉండుటవలన గొట్టములకు వెలుపల ద్రవము యొక్క వేగము తక్కువ. ఈ పరిస్థితికి పరిహారముగ, ప్రవాహ మార్గమును పొడిగించుటకు, ద్రవ మార్గపు ఛేద వైశాల్యమును తగ్గించుటకు, తాప వినిమయ గుణకమును అనుగుణముగ ఎక్కువ చేయుటకు బద్దలు పెట్టుదురు. అట్టి నిర్మాణము చిత్రము-3 లో కననగును.



చిత్రము - 3

చేప రెక్కలవంటి గొట్టములు: లోపల గొట్టములో ప్రవహించు చున్న నీటి ఆవిరి సహాయమున గొట్టములకు చుట్టును ఉన్న గాలిని వేడెక్కించుటకు ఉపయోగించు తాప వినిమయకము యొక్క ప్రవృత్తిని విచారింతము. ఆవిరి వైపున గుణకము చాల ఎక్కువగ ఉండును. గాలి ప్రక్కది మిక్కిలి తక్కువగ ఉండును. అందువలన మొత్తపు గుణకము గాలి ప్రక్కనున్న దానికి ఇంచుమించు సమానమగును. ఈ సన్నివేశమందు అతిశయిత తాపక సామర్థ్యమును సాధించుటకు పెద్ద పెద్ద ధాతు ఫలకములు ఉంచవలెను. దానికిగాను అనేక విధములగు విస్తృత తలములు వాడుకలో కలవు.

కె. సు. రా.

ఉష్ణయంత్రములు : ఇంధన దహనము వలన గాని, మరొక ఆధారము నుండి గాని ఉష్ణశక్తిని గ్రహించి, దానిని యాంత్రికపు పని (మెకానికల్ వర్క్) గా మార్చ గల ఏరకపు ఇంజనునకు గాని, యంత్రమునకు గాని 'ఉష్ణ యంత్రము' అనిపేరు. శక్తి శాస్త్రు (తెర్మోడైనమిక్స్) రీత్యా ఒక పని ఒక ఆవృత్తి (సైకిల్) లో నెరవేరవలెనన్న ఉష్ణోత్పత్తికి ఒక ప్రదానస్థానము, ఉష్ణవిసర్జనమునకు ఒక ఆదానస్థానము, కార్యకరణమునకు ఒక ద్రవయానకము, ఉష్ణ శక్తిని పనిగా మార్చుటకు ఒక యాంత్రిక సాధనము అవసరము. ఉష్ణయంత్రములలో ఉష్ణమును విడుదలచేయు రాసాయనిక ప్రతిక్రియయే ఉష్ణోత్పత్తికి ప్రదానస్థానము. ఆధునిక యంత్రములలో హైడ్రో కార్బన్ ఇంధనముల ఆక్సీకరణమే సర్వసాధారణముగ జరుగు రాసాయనిక ప్రతిక్రియ.

ప్రతి ఉష్ణయంత్ర ఆవృత్తిలోను కార్య కరణ ద్రవ యానకము మొదట సంపీడనము (కంప్రెషన్) నకు గురి చేయబడి, తరువాత వేడిచేయబడును. అందువలన ఆ ద్రవము వ్యాకోచించి, ఉపయుక్తమగు పనిని నెరవేర్చి, ద్రవసంపీడన మునకు వలయు శక్తిని సరఫరాచేయును. ఉష్ణయంత్ర ములు సాధారణముగ నాలుగు ఆవృత్తులలో పనిచేయును.

స్థిర ఆయతన ఆవృత్తి (ఓటో ఆవృత్తి): ఇది కార్య కరణ ద్రవము సంపీడనమునకు గురి అగుట; స్థిర ఆయత నము వద్ద అది వేడిచేయబడుట; స్థిర ఆయతనము వద్దనే ద్రవ వ్యాకోచనము, ఉష్ణ విసర్జనము జరుగుట అను పనులతో కూడిన ఆవృత్తి.

స్థిర ప్రేష ఆవృత్తి (డీసెల్ ఆవృత్తి): ఇది ద్రవ సంపీడనము; స్థిర ప్రేషమువద్ద ద్రవమును వేడిచేయుట; స్థిర ఆయతనము వద్ద ద్రవ వ్యాకోచనము; ఉష్ణ విసర్జనము జరుగుట అను పనులతో కూడిన ఆవృత్తి.

బ్రేటన్ ఆవృత్తి : పై ఆవృత్తికి దీనికి గల తార తమ్యము ఏమనగా ద్రవ వ్యాకోచనము, ఉష్ణ విసర్జనము స్థిర ఆయతనము వద్ద గాక స్థిర ప్రేషము వద్ద జరుగును. జెట్ ఇంజనులు ఈ ఆవృత్తిలో పనిచేయును. [చూ. జెట్ ఇంజనులు].

రాంకినీ ఆవృత్తి: ఇది కార్యకరణ ద్రవము స్థిర ఆయతనము వద్ద సంపీడనమునకు గుంచేయబడుట; ఆ ద్రవ మును స్థిరప్రేషము వద్ద వేడిచేసి, దానిని పూర్తిగ వాయు రూపమునకు మార్చుట; ఆ వాయువును మరల మిక్కిలిగ వేడిచేయుట; స్థిరప్రేషము వద్ద ఉష్ణ విసర్జనము జరుగుట అను పనులతో కూడిన ఆవృత్తి. ఆవిరి ఇంజనులు ఈ ఆవృత్తిని అనుసరించి పనిచేయును.

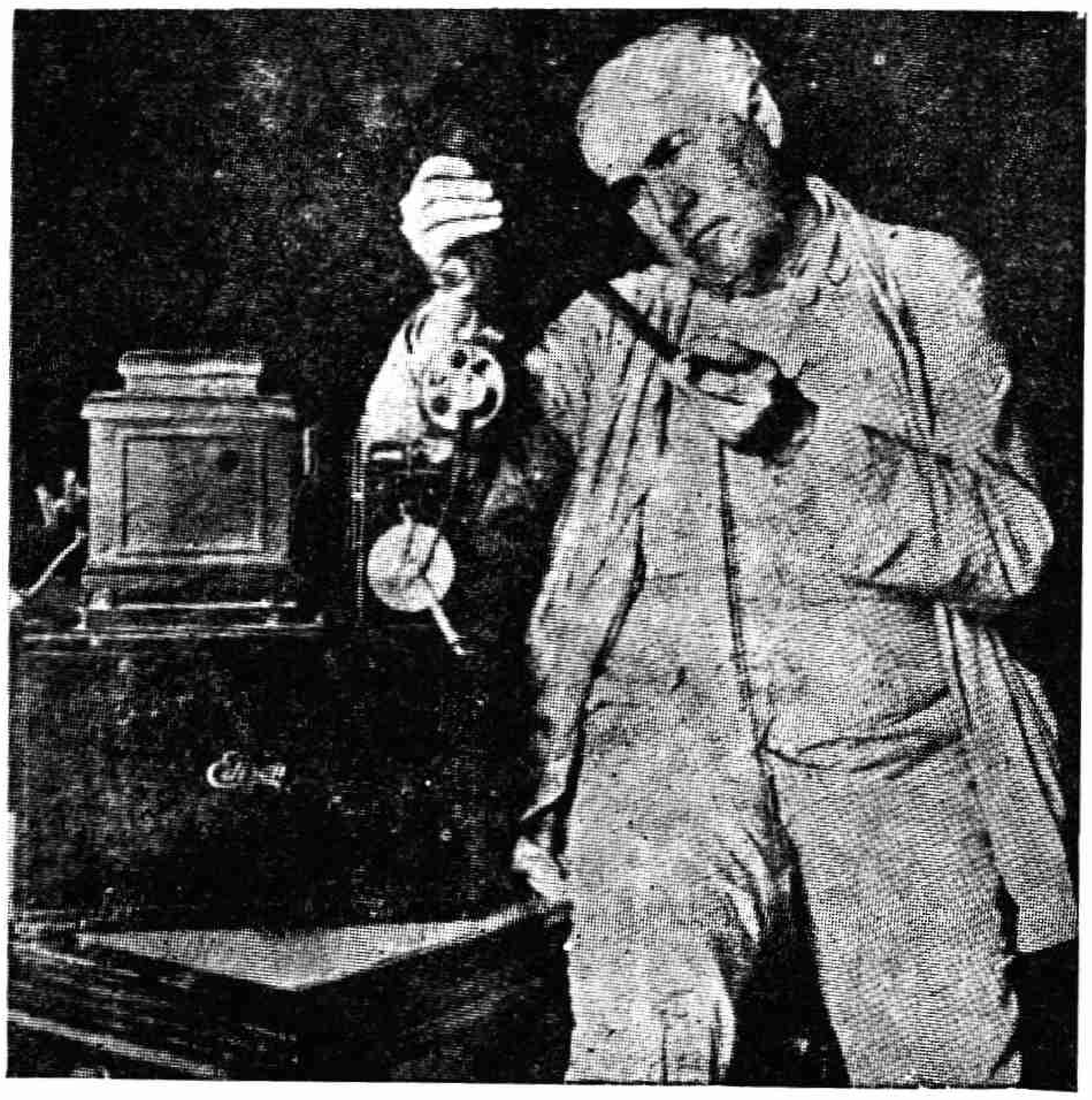
ఉష్ణ యంత్రములను అంతర్దహన ఇంజనులు, బహిర్ద హన ఇంజనులు అని స్థూలముగ వింగడింప వచ్చును [చూ. పు. 152; టర్బయిను]. వి. పాం.

ఎడిసన్, తామస్ ఆల్వా (1847-1931) : విద్యుత్ పరిశ్రమ రంగమున 'మాంత్రికుడు' అని లబ్ధప్రతిష్ఠుడైన అమెరికన్ సాంకేతిక విజ్ఞాని, నవీన సాంకేతిక శాస్త్ర యుగ కర్త, గొప్ప ప్రతిభ కల మేధావి. నూతన నిర్మాణ ములు ఈయన చేసినన్ని ఇంకెవరును చేయలేదు. జన్మ స్థలము మిలాన్ (ఓహియో). ఈయన తన 7 వ ఏట పాఠశాలలో చేరి, ఉపాధ్యాయులు తన్ను 'మొద్దబ్బాయి' అని నిందించుటచే మూడు నెలల తరువాత పాఠశాల చదు వుకు స్వస్తి చెప్పి, తన తల్లి వద్దనే విద్యను అభ్యసించెను. చిన్నతనమునుండి ప్రయోగములు చేయుటయన్న, నూతన వస్తు నిర్మాణమన్న ఈయన చెవికోసికొనుచుండెడివాడు. సొంత ముద్రణ యంత్రమును నెలకొల్పి, కొంతకాలము ఒక పత్రికను నడపెను. 15 ఏండ్లప్రాయమున ఎడిసన్ ఒక టెలిగ్రాఫ్ ఆపరేటర్ బిడ్డను రైలు ప్రమాదము నుండి రక్షించెను. దానికి ప్రత్యుపకారముగా అతడు ఎడిసన్‌కు టెలిగ్రాఫ్ వృత్తిలో శిక్షణ ఇచ్చెను. అందువలన అతడు 5 ఏండ్లపాటు యునైటెడ్ స్టేట్స్, కెనడా ప్రధాన నగర ముల మధ్య పర్యటించుచు టెలిగ్రాఫ్ ఆపరేటర్‌గా పని చేసెను. తీరిక వేళలలో తన ప్రయోగములను కొన సాగించుచుండెను.

బోస్టన్‌లో పనిచేయుచు ఎడిసన్ 1868 లో తాను మొదట పేటెంటు పొందిన ఓట్లను రికార్డుచేయు విద్యుత్ యంత్రమును తయారుచేసెను. అయితే, అప్పుడు దాని విలువను గుర్తించినవారు లేకపోయిరి. కావున, అప్పటి నుండి ఆయన ప్రజలు ఆమోదించు నిర్మాణములను మాత్రమే తయారు చేయుటకు సంకల్పించుకొనెను. 1869 లో న్యూయార్కుకు వెళ్ళి ఎడిసన్ అచట ఒక కంపె నీలో ఒక విద్యుత్ యంత్రము - బ్రోకరులకు బంగారపు తాజా ధరలను తంతిమూలమున తెలియపరచునది — చెడి పోగా దానిని వెంటనే బాగు చేసెను. ఈ యాదృచ్ఛిక సంఘటనవలన అతనికి ఆ కంపెనీలో ఉద్యోగము లభింపగా, నాటినుండి అందులో పనిచేయుచు, ఆ కాలముననే 'స్టాక్ టికర్' యంత్రమును నిర్మించెను. దాని పేటెంటును 40 వేల డాలర్లకు అమ్మి తన 22 వ ఏట న్యూయార్కులో ఒక చిన్నతరహా కార్ఖానాను నెలకొల్పెను. అది కాల క్రమమున వెస్ట్ ఆరంజీ, మెనలోపార్కు వంటి అనేక నగరములలో కర్మాగారములుగా, పరిశోధనాగార ములుగా విస్తరించినది తరువాతి 60 ఏండ్లలో ఈయన

వేయి పైచిలుకు ఆవిష్కరణలకు, నిర్మాణములకు పేటెంటులు సంపాదించెను. సాధారణ పరిస్థితులలో పని చేయగలవి, త్వరగా చెడిపోకుండునవి, అవలీలగా మరమ్మత్తు చేయదగినవి అగు పరికరములనే నిర్మించుట అతని ధ్యేయము.

ఎడిసన్ సాధించిన ఆవిష్కరణలు, రూపొందించిన పరికరములు; అసంఖ్యాకములు అత్యుత్తములు. వాటి మూలమున పూర్తిగా గాని, చాలవరకు గాని వికసింపని విద్యుత్ పరిశ్రమ ఆ నాడు లేదు. విద్యుద్దీపము, మసి పారని దీపము, ఎలక్ట్రిక్ పిక్చర్లు, ఎలక్ట్రిక్ రైల్వేలు, డైనమోలు, ఎలక్ట్రిక్ మోటారులు, కార్బన్ ట్రాన్స్మిటర్లు, ఎడిసన్ స్టోరేజి బ్యాటరీ, సినిమా యంత్రము, ఫోనోగ్రాఫ్, ఫోనోగ్రాఫ్ నుండి ఉద్గమించిన వివిధ సంభాషణ యంత్రములు అతని నిర్వాహములలో ప్రధానములైనవి. ఈయన నిర్మించిన కార్బన్ ప్రేషకము టెలిఫోనును సమగ్రపరచినది. తంతి విధానమును కూడ ఇతడు పెంపొందించెను. ఫోనోగ్రాఫ్ ఎడిసన్ ఉపజ్ఞకు విజయపతాక అని చెప్పవచ్చును. అదియు, సినిమాయంత్రము కలిసి వినోదమునకు, విద్యావ్యాప్తికి దోహదము చేకూర్చినవి. స్వతశ్చలిత పునశ్చరణ తంతి విధానము (ఆటోమాటిక్ రిపీటింగ్ టెలిగ్రాఫ్), ముద్రణ తంతివిధానము, నడచుచున్న బండ్లతో వార్తాప్రసారము చేయు పద్ధతి, ఒకే తీగెపై ఏకకాలమున స్వతశ్చలిత పద్ధతిలో అనేక సందేశములను పంపగల మల్టిప్లెక్స్ టెలిగ్రాఫ్ పద్ధతి, విద్యుత్ కలము, మిమియోగ్రాఫ్, ఎడిఫోన్ (చెప్పి వ్రాయించు యంత్రము) ఎడిసన్ బహుముఖ ప్రతిభకు శాశ్వత ప్రతీకలు.



థామస్ ఆల్వా ఎడిసన్

నిద్రాహారములను కూడ విస్మరించి, నిర్విరామ కృషి చేయుటవలననే ఎడిసన్ ఇన్ని అమోఘ నిర్మాణములను సిద్ధపరచగలిగెను. తన 83 ఏట ఈయన గోల్డెన్ రాడ్ అను మొక్కనుండి రబ్బరును సాధించు పద్ధతికి పేటెంటు సంపాదించెను. ఒక నూతన భావన తట్టినచో దానిని గురించి కూలంకషముగా చదివి, వేలాది పరిశోధనలు జరిపి తరువాతనే వాటి ఆధారమున నూతన యంత్రమును రూపొందించుట అతని స్వభావము. ప్రపంచదేశములు ఎడిసన్‌కు తమ అధమర్ణతను ప్రకటించినవి. ఇతని ఇన్‌కాండిసెంట్ (మసిబారని) దీపమునకు 1929 లో రజతోత్సవము జరిగినది. 1947 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో దేశ వ్యాప్తముగ ఎడిసన్ శతజయంతి నిర్వహింపబడినది. అనన్య సామాన్య ప్రతిభాధురీణుడు, సుప్రసిద్ధ అమెరికన్ పౌరులలో అగ్రేసరుడు అగు ఈయన వినయసంపన్నుడుగా కూడ వన్నెకెక్కెను. **ఆ. వెం.**

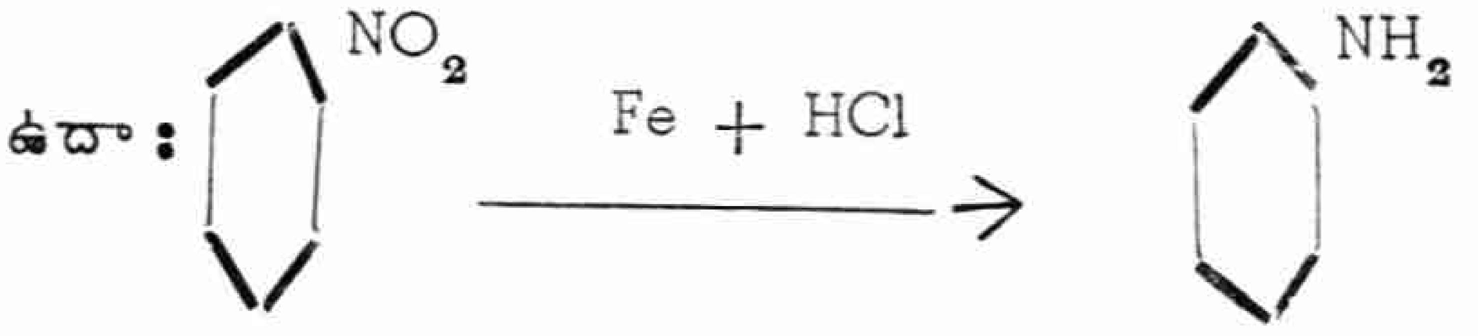
ఎమీనీకరణము

(ఎమీనేషన్స్): ఎమీనీకరణము అనగా $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-NH_2$ అనుగురుతుకల బంధమును ప్రవేశపెట్టి ఒక ఎమీన్‌ను తయారుచేయు ప్రక్రియ. ఇందు అమోనియా (NH_3) లోని ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు బదులు యౌగిక అణువులో ఒక ఆల్కిల్ లేదా ఆరిల్ గణము ప్రతిష్ఠాపింపబడుట జరుగును. కాబట్టి, ఎమీన్‌లను అమోనియా వ్యుత్పన్నములు అని భావింపవచ్చును. ఎమీనీకరణమునకు తరుచుగ అమోనియా విశ్లేషణ [చూ.], ఆక్సీహారణము అను రెండు పద్ధతులు ఆచరణలో కలవు. ఆక్సీహారణ పద్ధతిలో ఇదివరకే C—N బంధము కల అణువులను హైడ్రోజన్‌చే గాని, తదితర ఆక్సీహారకములచే గాని ఆక్సీహారించి, ఎమీన్‌లను సాధింతురు. నైట్రో, ఆజో, హైడ్రాజో యౌగికములు; ఆక్సీమ్‌లు, ఎమైడ్‌లు, నైట్రైట్‌లు మొదలగునవి ఆక్సీహారణ పద్ధతులచే ఎమీన్‌లుగా మార్చబడగలవు.

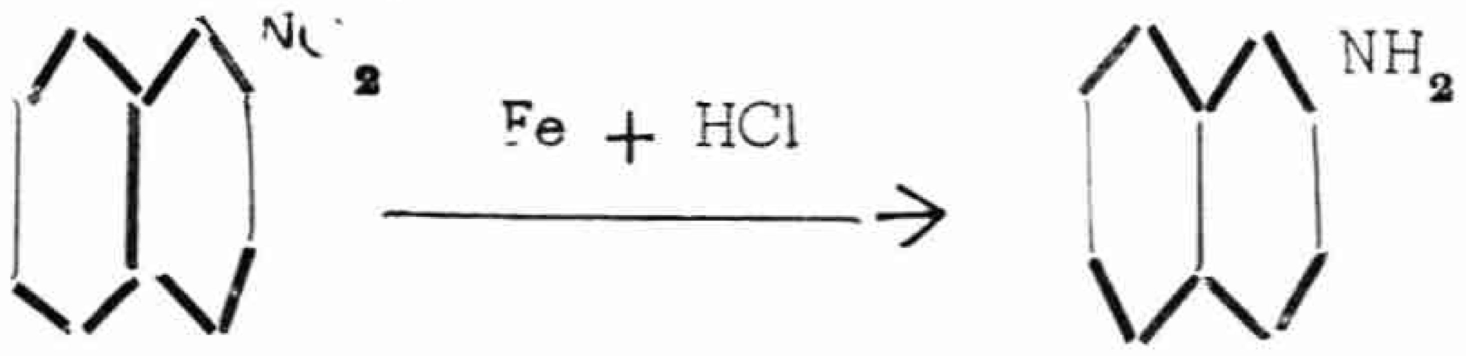
ఆరొమాటిక్ నైట్రో యౌగికముల ఆక్సీహారణము సాంకేతికముగ గొప్ప ప్రాధాన్యము కల ప్రక్రియ. ఏలన,

ఈ రకపు యౌగికములకు అంతకంతకు గిరాకీ ఎక్కువగు చున్నది. సంయోజన ప్రక్రియద్వారా కార్బన్ రాసాయనిక ద్రవ్యములు వర్ణద్రవ్యముల ఉత్పత్తిలో హెచ్చుగా వినియుక్తములగును. ఇవిగాక, అవి ద్రావకములుగ, ఇమల్షన్‌లను తయారుచేయు సాధనములుగ, క్రిమిహర పదార్థములుగ, రబ్బరు రాసాయనికములుగ ఉపయోగ్యములు అగుచున్నది.

ఉదా:



నైట్రో బెంజీన్ ఆనిలీన్



α—నైట్రోనాఫ్థలీన్ α—నాఫ్థైల్ ఎమీన్.

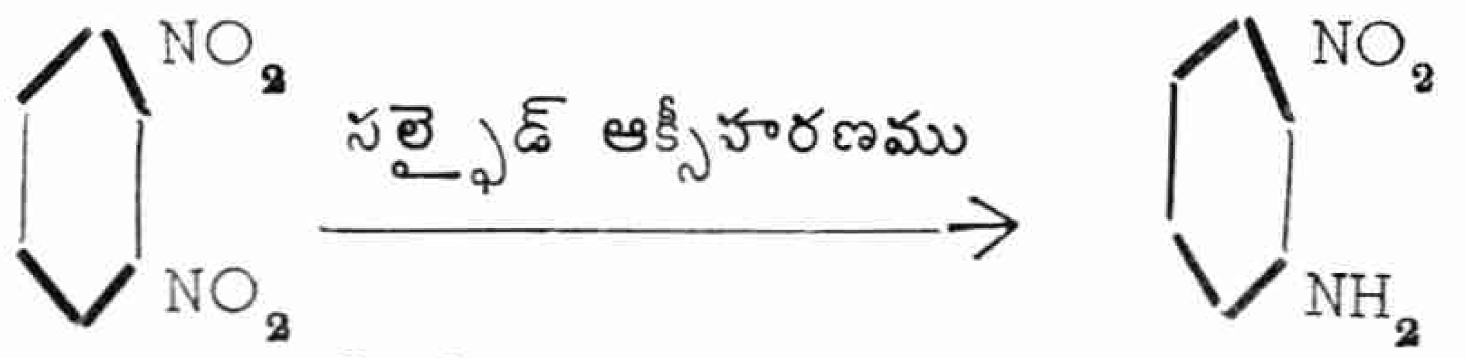
నైట్రో బెంజీన్ దశల వారీగా ఆక్సీహరింపబడగలదు; చివరి దశలో లభించు ఫలద్రవ్యము ఆనిలీన్. ఆక్సీహరణ దశలలో లభించు మాధ్యమిక ద్రవ్యములు వరుసగా 1. ఆజోక్సీ బెంజీన్, ఆజో బెంజీన్, హైడ్రాజో బెంజీన్; 2. నైట్రోసో బెంజీన్, ఫినిల్ హైడ్రాక్సిల్ ఎమీన్. ఉచితమగు ఆక్సీహారకమును ఎంచుకొనుటవలన, ప్రక్రియను అప్రమత్తతతో నియంత్రించుట వలన, ఆక్సీహరణమును ఏ దశలో నైన ఆపి, విలువగల ఉత్పన్నములను సంపాదింపవచ్చును.

నైట్రో యౌగికముల ఆక్సీహరణమును అనేక పద్ధతులలో జరుపవచ్చును. వాటిలో అధికతమ ప్రయోజనకరములైనవి దిగువ వివరింపబడును:

ధాతు ఆమ్ల పద్ధతి: ఇందు ఎక్కువగా వాడబడు ధాతువు ఇనుము; క్వాచిత్కముగ టిన్ను, జింకు కూడ వాడబడును. సాధారణముగ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ మాత్రమే వినియోగింపబడును. కాని, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిటిక్, ఫార్మిక్ ఆసిడ్‌లను కూడ వాడుట కద్దు.

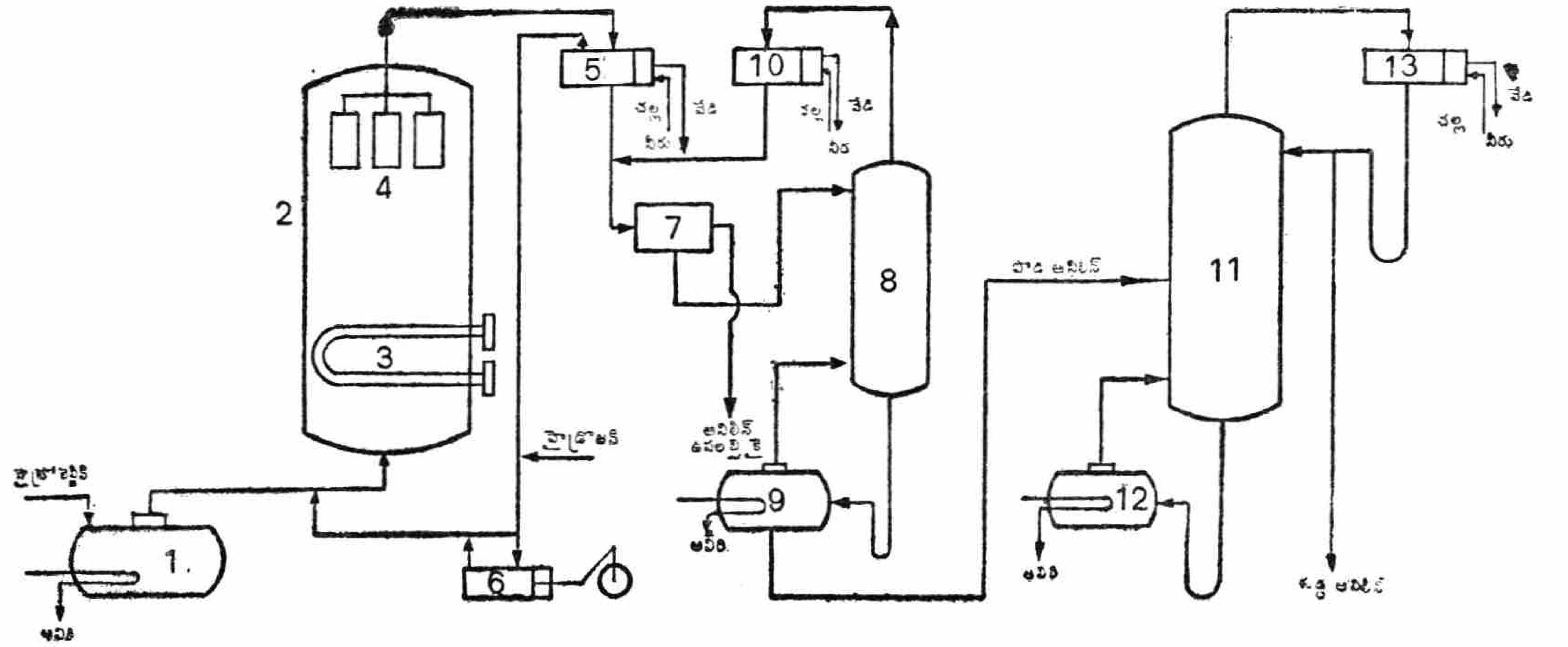
ప్రేరక పద్ధతి: ఇందు నికెల్, రాగి, ప్లాటినమ్, పెల్లేడియమ్ వంటి ధాతు ప్రేరకముల సమక్షమున హైడ్రోజన్ ఆక్సీహారకముగ పనిచేయును.

సల్ఫైడ్ పద్ధతి: ఈ పద్ధతి పై రెండిటికన్న ఎక్కువ ఖర్చుతో కూడినది. అయినను దీనివలన ఆంశిక ఆక్సీహరణము జరుపుట సాధ్యపడును. ఉదా: డై నైట్రో యౌగికము నుండి నైట్రో ఎమీన్‌లను తయారుచేయవచ్చును.



m - డై నైట్రో బెంజీన్ m - నైట్రో అనిలీన్

ఈ కారణమున ఈ పద్ధతి విరివిగా వినియోగమునందు ఉన్నది. ఇంతేకాక, సల్ఫైడ్ ఆక్సీహరణము పై రెండు పద్ధతులలోని దానికన్న మెల్లగా జరుగును. సోడియమ్ సల్ఫైడ్, సోడియమ్ హైడ్రో సల్ఫైడ్, అమోనియమ్



నిర్విరామ ప్రవాహి ఆధారముగా నైట్రో బెంజీన్‌ను బాష్పావస్థ దశకు ఆక్సీకరణ ప్రక్రియను విశదీకరించు చిత్రము.
1. నైట్రో బెంజీన్ బాష్పీకారము; 2. ప్రవాహిని ఆధారముగా గల ప్రేరకపాత్ర; 3. శీతలీకరణ నాళములు; 4. ప్రేరక గళని; 5, 10, 13. సాంద్రీకారకములు; 6. హైడ్రోజన్ సంపీడనకము; 7. ఆనిలీన్ జల అపక్షిప్తకము; 8. ఆనిలీన్ నిరుదకిత పాత్ర; 9, 12. పునఃబాష్పీకారకములు; 11. ఆనిలీన్‌ను శోధించు పాత్ర.

సల్ఫైడ్ మొదలగు సల్ఫైడ్‌లు ఆక్సీహారకములుగ వినియోగింపబడును.

ధాతు - అల్కలీ పద్ధతి: ఇందు గాఢ అల్కలీతో కలిపి జింకును గాని, ఇనుమును గాని ఆక్సీహారకముగా వాడుట జరుగును. ఇందు ఆక్సీహరణమును సోపాన క్రమమున జరిపించవచ్చును. ఉదా: నైట్రో బెన్జీన్‌ను నైట్రోసో బెన్జీన్‌గను, ఫినిల్ హైడ్రాక్సిల్ ఎమీన్‌గను, ఆజోక్సీ బెన్జీన్‌గను సోపాన క్రమమున ఆక్సీహరింప వీలుపడును.

విద్యుత్ విశ్లేషణ పద్ధతి: ఇది వ్యాపారస్థాయిలో ఆర్థికముగ గిట్టుబాటు కాని పద్ధతి. అందువలన ఈ పద్ధతి పరిశోధనాగారములలోను, నమూనా కర్మాగార (పైలట్ ప్లాంట్) ప్రక్రియలలోను మాత్రమే వాడబడును.

ఇవికాక ధాతు హైడ్రైడ్‌లు, సోడియమ్, సోడియమ్ ఆల్కహాలేట్, సోడియమ్ హైడ్రో సల్ఫైట్ క్షార ద్రావణము మొదలైన ఆక్సీహారకముల సహాయమున జరుపబడు ఇతర పద్ధతులు కూడ కలవు. ఈ పద్ధతులు అన్నిటిలోను ఇనుము - ఆసిడ్ పద్ధతి ఒక్కటే వ్యాపార రంగమున విరివిగా వినియుక్తమగుచున్నది. దీనికి 'బీ ఛాంప్ పద్ధతి' అని పేరు.

బీ ఛాంప్ పద్ధతి: ఈ పద్ధతి వర్ణద్రవ్యముల ఉత్పత్తికి అవసరమగు అనిలీన్‌ను నైట్రో బెన్జీన్ నుండి తయారు చేయుటకు ఉపయోగింపబడుచున్నది. ఈ పరిశ్రమలో ఆసిడ్ అనగా హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్ రాసాయనిక సమీకరణము ప్రకారము అవసరమగు దానికన్న చాల తక్కువ రాశిలో వాడబడును. ఈ తక్కువ వాడకమునకు కారణములు పెక్కు వివరింపబడినవి. ఆసిడ్ ధారాళముగ ఉండుట ఆవశ్యకమని ఒకప్పుడు భావింపబడినది. కాని, నేడు అట్లుండుట అనవసరమని, మీదు మిక్కిలి ఆసిడ్ ధారాళముగ ఉండక పోవుటయే కొన్ని సందర్భములలో ప్రయోజనకరమని నిరూపింపబడినది. నైట్రోబెన్జీన్‌ను ఆల్కహాల్‌లో గాని, నీటిలో గాని విలీనముచేసి, ఆ ద్రావణమును కాల్సియమ్ లేదా మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ సమక్షమున ఇనుప పొడితో ఆక్సీహరింపవచ్చునని కూడ చూపబడినది. పరిశ్రమలో ఇనుప పొడిని గాని, కణములను గాని వాడుదురు. ఆక్సీహరణము రేటు ఇనుపకణముల సన్నదనము మీదను, వాటి సచ్ఛిద్రత మీదను, వాటి సప్లయి తీరు మీదను ఆధారపడి ఉండును. అందువలన ఇనుపకణములను ముందుగా విలీన ఆమ్లమున మరగబెట్టి, వాటి ఉపరితలము కొంచెము క్షయించునట్లుచేసి, తరువాత వాడుదురు.

నిర్మాణ సామగ్రి: బీ ఛాంప్ పద్ధతికి పోత ఇనుప పాత్రలు, కార్బన్ స్టీల్ పాత్రలు వాడబడును. ఆక్సీహారణము జరుగు పాత్రకు ప్రక్కలు, అడుగు భాగము పోత ఇనుప దిమ్మలలో అమర్చబడును. ఇనుపకణముల ఎడతెగని రాపిడి వలన కలుగు క్షయమునుండి పాత్రను కాపాడుటకు ఆ రేకులను కొన్నాళ్ళ తరువాత త్రిప్పి వాడుటయో లేదా క్రొత్త దిమ్మలను వాడుటయో చేయుదురు. కొన్ని సందర్భములలో ఆ పాత్రలకు ఆమ్లములకు లొంగని ఇటుకలతోను, చదరపు పెంకులతోను సంపూర్ణముగనో, ఆంశికముగనో అస్తరు వేయుదురు. క్షయమును అరికట్టుటకు పాత్రకు తగిన పూత పూయుట కూడ కలదు. అల్కలీ ఆక్సీహరణము కార్బన్ - ఉక్కు పాత్రలలో జరుపబడును.

డి. వెం.

ఎయిర్ డైనమిక్స్: చూ. వాయుగతి శాస్త్రము.

ఎరువులు—I: 'ఎరువు' అనగా సామాన్యముగా ఉచిత రాశులలో పొలములో కలిపినపుడు ఆ నేలకు సారమును ఇచ్చి లేదా అదివరకే ఉన్న సారమును అతిశయింపజేసి భూమిని ఎక్కువ ఫలవంతముగా చేయగల ద్రవ్యము. ఇది రెండు రకములు: మొదటిరకము సహజ సిద్ధమైనది; జంతువులనుండి, వృక్షములనుండి ఉత్పన్నమగునది. రెండవ రకము ఖనిజ ద్రవ్యములనుండి తయారుచేయబడినది; దీనికి రాసాయనికపు ఎరువు అని పేరు. ఎరువులు పంట భూములలోను, తోట నేలలలోను పెరుగు మొక్కలకు, వాటి ఆహారమునకు ఆవశ్యకములైన పోషక మూలద్రవ్యములను అందించును. ఈ పోషక మూలద్రవ్యములలో అతి ప్రధానములైనవి నైట్రోజన్, భాస్వరము, పొటాసియమ్. అయితే, ఎరువులు మొక్కలకు పై మూలద్రవ్యములను కేవలము మూలద్రవ్యముల రూపమున అందింపవు; ఈ మూడు మూలద్రవ్యములు కార్బన్, ఆక్సిజన్, కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, క్లోరిన్ వంటి ఇతర ఆవశ్యక మూలద్రవ్యముతో రాసాయనిక సంయోగము పొందగా ఏర్పడిన యౌగికముల రూపమున లభింపజేయును. మొక్కల పెరుగుదలకు ఆవశ్యకములైన బోరాన్, రాగి, ఇనుము, మాంగనీస్, మొలిబ్డినమ్, జింకు మొదలగు ఇతర మూల ద్రవ్యములను కూడ సూక్ష్మరాశులలో ఎరువులే సరఫరా చేయును [చూ. సమీక్ష-పు. 89; వ్యవసాయ, పశుపాలన, అటవీశాస్త్రములు—పు. 41, 289].

నైట్రోజన్ ఎరువులు: సోడియమ్ నైట్రేట్ (చిలీ సాల్ట్ పీటర్), లిక్కర్ అమోనియా, అమోనియమ్ సల్ఫేట్ (నేలబొగ్గును బట్టీ పెట్టినప్పుడు లభించు ఉపోత్పన్నములు), వాతావరణము నందున్న నైట్రోజన్‌నుండి తయారుచేయబడిన సైనమైడ్, సంయోజిత అమోనియా మొదలగునవి నైట్రోజన్ ఎరువులు.

ఇందు ప్రకృతి సిద్ధముగ లభించు చిలీ సాల్ట్‌పీటర్ సరఫరా చాల తక్కువ; కోక్ ఓవెన్ల నుండి లభ్యమగు అమోనియా సల్ఫేట్ కూడ కొంచమే. కాల్సియమ్ సైనమైడ్ విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగసాధ్యము కాన ఖరీదు ఎక్కువ. ఈ కారణములు సంయోజిత అమోనియా తయారీని విజయవంతముగ చేసి వాడుకకు దారితీసినవి.

అమోనియా సంయోజన కార్యమునకు వలయు భౌతిక రాసాయనిక సమాచారమంతయు అనేకమంది విజ్ఞానుల సమష్టికృషి ఫలితమే. ఈ ప్రక్రియకు ఫ్రిట్జ్ – హేబర్ నిర్వాహము ప్రధానమైనది.

హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ వాయువులను 3:1 ఘ. ప.* పాళ్ళలో కలిపి 425-650°Cకు వేడిచేసి, 100-1000 వాతావరణ ప్రేషములో ఇనుమును ప్రేరక ద్రవ్యముగా వాడి, ప్రక్రియ జరిపించినచో అమోనియా లభించును [చూ. అమోనియా-పు. 179].

జలమును విద్యుద్విశ్లేషణమునకు గురి చేసినప్పుడు ఫలించు హైడ్రోజన్‌ను గాని లేదా కాస్టిక్ సోడా మున్నగు విద్యుద్విశ్లేషణ పరిశ్రమలలో ఉపోత్పన్నముగా లభించిన హైడ్రోజన్‌నుగాని అమోనియా సంయోజన ప్రక్రియయందు వాడుదురు. నైట్రోజన్ ద్రవీకరింపబడిన గాలి నుండి ఆంశిక స్వేదనము వలన సంపాద్యమగును. ఇటీవల వాటర్ గాస్, ప్రొడ్యూసర్ గాస్, పెట్రోలియమ్ రిఫైనరీ గాస్ మున్నగు వాయువులు హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ ముడిసరుకులకు ఆధారములు అగుచున్నవి.

అమోనియా చాల ఎక్కువ నైట్రోజన్ శాతము గల ఎరువు. కాని, దీనిని నేరుగా పొలములలో వాడుటకు చాల విశిష్టమైన యాంత్రికపరికరములు ఆవశ్యకము. అందువలన దీనిని తక్కువ (N) సాంద్రత గల ఎరువుల రూపమునకు మార్చి వాడుదురు.

అమోనియా, నైట్రోజన్ ద్రావణములు : నేడు ఎరువులలో చౌకగా ఉన్న అమోనియా జల ద్రావణ రూపములోను, నిర్జలముగాను, లవణ ద్రావణ రూపములలోను ఎక్కువగాను వాడుకలో ఉన్నది. నిర్జల అమోనియా (82.3% N) లో కొంచెపు రాశిని అమోనియా సూపర్ ఫాస్ఫేట్ క్రింద తయారుచేయుదురు. కాని, ఎరువుల మిశ్రముల మొత్తపు వాడుకలోని నైట్రోజన్‌లో ఇది 3% వరకు ఉండును. నిర్జల అమోనియా వాడుకలోనికి రాక పూర్వము నుండి-చిరకాలము-ఈ ద్రావణము వాడుకలో ఉండెను. ప్రవర్తనలోను, వ్యవసాయమునకు చేకూరు లాభములలోను ఈ రెండు ద్రవ్యములు సమాన ధర్మములు కలవియే. కాని, వీటి వాడుకకు కావలసిన పరికర సంపదలోను, వర్తక సరళిలోను భేదములు కలవు. జలరిక్తమైన అమోనియా నుండి అనేక సాంద్రతలు గల అమోనియా లిక్కరు ద్రావణములను తయారుచేయుదురు. మామూలుగా తయారగు ద్రావణము యొక్క సాంద్రత 20% నైట్రోజన్ తరగతిలో ఉండును. నిర్జల అమోనియా కన్న ఎక్కువగా అమోనియా జలద్రావణమును వాడుటకు రెండు కారణములు కలవు. వాడుకకు సులభతరము; మొదటి దానికున్న ప్రమాద సంఘటనలు లేవు. ఇదిగాక, జలద్రావణమును ఇతర ద్రవ్యములతో కలుపవీలున్నది.

ఎరువుల క్రింద అమోనియా పరివర్తనము

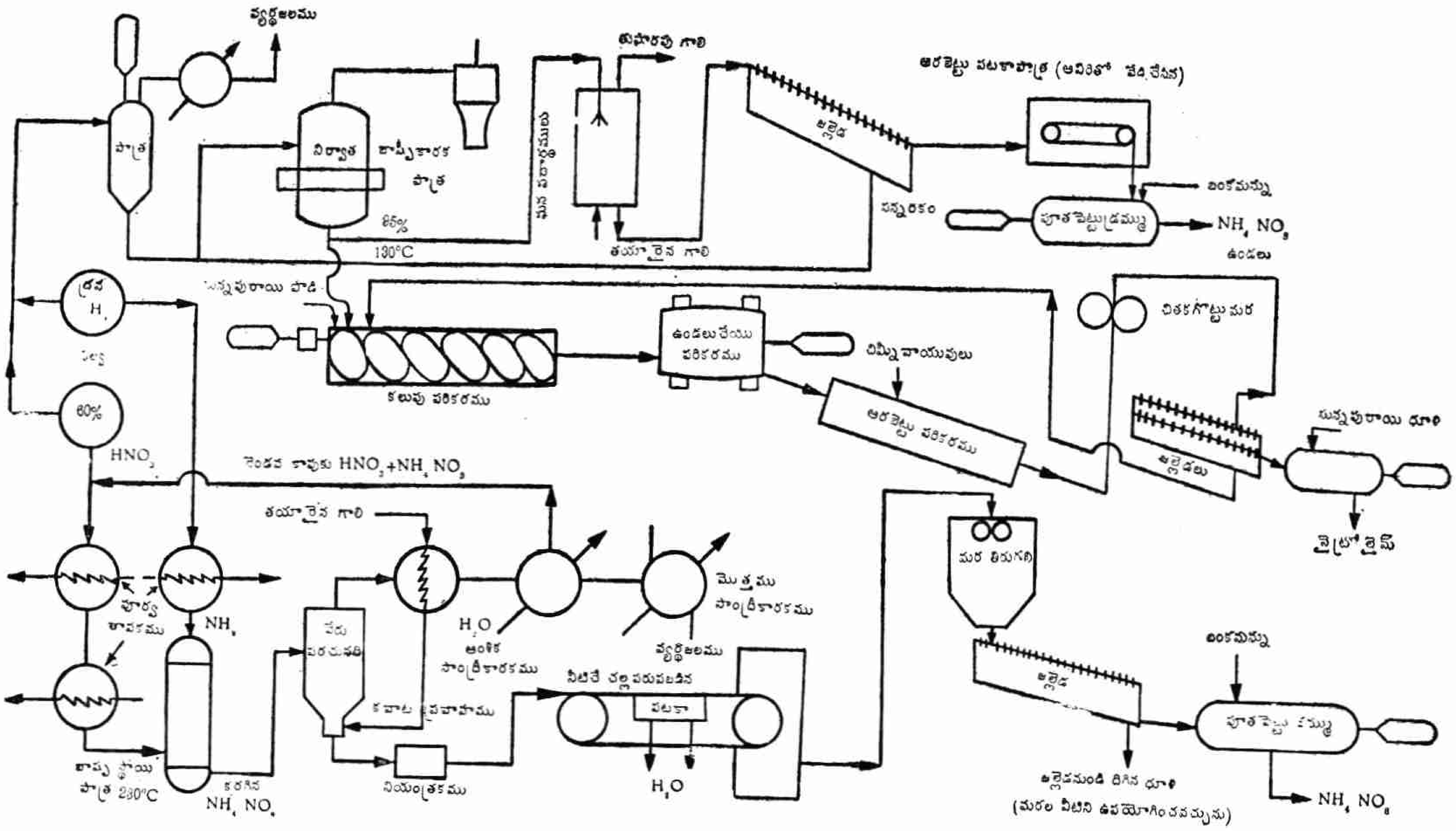
నైట్రిక్ ఆసిడ్	అమోనియా	అమోనియమ్ నైట్రేట్ (33.5% N), అమోనియమ్ నైట్రేట్ సున్నపురాశి మిశ్రము(20.5% N).
	సోడియమ్ కార్బొనేట్	సోడియమ్ నైట్రేట్ (16.0% N).
	కాల్సియమ్ కార్బొనేట్	కాల్సియమ్ నైట్రేట్ (15.5% N)
అమోనియా	సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్	అమోనియమ్ సల్ఫేట్ (20.6% N) అమోనియమ్ సల్ఫేట్ నైట్రేట్ మిశ్రము.
	హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్	అమోనియమ్ క్లోరైడ్ (నవాసారము) (26.0% N)
	ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్	అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ (110.21% N)
	కార్బన్ డై ఆక్సైడ్	యూరియా (45 0% N)
	యూరియా	అమోనియేటింగ్ ద్రావణములు.

అమోనియమ్ నైట్రేట్ + నీరు
అమోనియమ్ నైట్రేట్ + యూరియా + నీరు
} అమోనియేటింగ్ ద్రావణములు (20% N)

* వాల్యూమ్ పాళ్లు = ఘనపరిమాణపు పాళ్లు.

నైట్రోజన్ ద్రావణములు చాల చౌక కనుక విరివిగా వ్యవసాయదారులు వాడుచున్నారు. ఇవి ఇటీవలనే వాడుకలోనికి వచ్చినవి. అమోనియమ్ నైట్రేట్‌కు, యూరియాకు అమోనియాను వివిధ శాతములలో మిశ్రములుగా కలిపి కూడ నీటి ద్రావణరూపములో వివిధ గుణములకై వాడుదురు. నైట్రోజన్ ద్రావణములు నేడు ఎరువులలో ప్రధాన స్థానమును ఆక్రమించినప్పటికిని ద్రావణ స్థితిలో ఉన్న ఫాస్ఫేట్, పొటాష్ చాల తక్కువగా వాడుకలో ఉన్నవి. కాని, ద్రావణ స్థితిలో ఉన్న ఎరువుల మిశ్రముల వాడుక అతి త్వరితముగా వృద్ధిని అందుకొనినది. దీనికి కారణము ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ చౌకగా లభ్యమగుటయే. దీనిలో అమోనియాను కరగించి మిశ్రము తయారుచేయుట మొట్టమొదటి మెట్టుగా వికసిల్లినది. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్‌ను నేలకు పొటాష్‌ను అందించుటకు వాడుదురు. చేయుటకు ఎక్కువ అమోనియా ద్రావణములను వాడుకచేయ వీలున్నది. అదిగాక, బాష్పీభవనమువలన కలుగు నష్టము చాల తగ్గి ఉండును. క్షేత్రములో ప్రయోగము సులభము. వర్షములేని సంవత్సరములలో కూడ ఎక్కువ ఫలములను ఇచ్చును.

అమోనియమ్ నైట్రేట్ : ఇది ఎరువుగా యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను, కెనడాలోను ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్నది. అది గాలిలోని చెమ్మకు ద్రవమగుటచేతను, అమోనియా నైట్రోజన్ కన్న - దాని నైట్రేట్‌లో ఘటకముగా ఉన్న నైట్రోజన్ – వరిపైరునకు తక్కువ వాంఛనీయ గుణములు కలిగినదగుట చేతను వేడి దేశములలో అంత ఉపయోగ్యము కాలేదు. భారతదేశమునందు ముఖ్యముగా అమోనియమ్ నైట్రేట్‌ను కాల్సియమ్, అమోనియమ్ నైట్రేట్ (20%N)గాను,అమోనియమ్ సల్ఫేట్ (26%N)



చిత్రము - 1

అమోనియమ్ నైట్రేట్, నైట్రోలైమ్ తయారీలను సూచించు చిత్రము.

దీనితో నైట్రోజన్ అవసరమైనప్పుడు యూరియాను గాని, అమోనియమ్ నైట్రేట్‌ను గాని కలుపుదురు.

ఎరువులలో అమోనియా చాల తక్కువ ఖరీదు అయిన ద్రవ్యము; తరువాత క్రమముగ నైట్రోజన్ ద్రావణములు, ఘనరూపమున ఉన్న నైట్రోజన్ యౌగికములు వచ్చును. ఘనమిశ్రమ ఎరువుల ఖరీదునకే ద్రవరూపములో ఉన్నవి కూడ అందుబాటులో ఉన్నవి. ద్రవములు ఘనముల కన్న ఎక్కువ లాభకరమైనవి. పలన, వీటిని ఉత్పత్తిగాను మార్చి వాడుదురు. ఈ రెండు ఎరువుల ఉత్పత్తి 1970 - 71 సంవత్సరమునకు 2 లక్షల టన్నుల నైట్రోజన్‌ను అందుకొనునని అంచనా వేయబడినది.

అమోనియమ్ నైట్రేట్ (32.5% - 33.5% నైట్రోజన్) తెల్లటి స్ఫటికముల రూపమున ఉండును; అది సులభముగా నీటిలో కరగును. ఒక లీటరు నీరు 20°C తావక్రమము వద్ద 900 గ్రా.లను లీనము చేసికొనును. గాలి నుండి తేమను ఇట్టే గ్రహించు గుణము దీనికి కలదు.

కాని, ఈ గుణమును, నీటిని మళ్ల గొట్టగల రోసిన్ - పారఫిన్ - పెట్రోలియమ్ మిశ్రముచే (0.5 - 1.0%) దీనికి ఒక పై పొరను ఇచ్చి చీనా బంకమన్ను, కీసల్ గుర్, త్రికాల్సియమ్ ఫాస్ఫేటు 4 - 5 శాతములో కలిపి, సీలువేసిన సంచులలో నిల్వ చేయుదురు. మెత్తగ పిండిగొట్టబడిన సున్నపు రాయితో దీనిని పొదిగి పూసల రూపమున తయారు చేయుదురు. తయారీ అయిన ఎరువులో 20.5% నైట్రోజన్ ఉండును. దీనికి నైట్రో సుద్ద లేదా కాల్సియమ్ అమోనియమ్ నైట్రేట్ అని పేరు. దీనికి తేమకు తట్టుకొను విశేషగుణము కలదు. సులభముగ నిప్పు అంటుకొను ద్రవ్యములతో కలిసినప్పుడు గాని లేదా ఉన్నత తాపక్రమములకు వేడి చేసినపుడు గాని నైట్రోలైమ్ చాల అపాయకరమైన ప్రేలుడు ద్రవ్యము గనుక అందుకు తగిన జాగ్రతలు ముందుగనే తీసికొనవలయును.

తయారీ విధానము: సోడియమ్ నైట్రేట్‌ను అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌తో కలుపుట. కాని, పాతపద్ధతిలో ద్రవ రూపములో కాని, వాయుస్థితిలో కాని అమోనియాతో నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తటస్థీకరించు ప్రక్రియ ఇప్పుడు వాణిజ్య సరళిలో వాడుకలో ఉన్నది.

ప్రక్రియ వర్ణన (గుళికా ప్రక్రియ-ప్రిల్లింగ్): స్టెయిన్‌లెస్ స్టీల్ పాత్రలో ఉంచిన సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లోనికి అమోనియా బాష్పమును ప్రవేశపెట్టి తటస్థీకరింతురు. రాసాయనిక ప్రక్రియవలన జనించెడు వేడిమివలన మిశ్రములోని నీరు మరగి ఆవిరిగాపోయి తుదకు లవణద్రావణము (75%—140°C) మిగులును. నిర్వాత బాష్పీకరణి (వాక్యూమ్ ఎవాపొరేటర్)లో 95% ద్రావణముగా సాంద్రీకరించబడును. ప్రిల్లింగ్ గోపురపు అగ్రము నుండి (60 - 75 మీ. ఎత్తు) ఉచిత తాపక్రమము గల వాయువును విరుద్ధ ప్రవాహములో పైకి పంపుచు, ఈ వేడి ద్రావణమును స్ప్రే రూపమున లోనికి పంపబడును. ద్రావణము 1.5 మి. మీ. వ్యాసము గల చిన్న చిన్న గుళికలుగా మారును. ఈ గుళికలను జల్లించి, ఎండవేసి, మన్నుతో పూయుదురు.

స్ఫటికీకరణ ప్రక్రియ: జల్లు (స్ప్రే) రూపమున పంపుటకు బదులు నిర్వాత బాష్పీకరణ ప్రక్రియనుండి లభ్యమైన సాంద్ర ద్రావణమును (80 - 85% ఘనపదార్థము కలది) నిర్వాత స్ఫటికీకారకములలో 40°C వద్ద స్ఫటికీకరింతురు. బురద వంటి ద్రవమును (40% ఘనము, 60% ద్రవము) సెంట్రిఫ్యూజ్ పరికరములో త్రిప్పుటవలన స్ఫటికములు వేరుపడును. ఈ స్ఫటికములను 85°C తాపక్రమము వద్ద ఆరబెట్టుదురు. మన్నుతో (2 - 4%) స్ఫటికములను అద్దుటవలన నిల్వచేయుటలో సంభవించు ప్రేలుడు ప్రమాదమును తగ్గింతురు.

స్టెంజల్ ప్రక్రియ: బాష్పస్థితిలో ఈ ప్రతిక్రియ జరిపించబడును. 60% నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను మొదట స్టెయిన్‌లెస్ స్టీల్ పాత్రలో 95°C లకు వేడిచేసి, తరువాత టాంటాలమ్ పాత్రలో 160°C లకు వేడిచేసి, అదే రీతిని వేడి చేసిన అమోనియా బాష్పమును దీనితో కలువనిత్తురు. ఈ ప్రక్రియలో లభ్యమైన అమోనియమ్ నైట్రేట్ ద్రావణము నీటి ఆవిరితో కూడ 200°C తాపక్రమములో సైక్లోన్ సెపరేటర్‌ను ప్రవేశించును. కరగి ఉన్న లవణమును నీటిచే శీతలీకరింపబడిన స్టెయిన్‌లెస్ స్టీల్ పట్టీమీద, క్రింది భాగమున చల్లార్చుదురు. ఆ వచ్చిన ఘనద్రవ్యమును చిన్న చిన్న పలకలుగా చేసి జల్లించి కావలసిన పరిమాణమునకు తెచ్చుదురు. ఇప్పుడు ఈ పలకలను మన్ను పూత పూసి సంచులకు ఎక్కింతురు.

నైట్రోలైమ్ తయారీ: ఇందు కూడ 95% శాతము ఘన పదార్థము గల ద్రవము లభ్యమగువరకు పై ప్రక్రియనే అనుసరించుదురు. నిల్వ ఉంచిన అండానుండి ద్రవము ఒక కలియపెట్టు మిల్లులోనికి పంపబడును. ఈ ద్రవమును సున్నపు చూర్ణముతో (325 మెష్) కలుపుదురు. ఎదురెదురు తిరుగు బ్లేడ్లు తుణ్ణముగా కలుపును. ప్రతిక్రియ ఫలితముగ వేడిమి జనించును. ఇచ్చటనుండి ద్రవమును చిన్న కణములుగా మార్చగల రోటరీ గ్రాన్యులేటర్ యంత్రములోనికి ప్రవేశపెట్టుదురు. తరువాత శోషణ పరికరములో ఫ్లూగాస్‌చే తడిలేకుండా (0.5 - 0.6%) చేయుదురు. ఉచితమగు రీతిని ఈ కణమయ ద్రవ్యమును జల్లించుటవలన 2 - 4 మి. మీ. పరిమాణము గల కణములు లభ్యమగును. తరువాత వీటిని చాల సూక్ష్మముగా ఉన్న సున్నపు రాయి పొడితో కలుపుదురు. ఈ మిశ్రమ ద్రవ్యమే నైట్రోలైమ్.

సులభముగా నీటిలో కరగి నేలలోనుండికొట్టుకొనుపోవు కారణముగ అమోనియమ్ నైట్రేట్ ఎరువు భారతదేశమందు అంతగ వినియోగమును అందుకొనలేదు. అందువలననే ఇది నైట్రోలైమ్ చేయుటలోను, అమోనియమ్ సల్ఫేట్-నైట్రేట్ తయారు చేయుటలోను మధ్యమ ద్రవ్యముగా మాత్రము ఉపయోగపడుచున్నది. అన్ని ప్రక్రియలకు కన్న ఖర్చు చాల తక్కువగుటచేతను, ప్రమాద సంభావన లేకుండుటవలనను ఈ స్టెంజల్ ప్రక్రియ చాల లాభకరమయినది.

కాల్సియమ్ నైట్రేట్: ముఖ్యముగా యూరప్‌లోను, ఈజిప్టులోను కాల్సియమ్ నైట్రేట్ తయారగుచున్నది.

చితుకగొట్టిన సున్నపురాయిపై నైట్రిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన ఇది లభించుచున్నది:

$CaCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$

ఈ ద్రవ్యము బాణసంచా ప్రేలుడు వస్తువులు, రేడియో వాల్వులు తయారు చేయుటయందు, రబ్బరు చెట్టు పాలు గడ్డ కట్టించుటకు ఉపయోగపడుచున్నది.

సోడియమ్ నైట్రేట్ : 1929 కి పూర్వము ప్రపంచములో ఎరువుగా పనికి వచ్చు సోడియమ్ నైట్రేట్ అంతయు చిలీదేశమునుండి ఎగుమతి చేయబడుచుండెడిది. దీనిని కృత్రిమముగా తయారుచేయు తటస్థీకరణ ప్రక్రియ క్రింది సమీకరణముచే సూచింపబడుచున్నది:

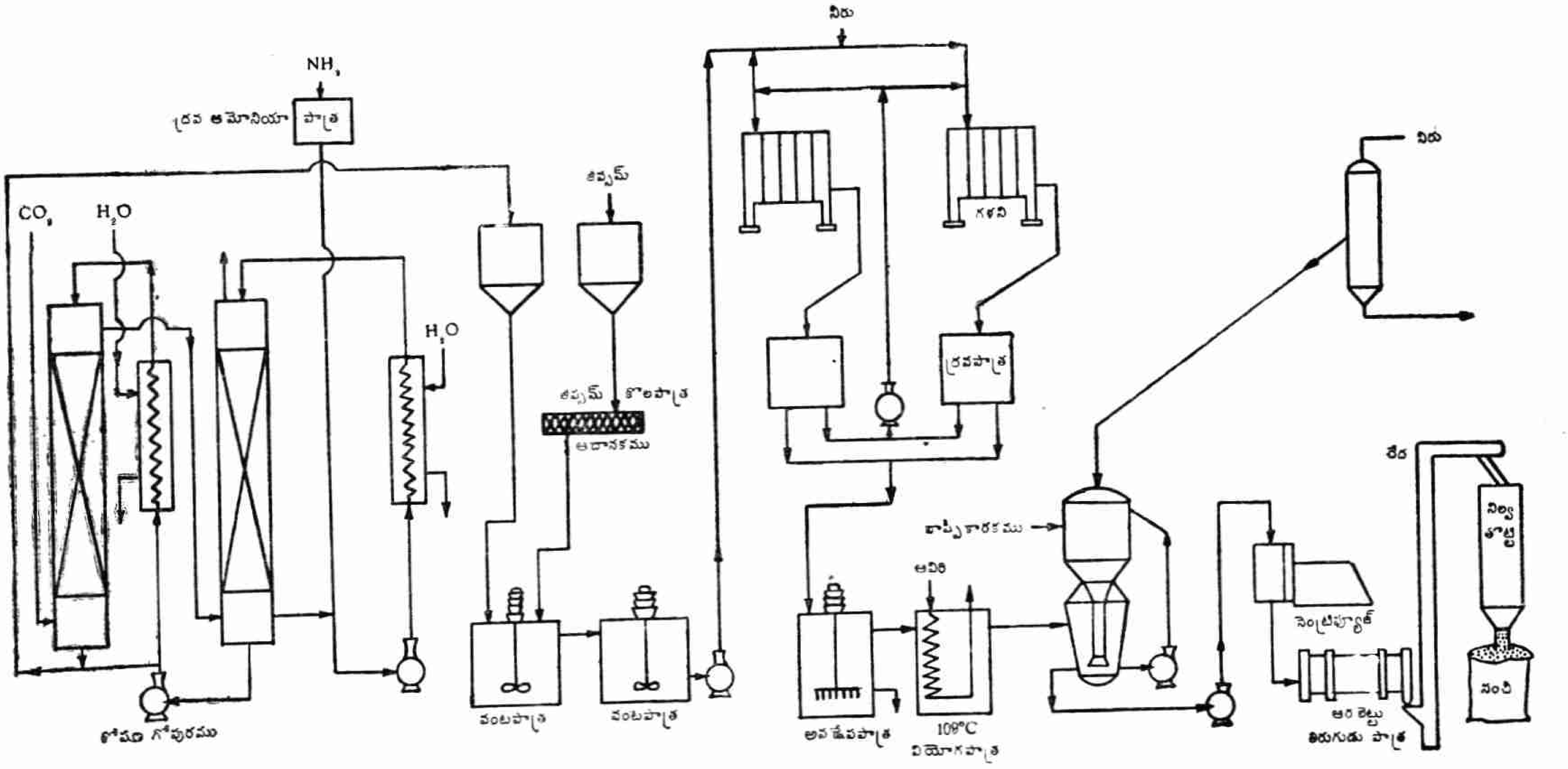
$Na_2CO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$

ఇట్లు లభ్యమగు లవణమును వేరుపరచి 350°C ల వద్ద కరగించి శీతలాగారము లోనికి జల్లుగా వంపి చల్లార్చిన ఎడల సోడియమ్ నైట్రేట్ చిన్న పూసలుగా ఏర్పడును. ఇందు 16% తక్కువ కాకుండా నైట్రోజన్ ఉండును.

ఎరువులు మార్కెట్టుకు క్రొత్తగావచ్చుచున్నను అమోనియమ్ సల్ఫేట్ ఇంకను వరి పొలములకు చాల ప్రధానమైన ఎరువుగానే ప్రాముఖ్యము వహించుచున్నది.

పారిశ్రామిక ప్రక్రియ: అమోనియా, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ల సమ్మేళన పద్ధతి. గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లోనికి అమోనియా వాయువును నిర్విరామ ప్రక్రియగా తృప్త ద్రావణము లభించునట్లు కలిపి, ఆస్లో స్ఫటికీకరణ పరికరమందు 76°C తాపక్రమమువద్ద వాతావరణ ప్రేషములో 456 - 508 మి. మీ. (18" - 20") రసస్తంభమును సూచించునపుడును స్ఫటికీకరింతురు. ఫలించిన స్ఫటికములను తెల్లగ ఉంచుటకు ద్రావము యొక్క P_H మూల్యమును 7 కు దిగువనుంచి సెంట్రిఫ్యూజ్‌లో త్రిప్పి స్ఫటికములను వేరుచేసి, సంచులలో నింపుటకు ముందు ఆరబెట్టుదురు.

కోక్ ఓవెన్ గ్యాస్ నుండి తయారీ: ఈ ప్రక్రియలో వేడి ఓవెన్ల నుండి బయలు వెడలు వాయువులను నీటి జల్లుచే కడుగుట వలన అమోనియా, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ మొదలగు ద్రవ్యములు నీటిలో లీనమగును. ఈ ద్రావణము



చిత్రము - 2

జిప్సమ్ నుండి అమోనియమ్ సల్ఫేట్ తయారీ

అమోనియమ్ సల్ఫేట్ (20·6%N): నేటికిని రైతులు మక్కువ చూపు నైట్రోజన్ ఎరువు ఇదే. భారతదేశమున 1961 - 62 న 4,02,803 టన్నుల అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌ను తయారు చేసిరి. ఉత్పత్తిని 1966 - 1967 లో 8,46,000 టన్నుల వరకు పెంచుటకు ప్రయత్నములు జరిగినవి. యూరియా మొదలగు తక్కిన నైట్రోజన్ నుండి అమోనియాను తిరిగి వేరుచేసి, అమోనియా ద్రావణముగానో, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో తటస్థీకరించి అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌గానో మార్చుదురు.

భారతదేశమున 1956 లో ఉక్కు కర్మాగారముల నుండి లభ్యమగు అమోనియమ్ సల్ఫేట్ రాశి 29,070 టన్నులు (=5,959 టన్నుల నైట్రోజన్).

మెర్సెబర్గ్ జిప్సమ్ ప్రక్రియ: ఇందు అమోనియా, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, జిప్సమ్ ($CaSO_4$ $2\,H_2O$) ప్రతికరించు మూలవస్తువులు. జిప్సమ్ మెండుగా దొరకు ఇంగ్లండు, భారతదేశము, పాకిస్తాన్ దేశములలో ఈ ప్రక్రియ విరివిగా వాడుకలో ఉన్నది. కాని, ఆర్ద్ర ప్రక్రియ వలన ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ తయారుచేయు విధానములో పెద్ద రాశులలో జిప్సమ్ తుది వస్తువుగా లభ్యమగుచున్నది. ఈ జిప్సమ్ రాశులకు ఉపయోగము కనుగొనవలసిన అత్యవసర పరిస్థితి ప్రాప్తించినది. ఈ ప్రక్రియలో ఈ రాశులు వినియోగమగును. ఇందు జిప్సమ్‌ను చితుకగొట్టి, పిండిగొట్టి, చిన్న కణములుగా జల్లింతురు.

కార్బొనేషను విభాగము: 88 శాతముల పారిశుద్ధ్యము గల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును విరుద్ధ ప్రవాహ విధానమున గోపురముపై నుండి దిగుచున్న అమోనియా ద్రవప్రవాహమునకు ఎదురుగా పైకి పంపుటవల్ల అమోనియమ్ కార్బొనేట్ ఫలించును. మొదటి గోపురములో విచూషింపబడని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను, మరొక గోపురముగుండా మొదటిదాని వలెనే ప్రవేశపెట్టుదురు. ఈ ద్రావణమును మరల సైకిల్ (ప్రచారము) లో పెట్టి, కొంత ఒక పెద్ద అండాలోనికి నిర్విరామముగా పంపుదురు. ఇచ్చట నుండి ఈ ద్రావణమును ప్రతిక్రియకై పంపుదురు. 100 మి. లీ. ద్రావణములలో 17 గ్రా. అమోనియా ఉండును.

ప్రతిక్రియ-వడపోత విభాగము: ఒక గొలుసు కట్టుగ ఏర్పరచిన తేలిక పాత్రలలో మొదటి దానిలో గాని, రెండవ దానిలో గాని తేమలేని జిప్సమ్‌ను అమోనియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణముతోపాటు ప్రవేశపెట్టి, నీటి ఆవిరితో వేడిచేసి అనంతముగా కలుపుచుందురు. ప్రతిక్రియ పర్యవసానమందు మిగిలిన బురదవంటి ద్రవ్యమును రోటరీ డ్రమ్ము ఫిల్టరుల సాయమున వడపోసి, తేటద్రవమును (ఒక టన్ని జిప్సమ్‌కు 918 లీటరుల ద్రావణము) వేరు చేయుదురు. ఈ దశలో 45% అమోనియమ్ సల్ఫేట్ గల ద్రావణము లభించును. ఈ ద్రావణములో మొదటి దఫా వడపోతలో మిగిలిన మడ్డిని మరల కడగి మరికొంత లవణమును సేకరింతురు. రెండవ దఫా వడపోసి నీటిలో కడగుటవల్ల 25% లవణము గల ద్రావణము లభ్యమగును. వడపోత మడ్డిలో 80-83% కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ ఉండును. దీనిని సిమెంటు తయారు చేయుటకు వినియోగింతురు.

బాష్పీకరణము, స్ఫటికీకరణము, ఆరబెట్టుట: వడపోతలో ఫలించిన ద్రావణమును తేరపెట్టి, ఇంకను చిక్కుకొని మిగిలి ఉన్న కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌ను తొలగించి, అమోనియా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ లేశములు లేకుండునట్లు దానిని 109°C వద్ద వేడి చేయుదురు. కొనకు ప్రాప్తమగు ద్రావణములో 100 మి.లీ. లకు 52 గ్రా. అమోనియమ్ సల్ఫేట్ ఉండును. దీనిని ఎత్తుగా ఉన్న నిల్వ పాత్రలలో పెట్టి మూడు ఆస్లో మాదిరి బాష్పీకరణ, స్ఫటికీకరణ పరికరములలోనికి పారనిత్తురు. ఈ లభ్యమైన సల్ఫేట్‌ను తేరనిచ్చి, చల్లార్చి, ఆరబెట్టి సంచులకు ఎత్తుదురు.

అమోనియమ్ సల్ఫేట్-నైట్రేట్: ఈ ద్విలవణమునందు 38% అమోనియమ్ నైట్రేట్, 62% అమోనియమ్ సల్ఫేట్ (తూకపు పరిమాణము) ఉండును. ఇది ఘటక లవణములను వలయు రాశులలో కలుపుట వలన లభ్యమగును. వాణిజ్య వస్తువులలో 26% నైట్రోజన్ (28% లెక్క ప్రకారము) ఉండును. ఇందులో ఒక వంతు (16.5%) నైట్రేట్ రూపములోను, మూడు వంతులు (19·5%) అమోనియమ్ సల్ఫేట్ రూపములోను ఉండును.

అమోనియమ్ క్లోరైడ్: అమోనియమ్ క్లోరైడ్ (నవాసారము) లో 26% నైట్రోజన్ ఉండును. ఇది మంచి ఎరువు. భారతదేశమందు ఈ ఎరువు అంతగా వాడుకలోనికి రాలేదు. ఏలన, ఇది ఇటీవల వృద్ధి పొందింపబడినది. కొన్ని నేలలకు, కొన్ని పంటలకు-ముఖ్యముగ వరికి - ఇది పనికి వచ్చును. 1950 లో 7,980 టన్నులు ఈ లవణము భారతదేశమున తయారు చేయబడినది. 1961 లో దీని ఉత్పత్తి రాశి 3,83,000 టన్నులకు పెరిగినది. ఇందులో 3,75,000 టన్నులు ఎరువుగా ఉపయోగపడినది.

తెల్లటి స్ఫటిక రూపములో ఉన్న ఈ లవణము సులభముగా నీటిలో కరగును. 38°C వద్ద 100 భాగముల జలములో 30 భాగములు లవణము లీనమగును. జలద్రావణములలో ఇది ఆమ్లగుణమును చూపును. అందుచేత ఈ లవణమును గాని, దాని ద్రావణములను గాని నిల్వ చేయుటకు రబ్బరు, సీసము, రాయి, క్షారమునకు తట్టుకొను ఇటుకలు, కొయ్య వంటి ద్రవ్యములతో అస్తరువేసిన పాత్రలు వాడుదురు. నెంబరు 347 లేదా 304 స్టెయిన్‌లెస్ స్టీల్ పాత్రలు కూడ 70°C ల వరకు ఈ లవణ ద్రావణములను నిల్వచేయుటకు అనువైనవి. అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ఘనస్థితిలో చెమ్మకును, గాలికిని ఎదురుపెట్టిన క్రమముగా అమోనియాను పోగొట్టుకొని, నిల్వమీదట మరింత ఆమ్లగుణమును పెంచుకొనును.

తయారీ: హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్ వాయువును 20% సాధారణ వాయువుతో కలిపి ఒక ద్రావణ పాత్ర లోపలకు గొట్టము ద్వారా పంపి, ఆ పాత్రలో శంకు రూపముగా ఉన్న దిగువ భాగములోనికి ప్రక్కలనుండి అమోనియా వాయువును పంపుదురు. గాలి ఆ ద్రావణమును మథించి

తటస్థీకరణ ప్రక్రియయొక్క తీక్ష్ణతను తగ్గించును; లవణము ఒకే రూపమున ఏర్పడునట్లు సహాయపడును. ఏర్పడిన లవణమును ద్రావణములో కణరూపమున వ్రేలాడునట్లు సంరక్షించును. ఈ ప్రతిక్రియ 280–300 మి. మీ. నిర్వాత ప్రదేశమున జరిపింతురు. ప్రతిక్రియా ద్రవ్యములు అన్నియు నిర్వాత కారణములుగా విచూషించబడుటవలన ద్రావణ పాత్రలో P_H మూల్యము 8 కి హెచ్చకుండ సంరక్షించబడును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను అందిచ్చు రేటు మారకుండ ఉంచి, వలసిన లవణోత్పత్తి రేటు ఉండ జూచుటకై అమోనియా సరఫరా రేటు యథావసరముగ మార్చుచుందురు. ద్రావణమును అమ్ల స్థితికి ఎన్నడును చేరనీయరు. ఏలన, పాత్రలు, సెంట్రిఫ్యూజ్ పరికరములు అమ్లముచే తినివేయబడును.

ప్రతిక్రియ సాగుకొద్దీ, ద్రావణము సంతృప్తమై స్ఫటికములు ద్రావణ పాత్రలో ఏర్పడును. ద్రావణము 1·868 విశిష్ట గురుత్వమును అందుకొనినప్పుడు అది సంతృప్తమగునని తెలియనగును.

సెంట్రిఫ్యూజ్‌లో లవణమును వేడిగాలి వలన నిరార్ద్రముగ చేయుదురు. శుష్కలవణమును బయటికి సంగ్రహించి, ఆల్కతీన్ అస్తరుగల గోనె సంచులలో నింపుదురు.

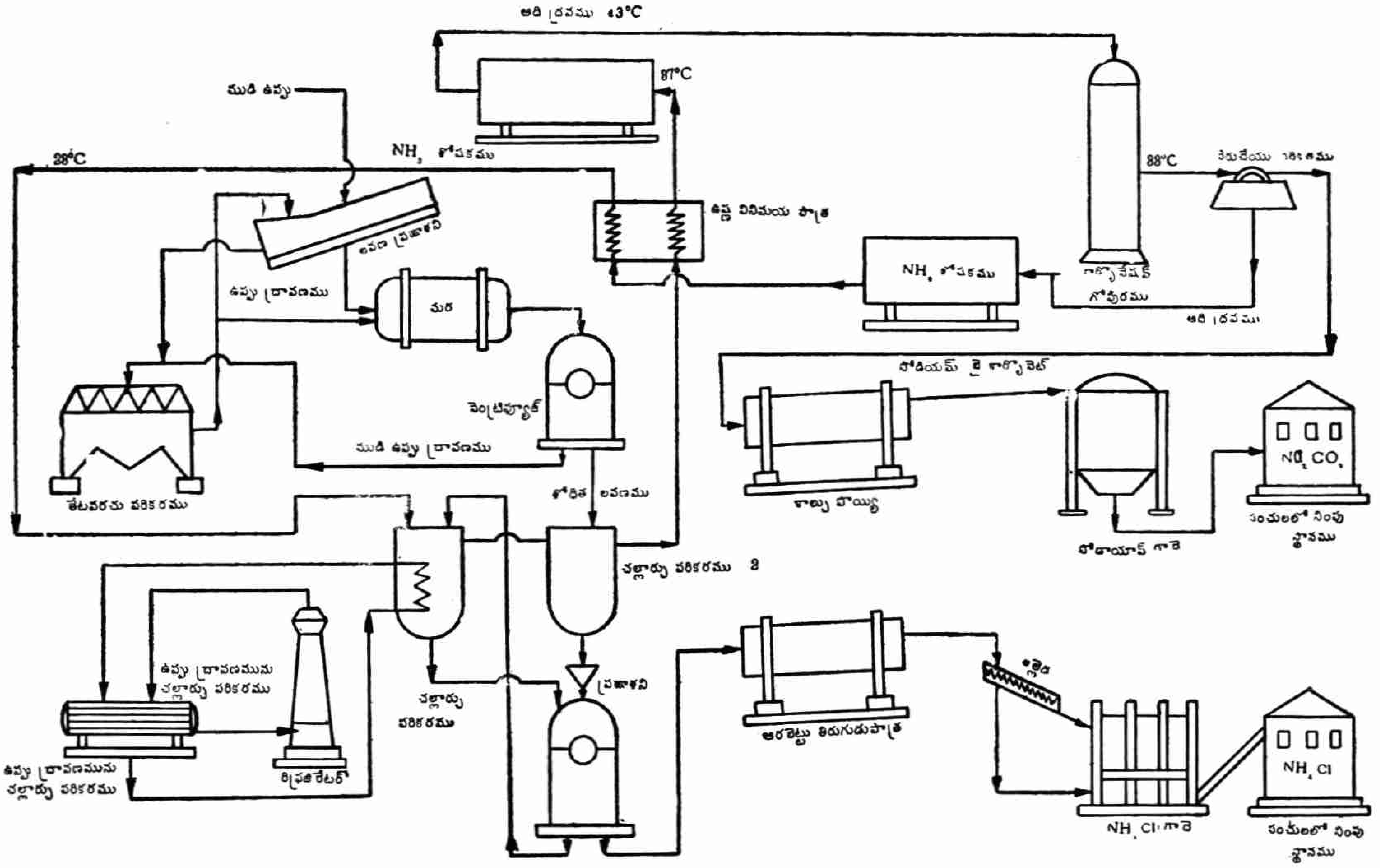
ద్రావణ పాత్రలనుండి పైకి వెడలు అమోనియా వాయువును పింగాణీ ముక్కల అస్తరు వేసిన (పెంకు ముక్కలను ఉంచిన) గోపురముగుండా పైకి పంపి, పైనుంచి క్రిందికి పారు నీటి జల్లులో ద్రావణము కావించి సేకరింతురు.

అమోనియమ్-సోడా జంట ప్రక్రియ: సముద్రము నీటిని (ఉప్పు ద్రవమును) శుద్ధపరచి, దానితో అమోనియాను కలిపి, ఆ ద్రావణములోనికి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను ప్రవేశపెట్టుదురు:

$$NH_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow NH_4HCO_3$$

$$NH_4HCO_3 \rightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl + NaHCO_3$$

ఫలించు సోడియమ్ బై కార్బొనేట్‌ను వడపోసి, అమోనియమ్ క్లోరైడ్ మాతృద్రావణమును (మదర్ లిక్కర్) రెండవ శీతలీకరణ స్ఫటికీకరణ గోపురము నుండి లభ్యమైన లవణ ద్రావణముతో 33°C నుండి 23°C వరకు శీతలీకరింతురు. తరువాత ఇది మొదటి స్ఫటికీకరణ గోపురములోనికి శీతలీకరణ, స్ఫటికీకరణ ప్రక్రియలను మరల కొనసాగించుటకు పంపు చేయబడును. ఒక ప్రాథమిక స్ఫటికీకరణ పరికరమును, మూడు గౌణ స్ఫటికీకరణ పరికరములను వాడుదురు. మొదటి శీతలీకరణ స్ఫటికీకరణ పరికరము శీతలీకరణ ప్రకియవల్లను, అమోనియా బాష్పీకరణము



చిత్రము - 3

అమోనియమ్ - సోడా జంట పద్ధతిని అమోనియమ్ క్లోరైడ్ తయారీ

వల్లను 5°C వద్ద ఉంచుదురు. అమోనియమ్ క్లోరైడ్ పెరిగిన స్ఫటికములు మొదటి శీతలీకరణ స్ఫటికీకరణ పరికరముల నుండి బయటకు తీయబడి ద్రవమును వేరుచేయుటకు ఈ స్ఫటికీకరణపరికరము నుండి లభ్యమగు స్వచ్ఛ శీతల ద్రవము రెండవ పరికరములోనికి – అనగా, అమోనీకరించు భాగములోనికి-ప్రవహించును. తడి స్ఫటికములను ఆరబెట్టి రోటరీ శోషణ పరికరములో కణముల క్రింద మార్చుచుండును. ఎరువుగా ఉపయోగించు అమోనియమ్ క్లోరైడ్‌ను పారిశ్రామికముగ తయారీ చేయుటకు ప్రక్క పుటలోని చిత్రము - 3 లో చెప్పిన జంట ప్రక్రియ తక్కిన వాటికన్న వాంఛనీయమైనది. ఏలన, దీనికి వలసిన ముడి ద్రవ్యము అమోనియా, ఉప్పు చాల చౌక. క్లోరిన్ చౌకగా, మెండుగా దొరుకునేని తటస్థీకరణ ప్రక్రియ కూడ ఆర్థికముగ లాభకరమే అగును. [చూ. ఎరువులు II; ఎరువులు-III].

యూరియా: జంతువుల మూత్రము నుండి యూరియాను వేరు చేయవచ్చును. అది ఒక సరళ సంఘట్టన కల కార్బన్ యౌగికము $\left(CO\begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix}\right)$. ఇందు నైట్రోజన్ ఒక ఘటకము. అది ఎరువుగా పనికి వచ్చును. నైట్రోజన్ ఎరువులలో కెల్ల దీనియందు నైట్రోజన్ భాగము గరిష్ఠశాతములో ఉండును (46%). నేల యొక్క స్వభావము ఎటులున్నను యూరియాను ఎరువుగా వాడవచ్చును. యూరియాకు ఆమ్ల, క్షార గుణములు లేవు. యూరియా యొక్క ఈ తటస్థగుణము దానిని సంచులలో ప్యాక్ చేయుటకు, పోలితీన్ సంచులలో నిల్వ ఉంచుటకు చాల అవకాశమును ఇచ్చును. అదిగాక దీని స్ఫటికములు పూసలు, చూర్ణము మొదలగు వివిధ రూపములలో మార్కెట్టులో పెట్టవచ్చును. పశువులకు దీనిని గ్రాసములో నాలుగవ వంతు కలిపినచో ప్రోటీన్‌వలె పుష్టికర పదార్థముగ పనిచేయును. గ్రాసమునందు దీని పాలు ఎక్కువైనచో పశువునకు విషముగ వర్తించును. కనుక, దీనిని కలుపుటలో కడు జాగరూకత ఆవశ్యకము. ఇదిగాక, ప్లాస్టిక్‌లను, ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లను తయారుచేయుటకు; తడిపినప్పుడు క్రొత్త బట్టలు తీసిపోకుండ ఉంచుటకు; అయన్ వినిమయ (అయన్ ఎక్స్‌ఛేంజి) రెసిన్‌లు, సల్ఫామేట్లు, సల్ఫోనిక్ ఆమ్లములు, తేలోసయనీన్ పూతరంగులు తయారు చేయుటకు విరివిగా ఉపయోగములో ఉన్నది.

భారతదేశము నందు 1964 - 65 లో 18,144 టన్నుల యూరియా తయారైనది. కాని, వినియోగము 2,68,087 టన్నుల వరకు పెరిగినది.

యూరియాను తయారుచేయు రాసాయనిక ప్రక్రియ: వాణిజ్య సరళిలో అమోనియా, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువుల రాసాయనిక సంయోజనవలన యూరియా తయారు అగుచున్నది. ఈ రెండు రాసాయనిక ద్రవ్యములను సంయోజించుటలో అమోనియమ్ కార్బొనేట్ అను మాధ్యస్థ యౌగికము ఒకటి ఏర్పడును. తరువాత అది ప్రక్రియలో జనించు వేడిమిచే నీటిని కోల్పోయి యూరియాగా మారును.

$$CO_2\ (\text{వా}) + NH_3\ (\text{వా}) \longrightarrow CO\begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix} +$$

37.4 కిలో కేలోరీల ఉష్ణము

$$CO\begin{matrix}NH_2\\ONH_4\end{matrix} \longrightarrow CO\begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix} + H_2O + 10.0\ \text{కిలో కేలోరీల ఉష్ణము}$$

యూరియా

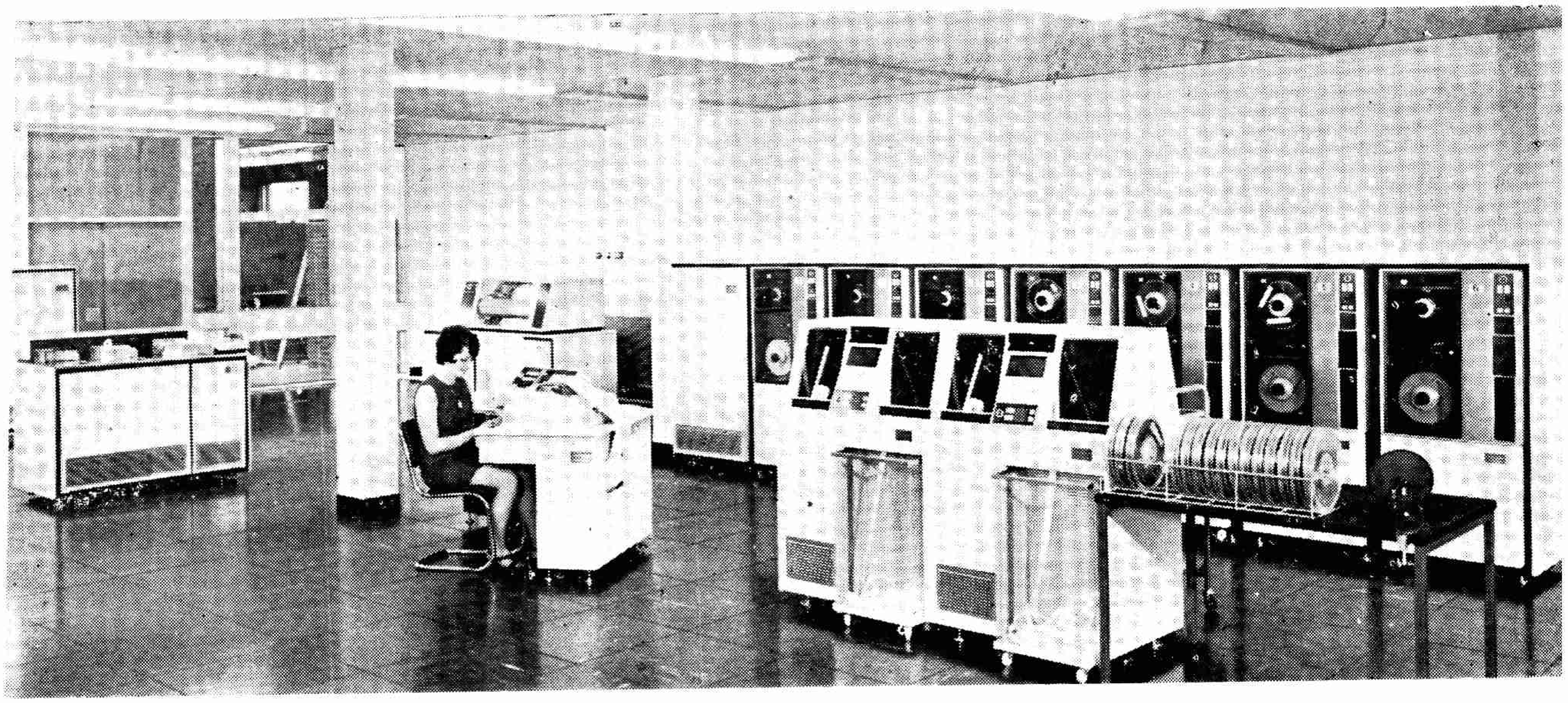
నూనెగనుల నుండి లభ్యమగు వాయువు, నాఫ్తా మొదలైనవి కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌గా మార్చుటకు పనికి వచ్చు ముడి ద్రవ్యములు. శుద్ధమైన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ఒకప్పుడు అమోనియా ఫ్యాక్టరీల నుండి ఉపోత్పన్నముగా లభ్యమగును. ప్రేరక ద్రవ్యముపై పంపి ఆక్సిజన్‌ను కార్బన్ డైఆక్సైడ్ నుండి పూర్తిగా తీసివేయుదురు. ఏలన ఆక్సిజన్ శేషము యూరియా తయారగు పాత్రలను తిని వేయును. నిర్జల అమోనియా పరిశుద్ధ స్థితిలో ఉండును.

పారిశ్రామిక ప్రక్రియ: అన్ని విధముల పారిశ్రామిక ప్రక్రియలకు మూల ప్రక్రియ ఒక్కటే. ప్రక్రియను పర్యవసానమునకు తీసికొనిపోవుటలో అనేక భేదములు ఉన్నవి.

యూరియా ద్రావణమును తయారు చేసెడు మొదటి ప్రక్రియ ఒకే దశలో ప్రక్రియను ఫలాంతము వరకు సాగనిచ్చుట; రెండవది: ఆంశిక పర్యాయ ప్రక్రియ (ఫలద్రవ్యములో సంయోగించకుండ ఉండిపోయిన ఘటకముల తిరిగి ప్రతిక్రియకు గురిచేయుట); మూడవది: సంపూర్ణ పర్యాయ ప్రక్రియ.

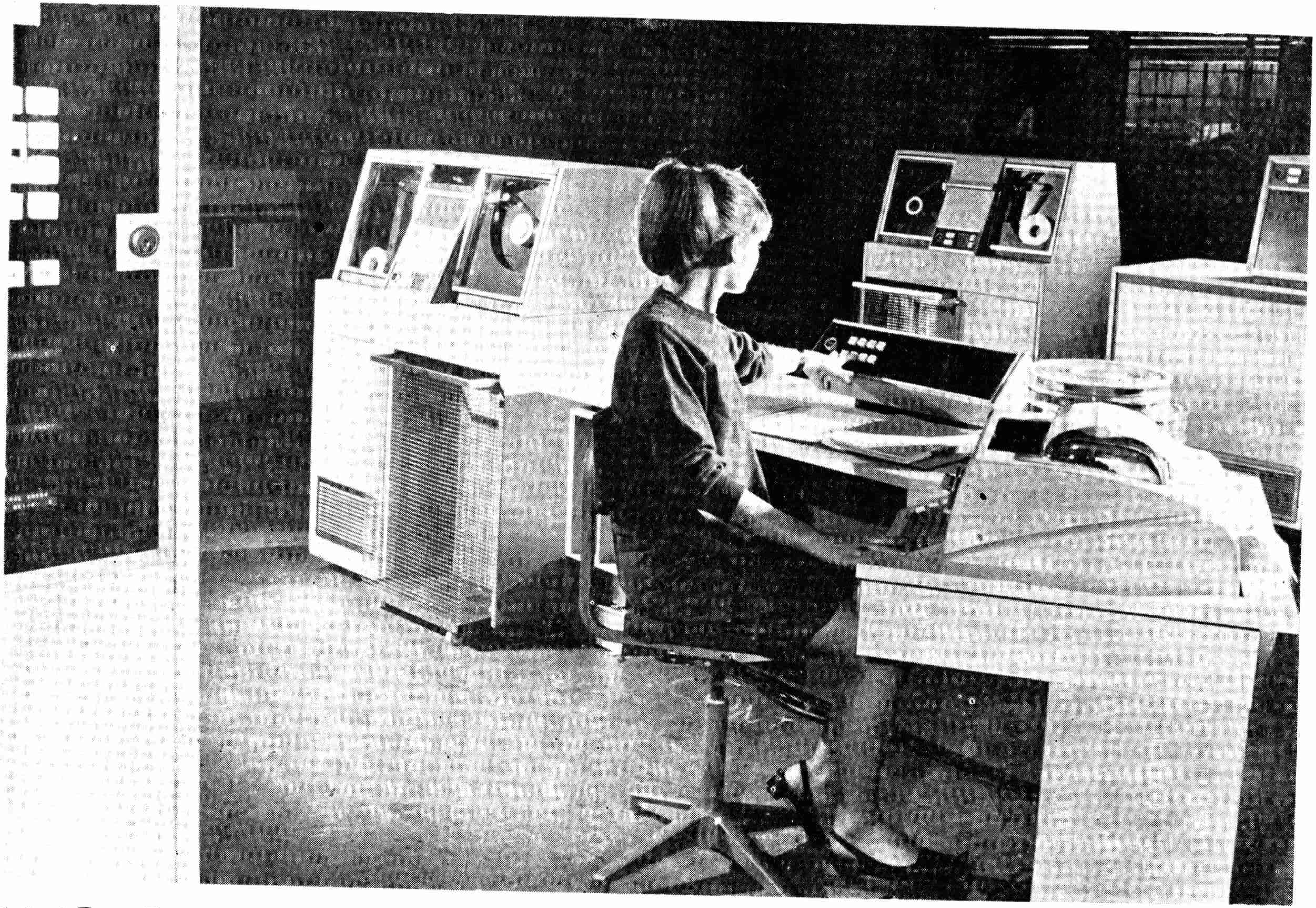
ఏకదశప్రక్రియ యందు రాసాయనిక ప్రక్రియలో పాల్గొనకుండ శేషించి ఉన్న అమోనియాకు ఇంకొక పారిశ్రామిక వినియోగము ఉన్నను లేదా కార్బన్ డైఆక్సైడ్ చౌకబారుగ అందుబాటులో ఉన్నను ఈ ప్రక్రియ చాల లాభకరమైనది.

పైన చెప్పినట్లు సంయోగమును చెందని ఘటక వాయువులను తిరిగి తొలి ప్రక్రియకు గురిచేయుదురు. దీనికి ఉన్న ఆక్షేపణ ఏమన: పర్యాయ ప్రక్రియలో పాల్గొను వాయువులపై ప్రేషము ఎక్కువ చేసిన ఎడల కావలసిన యూరి

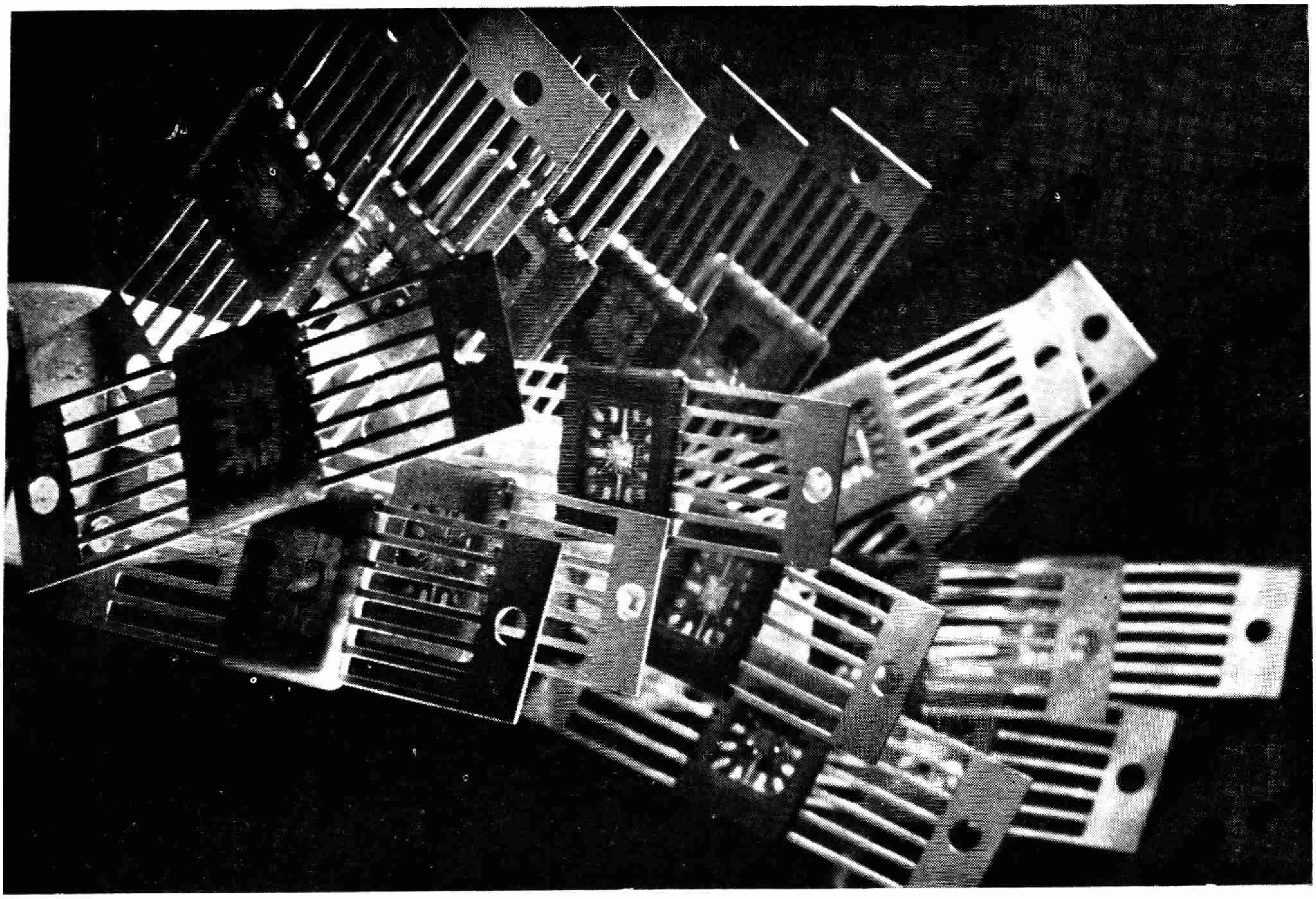


సిస్టమ్ 450 - కంప్యూటర్

సిస్టమ్ 1900 - కంప్యూటర్

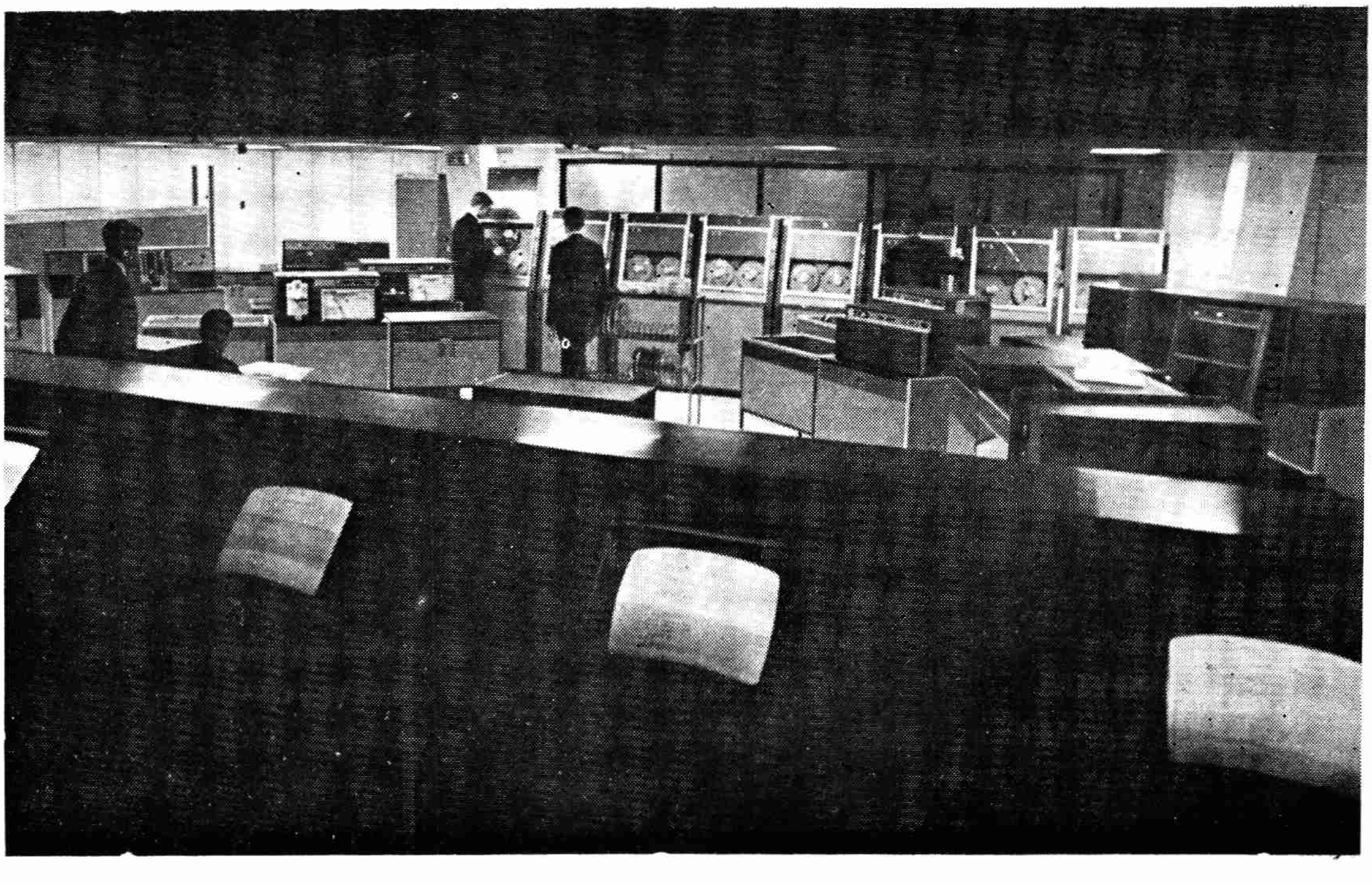


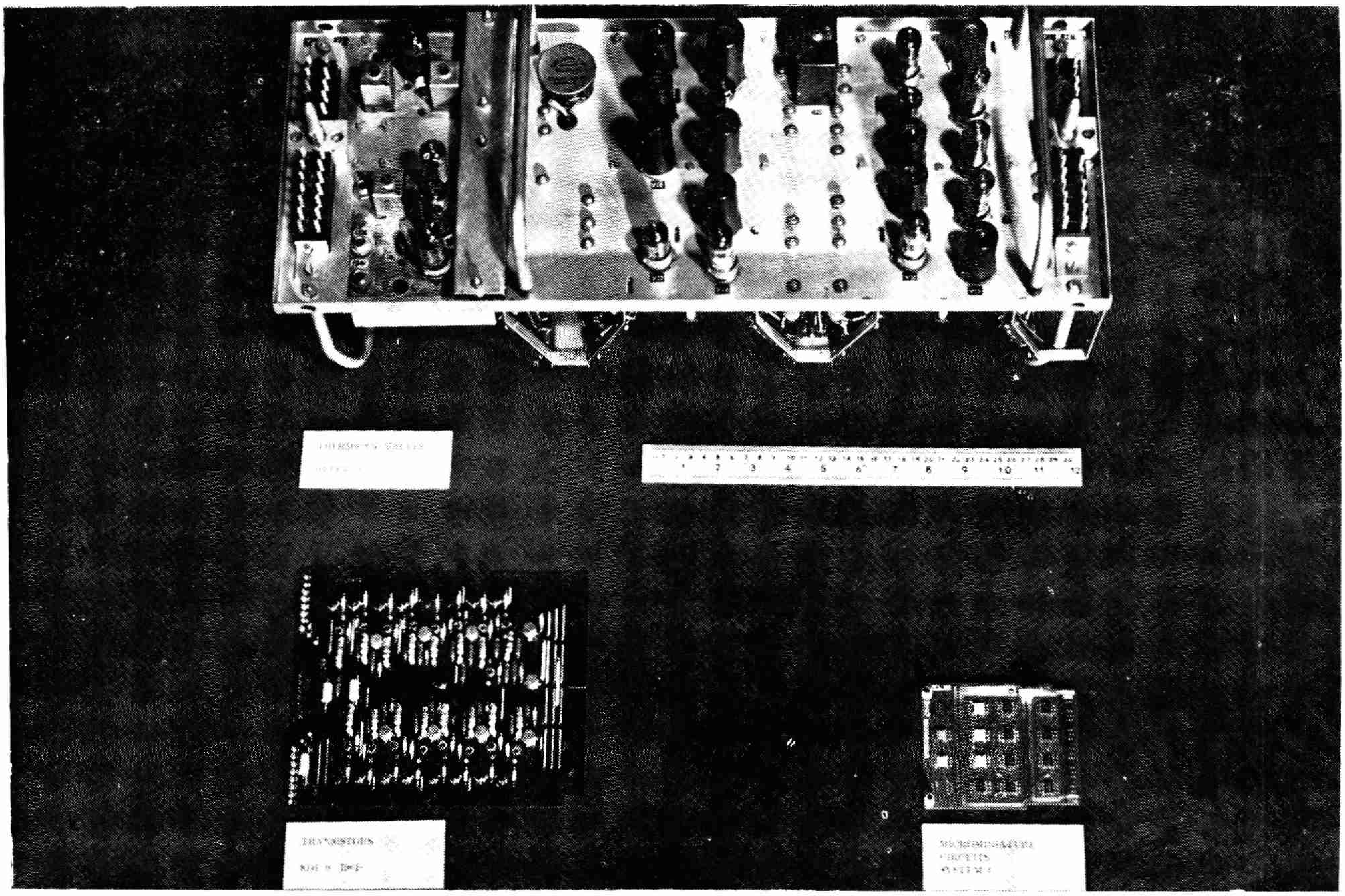
కంప్యూటర్ సిస్టమ్ 450 : ఇందు ఎడమ వైపున ఇంజనీరు కంట్రోల్ పేనల్‌తో కూడిన సెంట్రల్ ప్రాసెసర్‌ను చూడవచ్చును. కంట్రోలు బల్లవద్ద ఆపరేటర్ కూర్చుండుట చూడనగును



అతి సూక్ష్మ పరిమాణమున నిర్మితమైన మైక్రో ఇంటిగ్రేటెడ్ సర్క్యూట్లు (అసలుకు చాలరెట్లు చూపబడినవి). ఒక ఘ. సెం. మీ. లో వందలకొద్దీ విడిభాగములను అమర్చవచ్చును. ఇటువంటి సర్క్యూట్లు కంప్యూటర్ నిర్మాణమున వినియోగమగును.

ఇంటర్నేషనల్ కంప్యూటర్ లిమిటెడ్ వారి *I. C. L.* 1,900 వ్యవస్థ.





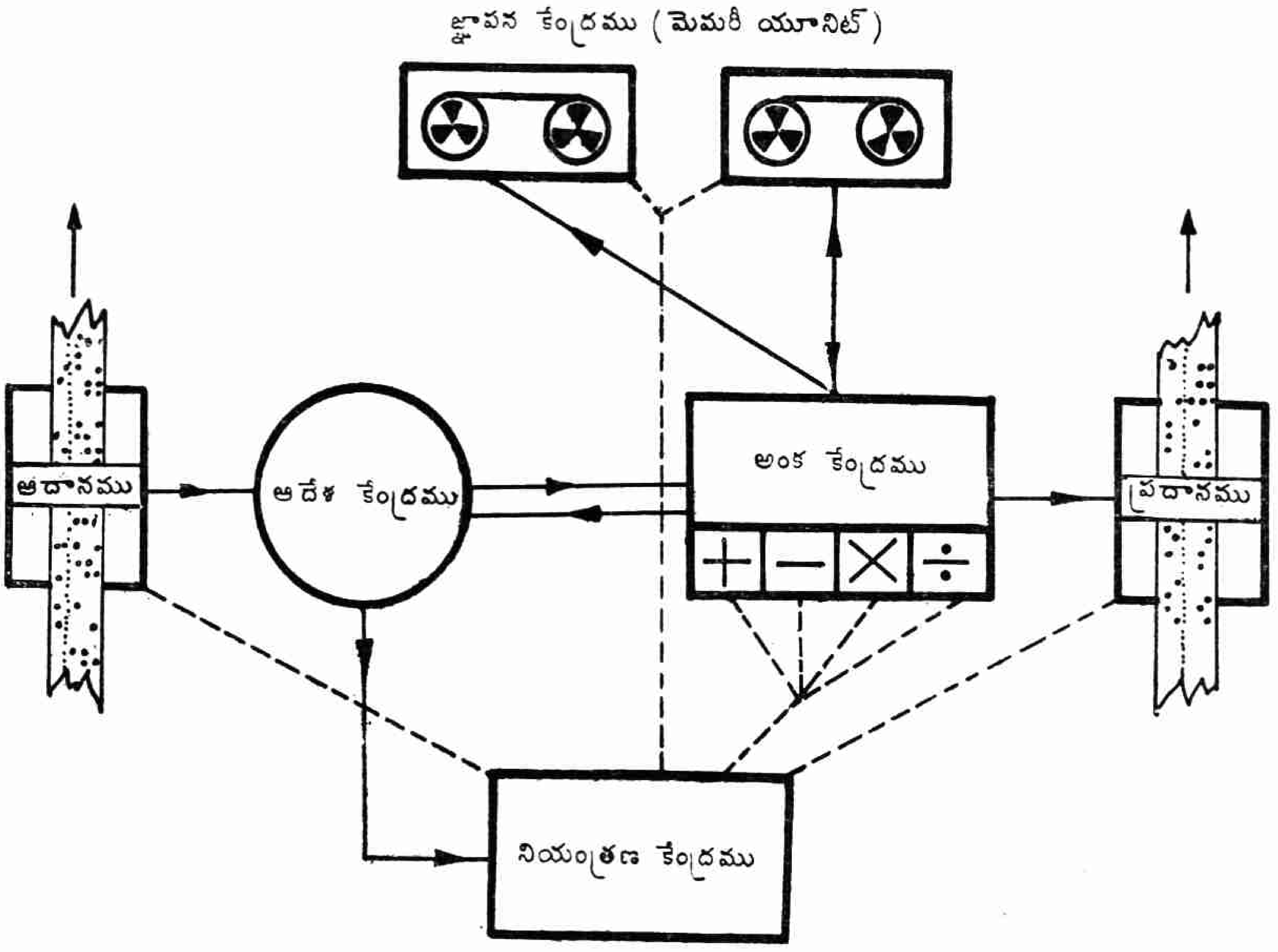
1954 - 68 మధ్య కంప్యూటర్ టెక్నాలజీ యందు పరిణామము. పై వరుసలో థెర్మియానిక్ వాల్వులను ప్రయోగించి సిద్ధపరచిన కంప్యూటర్ భారీ పరిణామము గలది. క్రింది వరుసలో ట్రాన్సిస్టార్‌లను ప్రయోగించి సిద్ధపరచిన కంప్యూటర్ సూక్ష్మ పరిమాణము గలది

ఇంటర్నేషనల్ కంప్యూటర్ లిమిటెడ్ వారి *I. C. L.* 1,900 కంప్యూటర్ A వ్యవస్థ

ఈ సంకీర్ణత కంప్యూటర్‌లోని అంగముల పరస్పర సంధానములలోను, ప్రవర్తక విధానములలోను ఉన్నంతగా కంప్యూటర్ యంత్రములోని భాగములు పనిచేయుటలో ఉండదు. ఎనలోగ్ కంప్యూటర్‌లోని గణన విధానము వలయ కళ (సర్క్యూట్ ఆర్ట్)ను చక్కగా వినియోగించు కొనును.

డిజిటల్ కంప్యూటర్: ప్రసిద్ధమైన 'అబేకస్ సిద్ధాంతము' [చూ. గణిత్ర యంత్రము; సం. 9-పు. 230] పైననే ఈ డిజిటల్ కంప్యూటర్ పని చేయును. అబేకస్‌లో వివిధ అంకములను తెలియజేయుటకు 'అక్షమాల'ను ఉపయోగించెదరు. పూసలను లెక్కించడము ద్వారా కూడికలు, తీసివేతలు చేయవచ్చును. డిజిటల్ సాధనములో కూడ గణిత విధానము అంతయు గణన చేయుట వలననే లెక్కింతురు. కాని, ఇందులో విద్యుత్ స్పందము ఉపయోగపడును. ఈ వలయములలో ఎలక్ట్రాన్ వాల్వులను కాని, ట్రాన్సిస్టర్లను కాని వాడుదురు. క్రియాశీలన విద్యుత్ స్వభావము కలదగుటచే కంప్యూటర్ చాల శీఘ్రతరముగ గణిత సమస్యలను పూరించుచుండును. సాధారణముగ లెక్కలు చేయునప్పుడు 0 నుండి 9 వరకుగల అంకెలను వాడుదుము. కాని, ఈ గణనమున ద్వికవిధానము (బైనరీ) లో రెండు అంకెలు 0, 1 లను ఉపయోగించుటవలన జరుగును. విద్యుద్వలయముల యొక్క మూయు, తెరచు రెండుస్థితులను సున్న, ఒకటులు చిహ్నితమై సహచర విద్యుద్వలయములలో నిలుపబడుతవి. ద్వికవిధానమువలన యంత్రమునకు అవసరమైన విద్యుద్వలయములు సరళమయినవి అగుటయే కాక, గణన విధానము కూడ సులభము. కాని, ద్వికవిధానములో చూపిన సంఖ్య దశాంక విధానములోని సంఖ్య కన్న మూడు రెట్లు పెద్దదిగా ఉండును. ఉదా: దశాంక విధానములో 5205 అను సంఖ్యలో ఒకట్ల స్థానము అయిదు, పదుల స్థానము సున్న, వందల స్థానము రెండు, వేలస్థానము అయిదు కాగా, ఈ సంఖ్యయే ద్వికవిధానములో 1010001010101 గా లిఖింపబడును. అంటే ఒకటవ స్థానము ఒకటి, రెండ్ల స్థానము సున్న, నాల్గుల స్థానము ఒకటి, ఎనిమిదుల స్థానము సున్న, పదార్ల స్థానము ఒకటి. ఈ విధముగా ఉండును. ఈ సాధనములో సంఖ్యలు సుదీర్ఘముగా ఉన్నప్పటికిని గణనమునకు ఉపయోగించు ఎలక్ట్రానిక్ విధానము, దశాంకములో పది అంకెలు గల సంఖ్యను, ఒక సెకనులో కొద్ది పదిలక్షల వంతు కాలములోనే కూడివేయును. గుణకారములకు, భాగహారములకు ఇంతకన్న కాలము ఎక్కువ పట్టినను, ఆ కాలము కూడ సెకనులో పదిలక్షల వంతుల పరిమితిలోనే ఉండును.

ఒక గణిత విన్యాసములో కంప్యూటర్ చూపిన శీఘ్రత్వమును చూచి, అది ఆ సాధనముయొక్క సమగ్ర శీఘ్రత్వముగా నిశ్చయింపరాదు. సమస్యా సాధనలో ఒక్కొక్క ప్రత్యేక దత్తాంశ సాధనలోని దీర్ఘ విధానములను, పరిణామములను సాధించుటకు అనువుగా ఉండు విధమును ఈ కంప్యూటర్ లో అమర్చవలెను. అనువైన ఇట్టి విధానమును అమర్చుటతో ప్రగతి మార్గములో పూలబాటలు విరిసి నాటి సాధారణ గణన యంత్రమునుండి, నేటి అసామాన్య 'స్వతశ్చలన అంక గణిత్రము' వెలసినది. ద్వికవిధానములోని అంకెల సంస్కరణకు నిదానమైన 'ధారణి (మెమరీ)' ఈ సాధనములో



చిత్రము - 1
డిజిటల్ కంప్యూటర్

ఉండును. ఈ ధారణి విధానముతో కలిసిన 'నియంత్రణ (కంట్రోల్)' విధానమువలన దీర్ఘ పరిణామములు సాధింపబడును. సంపూర్ణమైన గణిత్రములో 1. ఆదానము (ఇన్‌పుట్); 2. ప్రదానము(అవుట్‌పుట్); 3. గణిత విభాగము; 4. ధారణి; 5. నియంత్రణి అను అయిదు **విభాగములు** ఉండును.

'పంచ్‌ కార్డు'లో గాని లేదా 'టేపు'లో గాని ఉన్న దత్తాంశమును ఆదానముగ గ్రహించి గణిత్రపు పరిభాష లోనికి అనువదించును. ఈ పరిభాష ద్వికవిధానములో విద్యుత్‌స్పందన మాల రూపములో ఉండును. ఈ ఆదానములో సాధించవలసిన సమస్య యొక్క ప్రాథమిక దత్తాంశమే కాక, గణిత్రమునకు విధించిన కార్యక్రమము (ప్రోగ్రాము)లు అనబడు 'ఆజ్ఞలు' కూడ ఉండును. నియంత్రణి విభాగము, ధారణి విభాగము, గణిత్ర విభాగము కలిసి ఆదానములోని విషయమును ఆకళించుకొని, ప్రత్యుత్తరములను సమాయత్త పరచుకొని, సమగ్ర ఫలితములను విద్యుత్ స్పంద మాలల రూపములో ప్రధాన విభాగమునకు అందించును. అప్పుడు ప్రధాన విభాగము ఈ ఫలితములను కావలసిన విధముగా మార్పు చేయును. ఉదా : దశాంక విధానములో ఫలితములు కావలసి ఉన్నచో, ఆ విధముగ విద్యుత్ స్పందమాలలను ప్రధాన విభాగము అనువదించి చూపును.

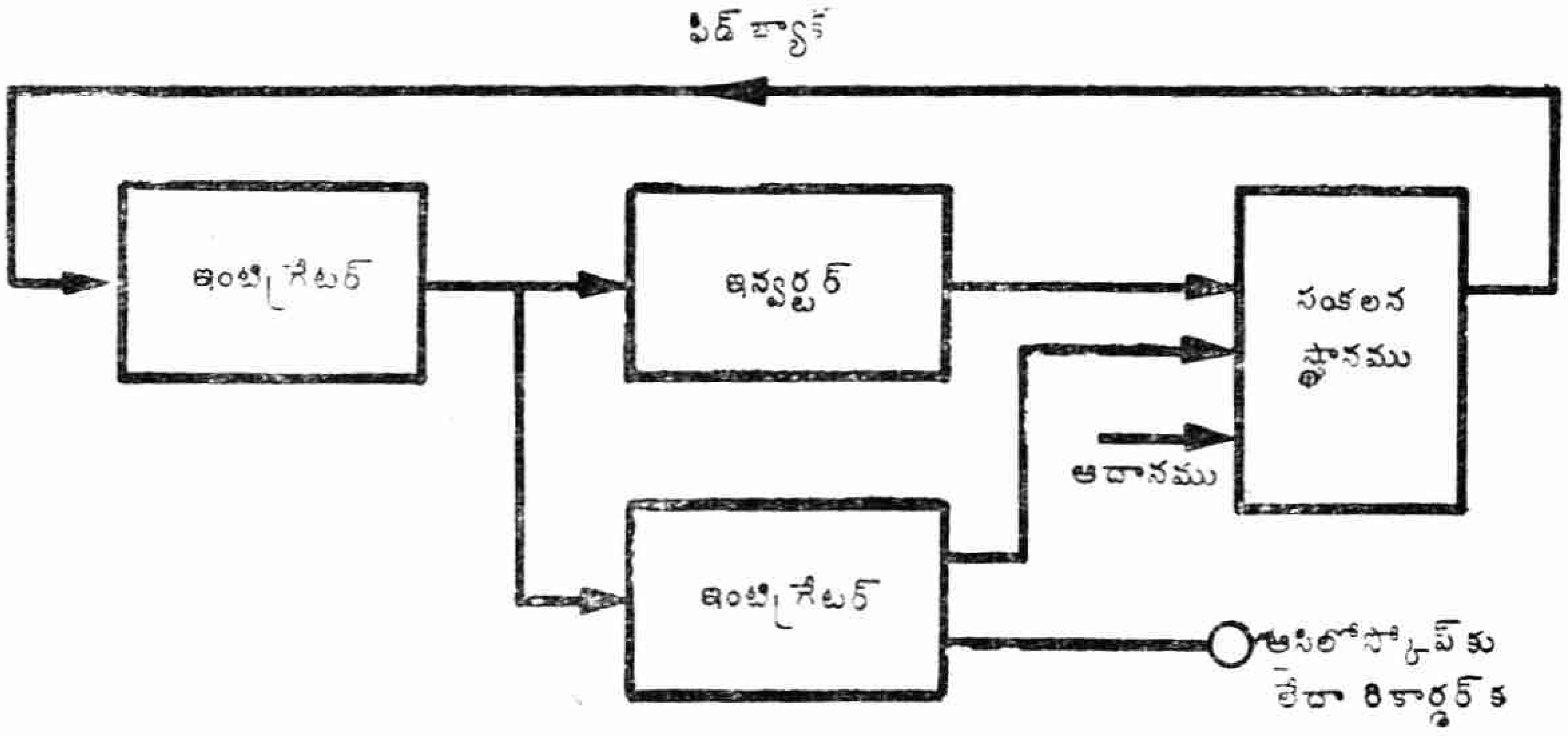
ఈ ధారణాంగమును సాధారణముగా అయస్కాంత గుణము గల పదార్థముతో చేయుదురు. ఇది 'పట్టీ' రూపములో కాని, మృదంగమువలె కాని, వలయాకారమున కాని ఉండును. సముదాయములో అయస్కాంతీకరింపబడిన ప్రత్యేక అంకెలు '0' గాని, '1' గాని ఉండును. ధారణ సామర్థ్యము ద్వికవిధానములోని అంకెలలో నిరూపింపబడును. ఇట్టి అంకెలు ధారణ విభాగములో సంగ్రహింపబడును. ఆధునిక సాధనములలో ఈ సంగ్రహించిన అంకెలు పదిలక్షల మేరకు ఉండును.

ముఖ్యమైన కొన్ని తార్కిక వివేచనలను ఈ యంత్రము యాంత్రికముగా నిర్వర్తించును. కూడిక, తీసివేత, గుణకారము, భాగహారము వంటి అంకగణిత పరికర్మలను అవలీలగా పరిష్కరించును. రాశులను తైపారువేయుట గతములో ధారణియందు సంచయించిన గణిత విన్యాసములను సంప్రతించును; నిర్దిష్ట పూర్ణాంకము (డెఫినెట్ ఇంటెగ్రల్స్)ల విలువ కనుగొనును; అంతరీకరణ (డిఫరెన్షియల్) సమీకరణములను సాధించును. ఈ విధముగా ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్ అనేక గణిత వ్యాపారములను అవలీలగ నిర్వర్తించగలదు.

డిజిటల్ కంప్యూటర్ యొక్క సామర్థ్యము అంక వ్యాపారమునకు మాత్రమే పరిమితమైనది కాదు. స్ఫాటిక శాస్త్రము (క్రిస్టలోగ్రఫీ), ఖగోళ శాస్త్రము (అస్ట్రానమీ), వాతవరణ శాస్త్రము (మీటియోరాలజీ), అస్త్రవిద్య (బాలిస్టిక్స్), నిర్మాణ ఇంజనీరింగు (స్ట్రక్చరల్ ఇంజనీరింగు), విద్యుత్తు మొదలయిన విజ్ఞాన శాస్త్రములకు, ఇంజనీరింగుకు సంబంధించిన విస్తారమైన శాఖలలోని సమస్యలను కూడ డిజిటల్ కంప్యూటర్ సాధించును. ఉదా: నిర్దేశిత అస్త్రవిధానము (గైడెడ్ మిసైల్) [చూ.] కంప్యూటర్ ఒక నిమిషములో వేయి విధములయిన విశేషములను స్వీకరించి, పదిలక్షల గణనములు చేసి, అంతరిక్షములో ప్రయాణించుచున్న అస్త్రము యానమార్గమును నిర్ణయించుకొనుటకు, అవసరమయిన మార్పుకొనుటకు వలసిన సంకేతములను సంతరించును. అత్యధిక గణనశక్తి-అత్యధిక ధారణయుక్తి కలిగిన డిజిటల్ కంప్యూటర్‌లు వ్యాపారలోకములను, పరిపాలనా విధానములను, సాంఘిక కార్యక్రమములను ప్రభావితము చేయును. అభివృద్ధిచెందిన దేశములలో సేద్యఫలముల ప్రణాళికలు జాతీయ ప్రమాణములో రూపొందించుటకు, ఫ్యాక్టరీ పర్యవేక్షణకు, భీమాలు (బ్యాంకింగ్) విషయములలోను, రహదారులలో జన సమ్మర్దమును నియంత్రించుటకు వంటి అనేకములయిన కార్యములను సంబాళించుటకు కంప్యూటర్ వినియోగమగుచున్నది. గ్రంథాలయములోను, వైద్య విషయములను భద్రపరుచుటలోను ఈ సాధనము ప్రయోజనపడుచున్నది. ఒక భాషనుండి ఇంకొక భాషకు అనువదించుట వంటి భాషాంతరీకరణ కార్యరంగమున కూడ కొంతవరకు విజయము సాధించినది. చదరంగము ఆడుట, సంగీతము సమాకల్పనచేయుట, కవిత్వము వ్రాయుట ఈ సాధనముల యొక్క వైవిధ్య సామర్థ్యమును నిరూపించును. నేడు ఈ విషయములు కొన్నింటిలో గణిత్రము యొక్క వ్యాపారము అసమగ్రముగా తోచినా సత్వరముగా అభివృద్ధి సాధింపబడును.

ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ : ఈ వర్గమునకు చెందిన గణిత్రము విభిన్న సంఖ్యలతోగాక నిరంతరముగా మారు పరిమాణము గల రాశులతో సంబంధించి ఉండును. ఈ సాధనము భౌతిక సంఘటనలకు, గణిత్ర వ్యాపారములకు చక్కటి సామ్యమును సంఘటించును. ఈ నాడు వ్యాప్తిలో ఉన్న ఎనలోగ్ కంప్యూటర్లలో జాలవిధాన వ్యవచ్ఛేదకము (నెట్‌వర్క్ ఎనలైజర్) లు. బీజ విషయిక సమీకరణ సాధనలు, వర్గమూల సాధనలు, ఇంకను అతిముఖ్యమైనట్టి అంతరీకరణ (డిఫరెన్షియల్) వ్యవచ్ఛేదకములు మొద

లయిన రకములు ఉన్నవి. 'కెల్విన్ చక్రము', 'డిస్క్ ఇంటిగ్రేటర్' ను ఉపయోగించి మొట్టమొదటగా అంతరీకరణ వ్యవచ్ఛేదక సాధనమును నిర్మించిరి. కాని, ఇట్టి సాధనము యొక్క పరిమాణము, నిర్మించుటకు వెచ్చించవలసిన ధనము అధికమగుటచే వేరొక కుశలమైన విధానమును పరిశీలించవలసిన అవసరము ఏర్పడినది. ప్రవర్తక వర్ధకములు (ఆపరేషనల్ ఆంప్లిఫయర్) అని పిలువబడు 'ఎలక్ట్రానిక్ ఆంప్లిఫయర్'ల వినూతన సృష్టివలన ఎలక్ట్రానిక్ అంతరీకరణ వ్యవచ్ఛేదకములు ప్రాదుర్భవించినవి. బహువిధఉపయోగము గల ఈ వ్యవచ్ఛేదకము నేడు విస్తృతముగా వాడుకలో ఉన్నది. ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ లకు ఈ ప్రవర్తక వర్ధకములు కట్టడపు రాళ్ళవలె ఉపయోగించును. దానివలన కాలమును బట్టి మారుచూ ఉండు పరిమాణములకు సంబంధించిన కూడిక, తీసివేత, చయనీకరణము (ఇంటిగ్రేషన్)లు, అంతరీకరణము (డిఫరెన్షియేషన్)లు ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ లు నిర్వర్తించును. గుణకారము, భాగహారము, త్రికోణమితి సాధనలు నిర్వర్తించుటకు ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ కు ప్రత్యేక విధానములు సహాయముచేయును. అంతరీకరణ సమీకరణ సాధనలో సమస్య వరుసగా చయనీకరణము, విలోమము (ఇన్ వెర్షన్), సంకలనములు వంటి క్రమ పద్ధతిలోనికి వింగడింపబడును. సక్రమ పద్ధతిలో యాంత్రిక వ్యాపారములను నిర్వహించుటకు ఆ యా విభాగములు పనిలోనికి పూన్పబడును. కంప్యూటర్ కు పనిని నియోగించుటకు వివిధ భాగములను యుక్తరీతిలో సంధానింతురు.



చిత్రము - 2. ఎనలోగ్ కంప్యూటర్

మొదట నిర్మించిన ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ 'గన్ సైట్' కంప్యూటర్ గా ఉపయోగింపబడినది. సాధారణ అవసరములను నిర్వహించు కంప్యూటర్ నిర్మించిన వెంటనే దానిని విమాన పరిశ్రమ చేపట్టినది. సురక్షిత యానమున 'వాతప్రమాణ పర్యవేక్షణ' విధానములోను, మితవ్యయము కొరకు నిర్మించు ఆటోపైలెట్ వంటి స్వయం చోదక విధానములలోను ప్రాథమిక పరిశీలనలు చేయుటకు ఇది ఉపయోగింపబడుచున్నది. ఈ నాడు పరిశోధనాలయముల లోను, వ్యాపార సంస్థలలోను ప్రపంచమంతటా పెద్దవి, చిన్నవి ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ లు వాడుకలో ఉన్నవి. పరమాణు పేర్పులో స్థిరత్వమును పరిశీలించుటకును, వేగ నియామకములను పరిశీలించుటకును, రైలు పెట్టెలలోను, మోటారు కారులలోను తన్యతను కనిపెట్టుటను, ద్రవ ప్రవాహములలోను, ఉష్ణతా ప్రసరణలోను, నాన్ లీనియర్ విద్యుద్వలయములలోను, నియంత్రణ విధానముల లోను, ఇంకనూ చాల విధములయిన పరిశీలనలలోను ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ ను వాడుచున్నారు.

డిజిటల్ కంప్యూటర్ తో పోల్చి చూచిన ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ నిరాడంబరముగాను, సరళముగాను కనిపించును. డిజిటల్ కంప్యూటర్ లోని సూక్ష్మపరిశీలనతో ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ సాటిరాదు. అయినప్పటికి, ఇంజనీరింగుకు సంబంధించిన చాల సన్నివేశములలోను, సమస్యలలోను సూక్ష్మతతో యథార్థ్యం తెలియరానప్పుడు, సరళమైన ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ ఉపయోగపడును. పరిశీలకుల ఆలోచనలకు ప్రబల సహాయకారిగా ఉండు సాధనమును నిర్మించుటకు నేడు పరిశీలనలు జరుగుచున్నవి. నిర్మాణములోను, ప్రవర్తనలోను ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ ఈ క్రొత్త సాధనమునకు సరూపముగా ఉండుటకు కూడ ఒక ప్రయోజనమే అయినది.

అనువైన చోట ఉపయోగించుటకు డిజిటల్ కంప్యూటర్ లోని కొన్ని సుగుణములను, ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ లోని కొన్ని సుగుణములను కలిపి సమీకరించుట ప్రస్తుతము ఆచరించుచున్న విధానము యొక్క స్వభావమై ఉన్నది దీని ఫలితముగా సంకర గణిత్రము ఒకటి ఉద్భవించినది. ఈ విధానము ముఖ్యముగా పరిశ్రమలలో ప్రక్రియా నియంత్రణ(ప్రాసెస్ కంట్రోల్)లో ఆచరించుట సువ్యక్తము. విజ్ఞానశాస్త్ర పరిశోధనలందు ప్రాథమికావస్థలో సమస్యను అవగాహనము చేసికొనుటకు ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ ను ఉపయోగింతురు. విస్తృతము, అత్యధికముగా నిశ్చితము అయిన, అంతిమ విపులీకరణలను సూక్ష్మ

తతో కచ్చితముగా సాధించుటకు గాను డిజిటల్ కంప్యూటర్‌ను ఉపయోగింతురు. ఇప్పుడు జంతు సంబంధమయిన సరళ చేష్టలను అనుకరించు యంత్రములను నిర్మించుటకు శాస్త్రజ్ఞులు పరిశీలనలు జరుపుచున్నారు. మరి కొన్ని దినములలో జ్ఞానము ఉన్న యంత్రములకు నాందిగా ఈ కృషి మారును. భవిష్యత్తులో నిర్మించబోవు ఈ జ్ఞానము ఉన్న యంత్రములు, గతములో సమస్యాసాధనలోని అనుభవములను అర్థము చేసికొని, జ్ఞాపకము ఉంచుకొని, శ్రమ లేకుండా, దోషములు లేకుండా లక్ష్యములను సాధించును.

చదరంగము ఆటలో గాని, సంగీతము సమాకల్పనచేయుటలో గాని ఈ యంత్రము సృజనాత్మకముగా ఉండలేదు. మానవుడు ముందుగా ఈ యంత్రమున నిక్షేపించిన ప్రవర్తన నియమముల ప్రకారమును మాత్రమే ఇది అనుసరించగలదు. గతములోని మానవానుభవము మలచినంత మేరలోనే ఈ యంత్రము నిలుచును. ఒక కవిలో గాని, చదరంగములో ప్రవీణునిలో గాని కనుపించు సహజ జ్ఞానపు మెరుగులు, ఉత్సాహపు పరుగులు ఈ సాధనమునకు లేవు. కాని, ఇట్టి అధిక గుణాన్వితమైన సాధనము ఎప్పటికైనా నిర్మింపబడకపోదని మానవుని దృఢ విశ్వాసము. జ్యామితిలోని కొన్ని సిద్ధాంతములను సాధించుటకై నియోగింపబడిన ఒక కంప్యూటర్ ఇంతకు ముందు ఏ గణితశాస్త్రజ్ఞుడు ఆలోచించని అపూర్వము, ఆకర్షణీయము అయిన ఉపపత్తులను సాధించినది.

క్రమముగా ఇప్పటికే కొన్ని మానవ ప్రవర్తనల లక్షణములను యాంత్రికముగా సాధించుటకు తీవ్ర కృషి జరిగినది. ఆకర్ణనమునకు ప్రతి విధానము కల్పింపబడినది. దృష్టి విశేషములకు ప్రతి విధానము గ్రహింపబడినది. ఉచ్చారణ సంకలనము చేయబడినది.

ఇంక అంతిమ లక్ష్యము మానవ మస్తిష్కమునకు యాంత్రిక ప్రతిరూపము నిర్మించుటయే. మానవుని మెదడులో ‘న్యూరాన్లు’ అను వేయి కోట్ల విడి విడి జీవకణములు ఉన్నవి. ఇందులోని ఒక్కొక్క జీవకణము పదిలక్షల అన్యజీవకణములతో సంకీర్ణముగా సంయోజింపబడి ఉండును. ఇట్టి మస్తిష్కమునకు సరియైన ప్రతిరూపమును నిర్మించుట దుస్సాధ్యమైన విషయము అయినా, సమధిక మానసిక చింతనకు అవసరమగు మస్తిష్క విభాగమును ఎలక్ట్రానిక్ వలయ విధానముతో నిర్మించు చాతుర్యమును మానవుడు తప్పక మున్ముందు సాధించగలడు అనుటకు ఆతనికి గల అచంచల ధీరత్వమే నిదర్శనము [చూ. సమీతు - పు. 114].

ఎస్. సం.

ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము : ఎలక్ట్రానిక్స్ పారిశ్రామిక ఉపయోగములలో ప్రైమింగ్ వలయములు, కిరణ విద్యుత్ గణనము, రంగస్థలములలో మందకాంతిని కొలుచుటకు, మోటారు నియంత్రణకు, రెసిస్టెన్స్ ఆర్క్ వెల్డింగు, రేడియో పౌనఃపున్యపు ఉష్ణీకరణ మొదలగునవి చాల కలవు. ఎలక్ట్రానిక్స్ ఉపయోగములకు ఎట్టి అవధులు లేవు. ఇంజనీరు యొక్క నైపుణి, బుద్ధి కుశలతను బట్టి శాస్త్ర విజ్ఞానములో ఏ విభాగమునకైనను ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రమును ప్రయోగించ వచ్చును.

విడి విభాగములు ; ఎలక్ట్రాన్ గొట్టములు, సెమీకండెక్టరు రూపములు—సాధారణ డయోడ్, ట్రయోడ్. బీమ్, పవర్ గొట్టము, పెంటోడ్ వంటి సాధారణ భాగములతో బాటు హై వాక్యూమ్ (అధిక నిర్వాత)గొట్టము, కిరణ గొట్టము, తైరట్రాన్, ఇగ్నిట్రాన్, సెండిట్రాన్ వంటి వాయుపూరిత గొట్టములు, కేథోడ్ కిరణగొట్టము వంటి ప్రత్యేక రకములు వాడబడును. సెమీకండెక్టరులో ట్రాన్సిస్టార్ చాల ముఖ్యమైనది. వీటితోపాటు రెసిస్టెన్స్, ఇండక్టెన్స్, కెపాసిటెన్స్, శాచ్యురేటెడ్, రియాక్టర్లు వంటి పరికరములు కూడ ఉపయోగింపబడుచున్నవి.

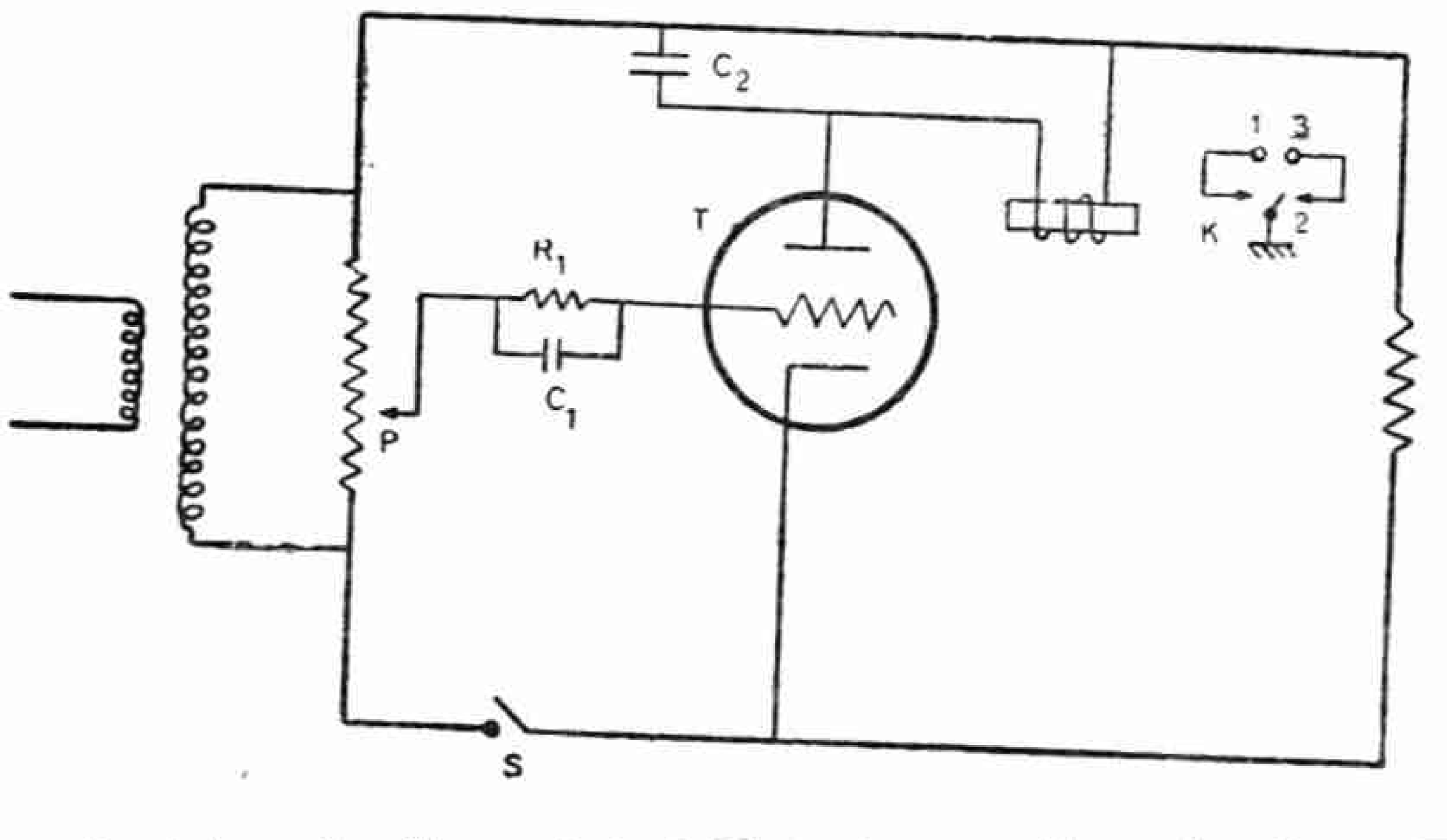
ఎలక్ట్రానిక్ రిలే : విద్యుత్ వలయమున ఒకే వలయములోగాని, మరియొక వలయములోగాని ఇతర పరికరములకు, సాధనములకు ప్రవర్తన కలిగించు వ్యాపారమే రిలే. రిలే ముఖ్యసూత్రము-ప్రవర్తన ఉత్పాదించుటకు అతి తక్కువ విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగించుకొని, ఇతర వలయములో బృహచ్ఛక్తిని నియంత్రణ చేయగలుగుచున్నది. ఒక యాంత్రికములో గాని, విద్యుత్ వలయములోగాని పని జరిపించుటకు రిలేను వాడవచ్చును. రిలే ముఖ్యముగా అంతర్భాగమైన కోర్‌కు చుట్టబడిన చుట్ట. ఒక జత తాకుడు (కాంటాక్టు) రేకులు, ఒక ఆర్మేచర్; ఆర్మేచర్ ఒక స్ప్రింగు సహాయముతో ఒక స్పర్శను అంటబెట్టుకొని ఉండును. చుట్ట ద్వారా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహము చుట్టలో ఉత్తేజమును కలిగించినప్పుడు స్ప్రింగు సహాయముతో ఆర్మేచర్ ఆకర్షింపబడినప్పుడు ఆర్మేచర్‌కు తగిలించిన తాకుడు రేకులు చలించును. ఈ సంచలన ఫలితముగా రెండు స్పర్శల మధ్య ఎడము మూసికొని పోవచ్చును లేదా స్పర్శలను వేరు చేయవచ్చును. మూసికొన్నప్పుడు స్పర్శల మధ్య వలయమును విడి విద్యుత్ చేరిక వలయమును భంగపరచును. ఇట్లు స్పర్శలు మూయబడుట గాని, తెరవబడుట గాని జరుగుచుండును. మొదటి రకపు స్పర్శలను సాధారణముగా తెరవబడిన స్పర్శలనియు, రెండవ రకపు స్పర్శలను సాధారణముగా మూయబడిన స్పర్శలనియు చెప్పుదురు.

నియంత్రణ వలయములోని విద్యుత్ ప్రవాహపు చర్య వలన విమోచనము (రిలీజు) చేయుటకు గాని, పనిచేయుటకు గాని పట్టెడి కాలమును బట్టి రిలేలు శీఘ్రముగ పనిచేయునవియు, ఆలస్యముగ పనిచేయునవియు, శీఘ్రముగా విమోచనము చెందునవియు, ఆలస్యముగా విమోచనము చెందునవియు అను నాలుగు విధములుగా వింగడింపబడినవి.

రిలేలలో ఉపయోగింపబడెడి స్పర్శలు వివిధ రకములుగా, వివిధ స్వరూపములుగా ఉండును. ఈ స్పర్శలు వెండి, టంగ్‌స్టన్, పెల్లేడియమ్ వంటి ధాతువులతోను, ఇతర ధాతు మిశ్రములతోను తయారు చేయబడును. వీనివలన స్పర్శలు మూసికొన్నప్పుడు వెల్డింగు ప్రక్రియలో ఎక్కువగా వేడెక్కుట, టంకము ముద్దగా పడుట మొదలగునవి నివారింపబడును. స్పర్శలు తెరువబడినప్పుడు చాపము (ఆర్కింగ్) వచ్చుట కూడ నివారింపబడును. ఏ. సి. విద్యుత్ ఉపయోగింపబడు రిలేలో ధ్రువముఖ భాగము మీద షేడింగ్ చుట్టను ఉపయోగించుటచే విద్యుత్ ప్రవాహపు ప్రవృత్తిచే స్పర్శలు చేయు కిలకిల శబ్దము రాదు.

అనేక ఉపయోగములలో రిలే నియంత్రణకు రిలే చుట్టను పనిచేయింప గలిగినంత విద్యుత్తును జనింపచేయక పోవచ్చును. అట్టి సమయములందు వలయములో ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహమును ఎక్కువచేయుటకు ఆంప్లిఫయర్‌ను ఉపయోగించవలయును. అప్పుడు ఆ వలయము ఎలక్ట్రానిక్ రిలే అని చెప్పబడును.

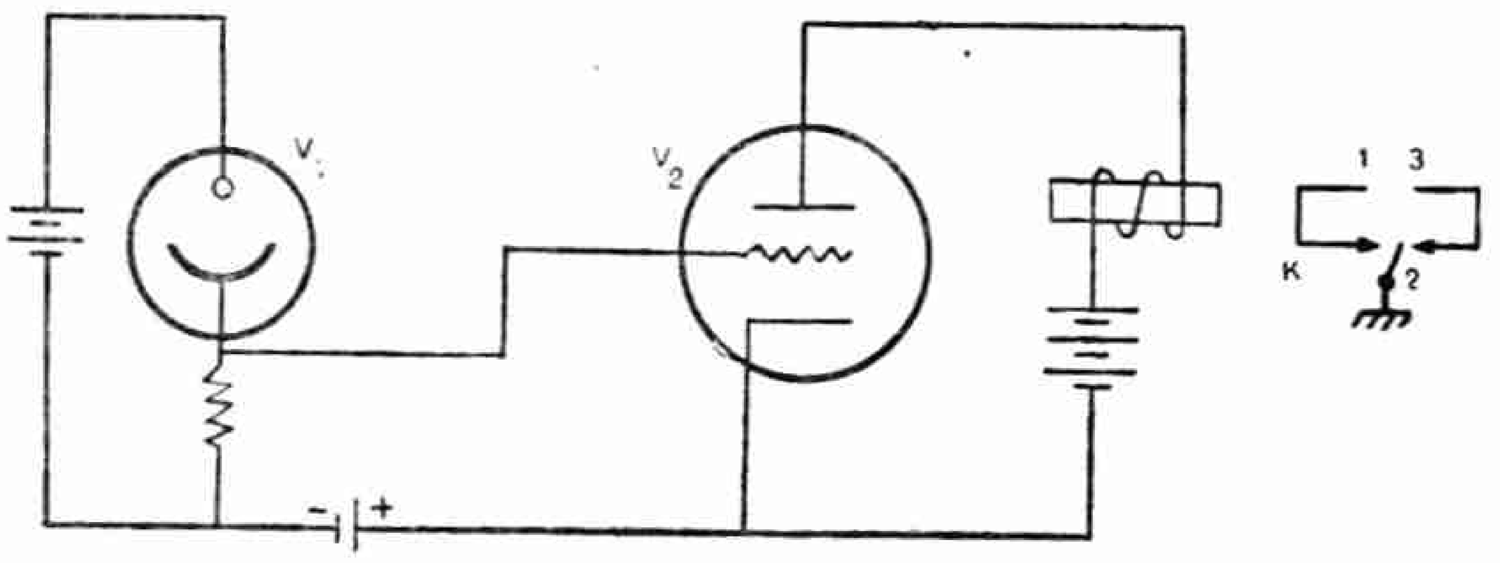
కొన్ని సందర్భములలో మాత్రమే రిలే మూలకముగా వలయనియంత్రణ నిర్దిష్ట కాల విరామము అనంతరము పని చేయును. ఇట్టి ప్రసారమును 'టైమ్ డిలే రిలే' అందురు. చిత్రము-1 సాధారణ ఏ. సి. టైమ్ డిలేతో రిలే ప్రవృత్తిని సూచించును.



చిత్రము-1. T. ఆంప్లిఫయర్ గొట్టము; K. రిలే; P. టైమ్ డిలే నియంత్రణ; S. మీట; C_1 & C_2 కండెన్సరు.

కండెన్సరు C_1 విద్యుత్తును R_1 ద్వారా కావలసినంత ప్రవహింపచేసినప్పుడు K రిలే శక్తిమంతము చేయబడును. ఈ ప్రవాహము A. C. లో ధన సంబంధమైన దానినే C_1 ద్వారా ప్లేటుకు అందునట్లు చేయునదిగా ఉండవలెను.

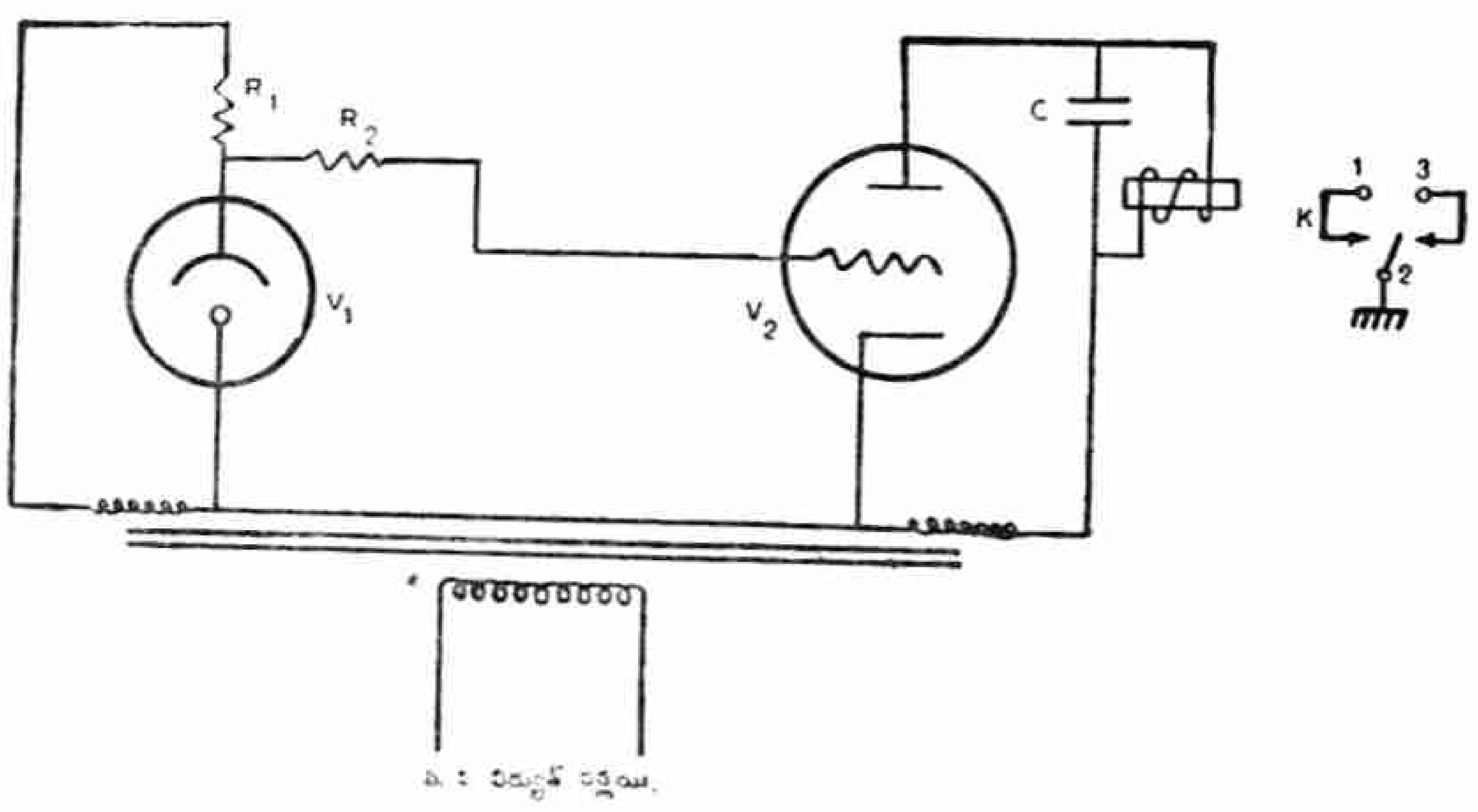
ఆంప్లిఫయర్‌కు బదులుగా థైరట్రాన్‌ను గాని, వాయుపూరిత ట్రయోడ్‌ను గాని ఉపయోగింపవచ్చును. ఇంతేగాక, టైమర్స్, టైమ్ డిలే వలయములు కూడ లెక్కలేనన్ని విధముల ఉపయోగపడుచున్నవి. అతి ముఖ్యముగ ఫోటోగ్రాఫిక్ సాధనములందు, వెల్డింగు నియంత్రణలయందు ఉపయోగములు కన్పించుచున్నవి.



చిత్రము-2. ఫోటోట్యూబ్ ఆంప్లిఫయర్ సర్క్యూట్ (డి. సి.) V_1 ఫోటోట్యూబ్; V_2 ఆంప్లిఫయర్; K. రిలే.

కాంతి విద్యుత్‌నియంత్రణ(ఫోటోఎలక్ట్రిక్ కంట్రోలు): ఎలక్ట్రానిక్ గొట్టములు అన్నింటిలోను కాంతి విద్యుత్ ఘటము అనేక విధములుగా ఉపయోగపడుచున్నది. గణించుటకు, పర్చుటకు, కొలచుటకు, తూచుటకు, పరీక్ష చేయుటకు, సిగ్నలింగుకు, క్రమబద్ధము చేయుటకు గాక, వాస్తవముగా వినియోగించుకొను వారి బుద్ధి కుశలతను బట్టి కాంతి విద్యుత్ ఘటమును ఎట్టి జటిల ప్రక్రియకైనను ఉపయోగించవచ్చును.

ఇట్టి విధానములు అన్నింటిలోను ప్రాతిపదికమైన వలయమున డి. సి. విద్యుత్తును గాని, ఏ. సి. విద్యుత్తును గాని ఉపయోగించవచ్చును.



చిత్రము-3. ఫోటోట్యూబ్ ఆంప్లిఫయర్ సర్క్యూట్ (ఏ. సి.); V_1 ఫోటోట్యూబ్; V_2 ఆంప్లిఫయర్; K. రిలే; C. రిలే చాటర్‌ను నిరోధించుటకు.

కాంతి విద్యుత్ విధానమున గణనచేయుట: ఒక ఫోటో సెల్ మీదికి పతనమగుచున్న కాంతిపుంజపు మార్గమును

గణనచేయబడు వస్తువులు నిరోధించును. వెంటనే తైరట్రాన్ వలయములో రిలే ప్రవృత్తిని ప్రారంభించును; ఈ రిలేలో గణిత్రయంత్రమును ప్రవర్తింపచేయును. కాంతి పుంజమునకు నిరోధము కలిగినప్పుడు మాత్రమే గణిత్రమున ప్రవృత్తి పొడసూపును. ఇట్లు వస్తువులను లెక్కపెట్ట వచ్చును. కాంతి విద్యుత్ ప్రక్రియవలన రిలే ప్రవృత్తి ధర్మమును అనేక పరిశ్రమలలో గణనచేయుటకు మాత్రమే గాక, వీథి తలుపులు తమంతట తామే తెరచుకొనుటకు, రైలుబండి తలుపులు తెరుచుకొనుటకు కావలసిన నేల మట్టమునకు ఎలివేటర్లను ఎత్తుటకు, బర్గ్లర్ అలారములకు, లాండ్రీలలో బట్టలను లెక్కపెట్టుటకు, ఆహార పరిశ్రమలు వగైరాలలోను ఉపయోగించ వచ్చును.

వస్తువులు తూకముచేయుటకు, పొడవు, వెడల్పు ఇతర పరిమాణములు తెలిసికొనుటకు, అతి నీలలోహిత ఉష్ణము యొక్క తీక్షణతను కొలచుటకు, ఎక్స్ (X) కిరణములు, ఎక్స్ (X) కిరణ వివర్తనము, ఉద్గారత, విచూషణ మొదలగు వాటిని కొలుచుటకు కూడ రిలేప్రవృత్తి ధర్మమును ఉపయోగింప వచ్చును. పరిశ్రమలలో లైన్ పెయింటింగ్ ప్రక్రియకు కాంతి విద్యుత్ నియంత్రణ సామాన్య ఉపయోగము ఒకటి కన్పించుచున్నది. పెయింటుచేయవలసిన వస్తువు రిలే వలయములో కాంతి పుంజమును నిరోధించినప్పుడు పెయింటు జల్లుడు యంత్రమును ప్రవర్తింపజేయును. పెయింటింగు పూర్తి అగుసరికి జల్లుడు యంత్రము తనంతట తానే నిలిచిపోవుటకు టైమింగు మెకానిజమ్ కూడ అమర్చబడి ఉండును. ఒక కార్ఖానా ఉత్పత్తి విభాగములో పనిచేయుటకు కూడ ఈ విధానము ఉపయోగించ వచ్చును. ఇంతేకాక, పొగ అలారమ్, బాయిలర్ నీటి మట్టపు అలారమ్ మొదలగు పరికరముల రక్షణకు కూడ కాంతి విద్యుత్ విధానములు ఉపయోగపడుచున్నవి

రంగస్థలము, వీథి, వైద్యశాల, పాఠశాల వంటి ప్రత్యేక స్థలములలో నిర్దిష్ట రాశులలో కాంతి కావలసినప్పుడు కృతక దీప కాంతిని కలుగజేయుటకు కాంతి విద్యుత్ విధానము తోడ్పడుచున్నది. అటువంటి నియంత్రణ విధానములలోని వలయము కాంతి తీవ్రతలలో మార్పులను కాంతి విద్యుత్ ఘటము వలన తెలియగల శక్తిపై ఆధారపడి ఉండును.

ఎలక్ట్రానిక్ శక్తి నియంత్రణ: విద్యుచ్ఛక్తి నియంత్రణ వలయములలో ముఖ్యముగా సంతృప్తమయిన గర్భము గల రియాక్టరు (సాచ్యురబుల్ కోర్) ముఖ్య నియంత్రణ తీగెగా ఉపయోగింపబడును; దీనిని 'ఆంప్లిడైన్'అని కూడ అందురు. నియంత్రణ వలయములు వోల్టేజిని గాని, వేగమును గాని నిగ్రహించుటకు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. తనంతట తానే విద్యుత్ ప్రవాహమును స్థిరముగా ఉంచుటకు గాని, అవధి నియంత్రణ విధానములకు గాని ఉపయోగపడుచున్నవి.

సంతృప్తమైన గర్భము గల రియాక్టర్ వాస్తవమునకు మారుచున్న ఇండక్టన్స్ అని చెప్పవచ్చును. ఒకదానికి ఏ. సి. విద్యుత్తు, మరియొక దానికి డి. సి. విద్యుత్తు సరఫరా కలిగిన రెండు వేష్టనములు గల ట్రాన్స్ఫార్మరును ఇది పోలి ఉండును. ఎంత డి. సి. విద్యుత్తు అందు ప్రవహించుచున్నదో గర్భమున అంత సంతృప్తత ఏర్పడును. నియంత్రణ వేష్టనము ద్వారా అధికముగా డి. సి. విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు భార వేష్టనములో అతి తక్కువ ఏ. సి. విద్యుత్తువోల్టేజి ఏర్పడును. ఇట్లే భార వేష్టనములో అధిక వోల్టేజి ఏర్పడినప్పుడు నియంత్రణ వేష్టనము ద్వారా అతి తక్కువ డి. సి. విద్యుత్తు ప్రవహించును.

రంగస్థలములలో కాంతి నియంత్రణ: నాటక రంగస్థలము మీద గాని, ఉపన్యాస వేదిక మీద గాని అవసరమగు కాంతిని కలిగించుటకు కొన్ని వందల దీపముల శ్రేణి అవసరము. ప్రతి దీపములోను లేదా దీప శ్రేణి యందును రయస్థాపక(సీరీస్ రయోస్టాట్)శ్రేణిని ప్రయోగించి కాంతి తీక్షణతను నియంత్రించుట కద్దు. కాని, ఎక్కువ దీపములను నియంత్రించ వలసి వచ్చినప్పుడు ఈ విధానము అంత సంతృప్తికరము కాదు; ఎక్కువ చోటును ఆక్రమించును. అంతేగాక, ఒకేసారి అనేక దీపములను నియంత్రించుట కష్టసాధ్యము; ఒక్కొక్కసారి వ్యర్థమగు అవకాశము కూడ కలదు. ఈ పరిస్థితులలో సంతృప్తము చేయబడిన గర్భము గల రియాక్టరు విధానము సౌలభ్యమైనది; ఎట్టి అంతరాయములు లేక పనిచేయును. మరియొక ముఖ్యమైన ఉపయోగము- డి. సి. విద్యుత్ చోదక యంత్రముల వేగములను, వోల్టేజిని క్రమపరచుట. వీటియందు తైరట్రాన్ శోధనవలన కావలసిన డి. సి. వోల్టేజి లభించును.

ఎలక్ట్రానిక్ పద్ధతిని వెల్డింగు చేయుట: మామూలు విద్యుత్తును ప్రయోగించి వెల్డింగు చేయు పద్ధతిలో అతుకవలసిన రెండు ధాతు పలకలను విద్యుత్ అగ్రము (ఎలక్ట్రోడ్)ల సహాయమున అధిక వోల్టేజికి గురిచేయుదురు. భారీ విద్యుత్ ప్రవాహము దీనియందు ప్రవహించుటచేత ఏర్పడెడి ఉష్ణాధిక్యతకు ధాతు పలకలు అతుకుకొని పోవును.

శ్రేష్ఠమైన వెల్డింగునకు అనుకూల పరిస్థితులు: వెల్డ్ చేయవలసిన వస్తువును ఎలక్ట్రోడ్లకు తగిలించి మంచి విద్యుత్ సంపర్కము లభించువరకు గట్టిగా ఒత్తి ఉంచ

వలెను. దీనిని 'స్క్వీజ్‌టైమ్' అందురు. అవసరమయిన తావత్క్రమము ఏర్పడువరకు విద్యుత్తును ప్రవహింపజేయవలెను. వెంటనే విద్యుత్తును నిలిపివేయవచ్చును గాని, అది పని పూర్తిగా చల్లబడునంతవరకు ఎలక్ట్రోడ్‌లను విడిపోవనీయదు తరువాత ఎలక్ట్రోడ్‌లను విడదీయుదురు. వెల్డ్ చేయబడు ముక్క తీసివేయుదురు. కాబట్టి, వలయమును బాగుగా ప్రవర్తింపజేయుటకు వేష్టనవలయము (వైండింగు సర్క్యూటు) వరుసగా కాల (టైమింగ్) వలయములను ఉపయోగింతురు ఈ ప్రక్రియను అతి త్వరగా తిరిగి చేయుటకు జ్వలన సంపర్కము (ఇగ్నిషన్ కాంటాక్ట్)లను ఉపయోగించుట కద్దు.

ఆర్క్ వెల్డింగులో పనిచేయు వ్యక్తి ఒక ధాతు కమ్మిని గాని, విద్యుత్ అగ్రమును గాని వెల్డ్ చేయవలసిన వస్తువు దగ్గరకు జరిగించి వాటి మధ్య చాపమును ప్రవర్తింపచేయును. ఈ చాపము విద్యుత్ అగ్రమును కరగించును. విద్యుత్ అగ్రమును అతి మెల్లగా వెల్డ్ చేయవలసిన వస్తువు దగ్గరకు జరుపుచు వచ్చినచో అది మండి కరగి చిన్నదగుటచే చాపము పొడవు ఎక్కువయి చివరకు ఆరిపోవును. కాని, విద్యుత్ అగ్రములను అతి శీఘ్రముగా జరిపినచో చాపము పొడవు తగ్గిపోవుట వలన సరియైన వెల్డింగ్ సాధించుట కష్టము అగును. స్వతశ్చలన విధానములో రెండు మోటారులు ఉపయోగింపబడును. ఒకటి విద్యుత్ అగ్రమును జరుపును; మరియొకటి చాపము పొడవును సరియైన పొడవులో ఉంచును.

రేడియో పౌనఃపున్యమువల్ల వేడిచేయుట: ప్రరోచన ఉష్ణవిధానము (ఇండక్షన్ హీటింగ్) అని, పారవిద్యుతిక ఉష్ణవిధానము (డై ఎలక్ట్రిక్ హీటింగ్) అని రేడియో పౌనఃపున్యమువలన వేడిచేయుట రెండువిధములుగ ఉపయోగపడుచున్నది.

ప్రరోచన ఉష్ణ విధానము: ఒక చుట్టలో ప్రవహించుచున్న విద్యుత్ అయస్కాంత క్షేత్రమును జనింపజేయును. ఈ క్షేత్రమునందు ఏ వస్తువునైనను ఉంచినచో దానియందు ప్రేరిత ప్రవాహములు ఉద్భవించి వస్తువును వేడిచేయును. ఇట్టి వేడి విద్యుత్ శైథిల్యము వలన (హిస్టెరిసెస్) గాని, చక్రీయ ప్రవాహము (ఎడ్డీ కరెంట్) వలన గాని నష్టపోవుట జరుగవచ్చును. ప్రరోచన విధానమున అయస్కాంత స్వభావము గల వస్తువులను వేడిచేయుటయే గాక, అయస్కాంత స్వభావము లేని వస్తువులను కూడ వేడిచేయవచ్చును. కరగించుట, పోతపోయుట, తాపడము, టంకము పెట్టి అతికించుట మొదలగు పనులలో ప్రరోచన ఉష్ణ విధానము ఉపయోగింపబడుచున్నది.

ప్రరోచన విధానములో వేడిచేయుటవలన లాభములు: 1. అతి శీఘ్రముగా వేడిచేయబడుటవలన వస్తువు పెచ్చు కట్టదు. పైగా ఆక్సీకరణ ప్రక్రియ కూడ అదుపులో ఉండును; 2. వస్తువులో అవసరమగు చిన్నప్రదేశమును మాత్రమే వేడిచేయవచ్చును; వస్తువు నంతను వేడిచేయ నవసరము లేదు; 3. అవసరమగునప్పుడు మాత్రమే వేడిని వినియోగించుకొనవచ్చును. కొలిమిని సదా వేడిగా ఉంచనవసరము లేదు; 4. కరగునప్పుడు ధాతుమిశ్రములు బాగుగా కలియునట్లు చేయును; 5. ఇంధనపు వాయువులు పనియందు కల్మషమును కలిగించవు; 6. కిరసనాయిలు లేదా వాయు సంబంధమగు కొలుములలో కంటె ఆరోగ్యవంతముగ పనిచేయు సౌకర్యము కలదు. ప్రరోచన ఉష్ణవిధానమునకు కావలసిన శక్తికి రేడియో పౌనఃపున్యమే ఆధారము. 1 మొదలు 200 కిలోవాట్టులు మధ్య ఉత్పత్తిని సాధించవలెనని సెకనుకు 300 మొదలు 500 కిలోసైకిళ్ల పౌనఃపున్యశ్రేణిలో విద్యుత్తును వినియోగించవలెను.

పారవిద్యుతిక విధానము: విద్యుత్ నిరోధక వస్తువులను వేడిచేయుటకు ఈ విధానమును ఉపయోగింతురు. వేడిచేయవలసిన వస్తువులు తక్కువ పౌనఃపున్యపు వోల్టేజి ప్రవహించుచున్న రెండు విద్యుత్‌అగ్రముల మధ్య ఉంచబడును. వస్తువు, విద్యుత్ అగ్రములు కండెన్సరుగా వ్యవహరించును. ఏ. సి. విద్యుత్ పౌనః పున్యము సెకనుకు 200 మెగా సైకిళ్ళ శ్రేణిలో ఉండును; ఇక్కడ విద్యుచ్ఛక్తి 100 కిలోవాట్టుల శ్రేణిలో ఉండును. పారవిద్యుతిక ఉష్ణ విధానమువలన కలుగు ముఖ్య లాభము వస్తువు లోపల ఉష్ణము సమస్థాయిలో జనించును. జిగురులతో అతికించుటకు, ఆరబెట్టుటకు, కొయ్యను పదును పెట్టుటకు, ప్లాస్టిక్ పరిశ్రమలో వేడిమిని సమకూర్చుటకు, రబ్బరు తయారీలోను, సంయోజన వస్తువుల తయారీలోను, ఆహారము, మందులను శుభ్రపరచుటయందు, బట్టలను ఆరబెట్టుటకు, ఉష్ణప్రక్రియకు, రాసాయనిక ఉత్పాదనల క్రమపరచుట వగైరాలకు పారవిద్యుతిక విధానము ఎక్కువగా ఉపయోగపడుచున్నది.

ఎలక్ట్రానిక్ పరికర వ్యవస్థ: ఎలక్ట్రాన్ గొట్టమును వినియోగించి రూపొందింపబడిన కొలత పరికరములు అతి సునిశితమైనవి. ఇవి పౌనఃపున్య విస్తృత శ్రేణిలో ఉండును. వలయమందు విద్యుత్ ధార లక్ష్యీకరణను కలిగించి, విద్యుత్ మాపక వలయములందు యాథాతథ్య పరిస్థితులను సూచించును. ఈ పరికరములందు ముఖ్యాతిముఖ్యమైనవి వాట్టు మీటరులు, పౌనఃపున్య మాపినులు (ఫ్రీక్వెన్సీ మీటరు)లు, కేథోడ్ కిరణ స్పంద విలేఖిని,

ఆసిలోగ్రఫీ [చూ. పు 224]. ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శిని, వాట్టు మీటరు, విస్తృత పౌనఃపున్య ప్రతీకార చర్య, అధిక నియోగ అవృత్తి నిరోధము (హై ఇన్‌పుట ఇంపీడెన్స్) ఉండును. వాట్టు మీటరులలో అనేక రకములు గలవు. ఇవన్నియు వోల్టేజి కొలతకు RMS* విలువను సూచించునట్లు ఏర్పాటు చేయబడనప్పటికిని వాటి వాటి పనులను బట్టి అధి నియోగమగు వోల్టేజిని సూచించుట లేదా సరాసరి విలువ లేదా RMS* విలువను సూచించునట్లుగనో వింగడింపబడి ఉన్నది.

ఎలక్ట్రానిక్ పౌనఃపున్య మాపినులలో ప్రాతిపదికయగు రకములు రెండు: మొదటిది - పరిశీలనార్థమైన పౌనఃపున్యతను ముందుగా తెలిసిన మరియొక పౌనఃపున్యతతో సరిపోల్చుట (హెటరోడైన్ విధానము); రెండవది-స్వన వలయముల ఉపయోగముతో నేరుగా కొలుచుట లేదా వెచర్ వైర్ విధానమును ఉపయోగించుట [చూ. ఆసిలోగ్రఫీ - పు. 224].

ఇంతేగాక P_H మూల్యమును తెలుపు పరికరములు, వేగమాపినులు మొదలగు వాటియందు కూడ కొలతకు ఎలక్ట్రానిక్ వలయములు ఉపయోగింపబడుచున్నవి.

ఎలక్ట్రానిక్ సూక్ష్మదర్శని అత్యధిక సునిశితమగు సూక్ష్మదర్శని. 0.005 మైక్రానుల విభేద్యకత (రిజాల్వింగ్ పవర్)తో వస్తువును 30,000 రెట్లు పెద్దది చేయును. సాధారణ సూక్ష్మదర్శని 0.2 మైక్రానుల విభేద్యకతతో 1000 రెట్లు మాత్రము పెద్దది చేయగలిగి ఉండును [చూ. నౌకాయానమున ఎలక్ట్రానిక్ ఉపకరణములు]. జి. సు.

ఎలక్ట్రిక్ రైల్వేలు : మానవకృషి ఏ రంగమునైన సమర్థతరముగ, శీఘ్రతరముగ నెరవేరుటకు విద్యుచ్ఛక్తి విశేష నిర్వాహము చేయగలదు. విద్యుత్ సహాయమున నడచు వాహనములు సద్వినియోగార్హములు. వాటిని నడపుట, నియంత్రించుట సులభతరము. వాటివలన పొగ, దుమ్ము మొదలగు అసౌకర్యములు కలుగవు. విద్యుత్తుచే రైలు బండ్లను లాగించుట వలన పైన చెప్పిన ప్రయోజనములకు తోడు రైల్వేలకు సంబంధించిన ప్రత్యేక సదుపాయములు కూడ కొన్ని సమకూరును.

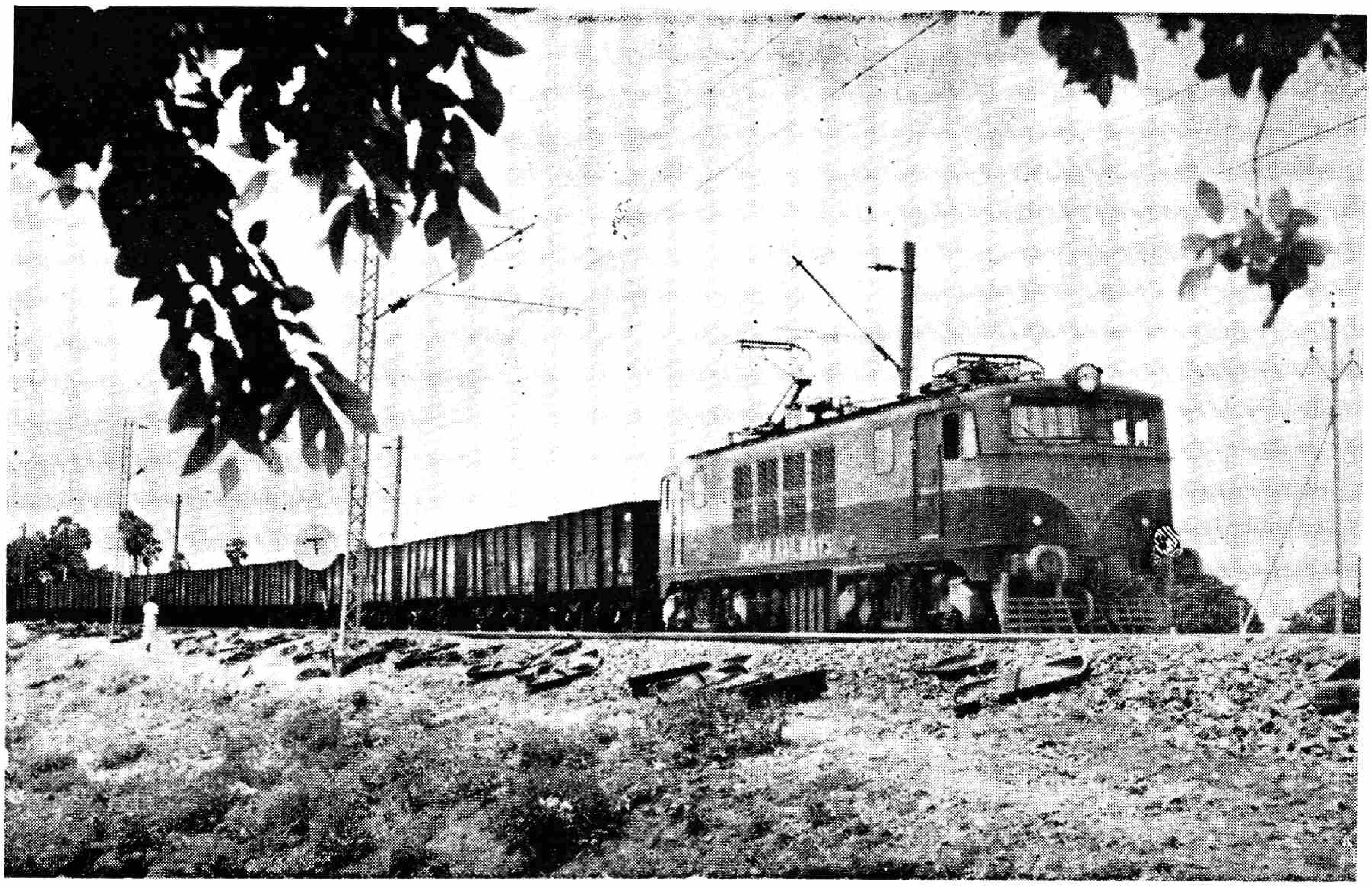
ప్రపంచమున మొట్టమొదటి ఎలక్ట్రిక్ రైల్వే 1879, మే, 31 న బెర్లిన్ పారిశ్రామిక ప్రదర్శన స్థలమున అవతరించినది. అది సుమారు 20 మంది జనముతో గంటకు 12 కి. మీ. వేగమున పయనించెను. రెండేండ్ల అనంతరము మొట్టమొదటి ఎలక్ట్రిక్ ట్రామ్ బండి పారిస్‌లో ప్రదర్శింపబడెను. 1895లో ఫ్రాన్స్‌లోను, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను నగరముల మధ్య కొన్ని ఎలక్ట్రిక్ రైళ్ళు నడచుట ఆరంభమయ్యెను. అయితే, విద్యుత్ కర్షణము (ఎలక్ట్రిక్ ట్రాక్షన్) అని ప్రస్తుతము వ్యవహరింపబడు వ్యవస్థ మాత్రము 1916 నాటికి గాని ప్రవేశ పెట్టబడ లేదు.

* Root Mean Square

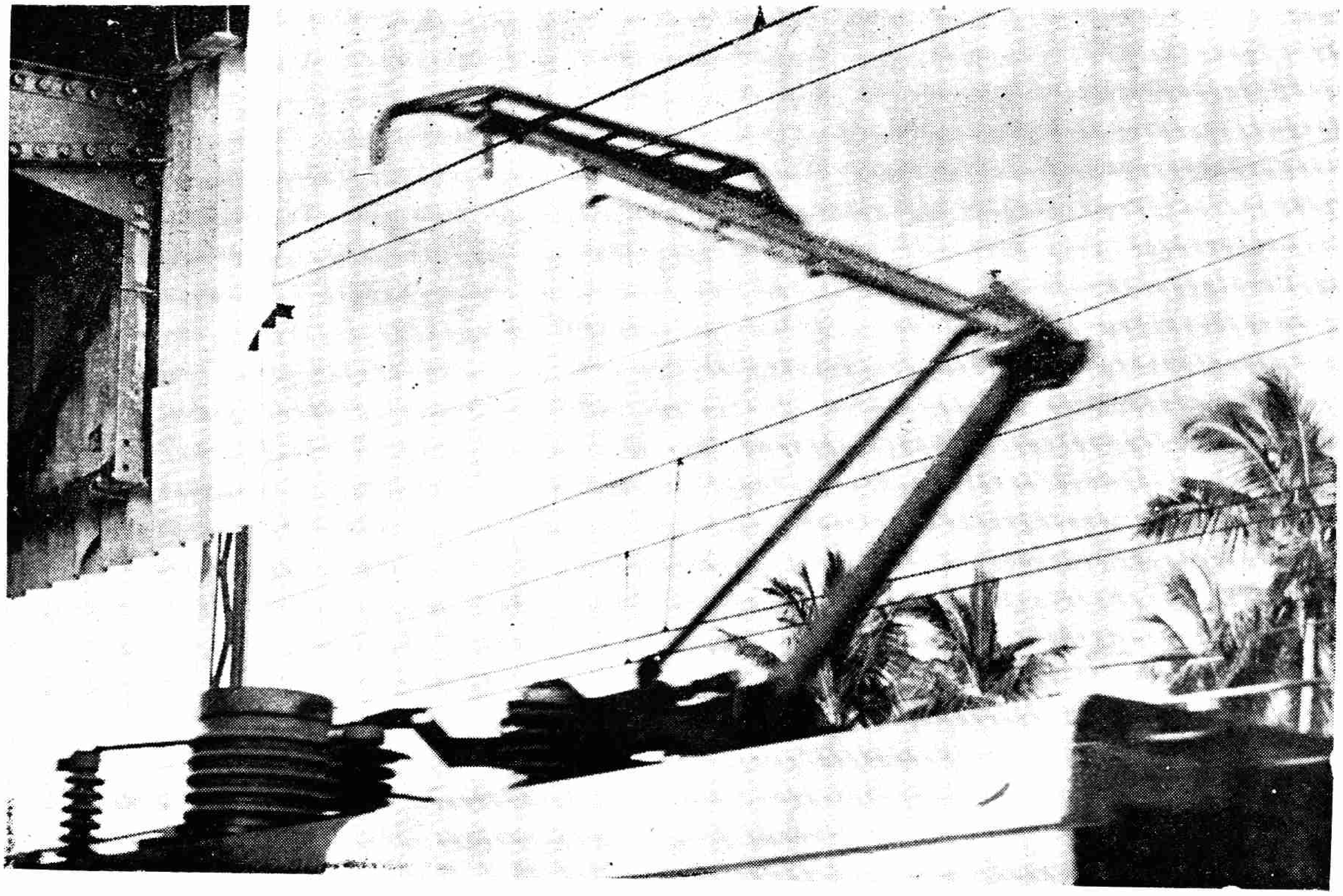
భారత దేశము-డి. సి. విద్యుదీకరణము: భారత దేశమున మొట్టమొదటి ఎలక్ట్రిక్ రైలు బొంబాయినుండి కుర్లా, బంద్రా నగరములకు ప్రయాణము చేసెను (3-2-1925). 1930 నాటికి బొంబాయి నుండి పూనావరకు, బొంబాయినుండి ఇగత్పురి వరకు గల రైలు మార్గము; తరువాత 1931లో దక్షిణ రైల్వేలోని మద్రాసు బీచి-తాంబరం విభాగము; తదుపరి 1936 నాటికి బొంబాయి, బరోడా రైలు మార్గమున బొంబాయినుండి విరార్ వరకు గల ప్రాంతము విద్యుదీకరింపబడినవి. ఇటుల 1225 కి. మీ. పట్టా మార్గముతో కూడిన రైలు మార్గము 388 కి. మీ పొడవున విద్యుదీకరింపబడినది. ఈ పథకములు డి సి. 1500 వోల్టుల ఓవర్ హెడ్ కాంటాక్టు పద్ధతి ప్రకారము ఏర్పరుపబడినవి. 1954-58 మధ్య కాలమున కలకత్తా పరిసర విభాగములలో ప్రధాన రైలు మార్గము గుండా హౌరా మొదలు బర్ద్వాన్ వరకు, సిరోపూలీ మొదలు తారకేశ్వర్ వరకు 407 కి.మీ. పట్టా మార్గము కల 142 కి.మీ. రైలుమార్గము డి. సి. 3000 వోల్టుల పద్ధతిపై విద్యుదీకరింపబడెను

ఏ. సి. విద్యుదీకరణము; ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధానంతరమున ఫ్రెంచిజాతీయ రైల్వేలు (S. N. C. F.) ఏ. సి. విద్యుదీకరణ పద్ధతిని అత్యద్భుతముగ, అతి ప్రయోజనకరముగ అభివృద్ధి పరచెను. అందుకు 25,000 వోల్టులు, (సెకనుకు 50 సైకిళ్లు) ఏకకల (సింగిల్ ఫేజ్) ఏ. సి. పద్ధతి చేపట్టబడినది. ఆ పద్ధతిలో గల సౌకర్యములు బ్రిటను, జపాను దేశముల జాతీయ రైల్వేలనే కాక, భారత రైల్వేలను కూడ ఆకర్షించినవి. ఈ పద్ధతికి ఇతర విద్యుత్కర్షణ పద్ధతులకంటె కల సాంకేతిక—ఆర్థిక లాభములను, ఆచరణ సుసాధ్యతను గుర్తించి భారత ప్రభుత్వము 1957 లో భావి రైల్వే విద్యుదీకరణమును ఈ పద్ధతి ప్రకారమే ప్రమాణీకరించుటకు తీర్మానించుకొనెను. ఇటుల కొనసాగిన ఇటీవలి రైల్వే విద్యుదీకరణములలో దక్షిణ రైల్వే లోని తాంబరం-విల్లుపురం విద్యుదీకరణము చేరి ఉన్నది. ఇదిగాక మద్రాసు బీచి—తాంబరం విద్యుదీకరణము డి.సి. నుండి ఏ సి. పద్ధతికి మార్చబడెను. మద్రాసు-విజయవాడ రైల్వే మార్గమును కూడ విద్యుదీకరించుటకు భారత ప్రభుత్వము యోచించుచున్నదని తెలియ వచ్చినది.

విద్యుదీకరణము ఎందుకు : రైల్వే విద్యుదీకరణము విస్తారమైన పెట్టుబడితో కూడిన కార్యము. తగిన ఆర్థిక



ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజను గూడ్సు వాగనులను లాగుట



ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజను ఓవర్ హెడ్ పరికరము

Blank Page

ప్రతిఫలమును గాని, రద్దీ అవసరములను గాని చూపించి అంతటి పెద్ద పెట్టుబడిని సమర్థింపవలసి ఉండును. సాధారణముగ రద్దీ ఒక నిర్దిష్ట సమ్మర్ద సాంద్రతకు పైబడి ఉన్న చోట ఆవిరి రైలు ఇంజనులు సమర్థముగ పనిచేయలేవు. ఒక మహానగరము నుండి శివార్లకుపోవు స్థానిక రైళ్ళను లాగుటకు ఆవిరి రైలు ఇంజనులు కొరగావు; ఏలన, అచట దగ్గర దగ్గరగా ఉండు స్టేషనుల మధ్య రైళ్లు చాల తరుచుగను, మిగుల వేగముగను పయనింపవలసి ఉండును. శ్రేష్ఠతరమైన త్వరణము (ఆక్సిలరేషన్) బ్రేకింగు ఏర్పాటులు కల ఎలక్ట్రిక్ రైళ్లు పై చోట్ల చాల అనుకూలములు. ఎక్కువ రైలు పెట్టెలు గల (ఎలక్ట్రికల్ మల్టిపుల్ యూనిట్లు) బండ్లు మోటారు కోచ్‌లచే లాగబడును. వాలు ఎక్కువగానుండు పర్వత (ఘాట్) ప్రాంతములలో తగినంత రద్దీ లేక పోయినను రైల్వే విద్యుదీకరణము సమర్థనీయము. భారతదేశ పరిస్థితులను బట్టి 1 కి. మీ. కు 70 లక్షల సాలుసరి ప్రయాణీకుల సమ్మర్దము కల ప్రాంతములలో ఆవిరి, డీసెల్ రైలు ఇంజనుల కంటె ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజనులే ఆర్థికముగ అధిక ప్రయోజనకరములు.

విద్యుదీకరణ పద్ధతులు : ఎలక్ట్రిక్ రైళ్లను నడపుటకు డి. సి., ఏ. సి. విద్యుత్తులలో దేనినైన వినియోగింపవచ్చును. ఈ రైళ్లు పైనున్న (ఓవర్ హెడ్) రాగి విద్యుద్వాహకమునుండి విద్యుత్తును తీసికొని పనిచేయును. సాధారణముగ విద్యుత్ సరఫరా క్రింది విధమున స్వీకరింపబడును: 1. డి. సి. 600 లేదా 1500 లేదా 3000 వోల్టులలో; 2. ఏ. సి. 15,000 వోల్టులు, $16\frac{2}{3}$ సైకిల్లు, ఏకకల; 3. ఏ. సి. 11,000 వోల్టులు, 25 సైకిల్లు, ఏకకల; 4. ఏ. సి. 25,000 వోల్టులు (సెకనుకు 50 సైకిల్లు) ఏకకల. ఇది ఇటీవల హెచ్చుగా వినియోగింపబడుచున్నదని ఇప్పుడే చెప్పితిమి.

విద్యుత్ సరఫరా : రైల్వేలు సాధారణముగ విద్యుత్ కేంద్రములనుండి అనుకూల స్థలముల వద్ద 110 లేదా 132 కిలో వోల్టులలో విద్యుత్తును గ్రహించి, తరువాత తగిన ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల సహాయమున దానిని 25 కిలో వోల్టుల (ఏకకల, ఏ. సి) కు తగ్గింతురు. ఉచిత విభక్తకముల (ఐసోలేటరు) చేతను. విద్యుద్వలయ ఛేదకముల (సర్క్యూట్ బ్రేకర్) చేతను నియంత్రింపబడిన, ఏకకలతో కూడిన సరఫరా తీగెలు రైల్వే మార్గము మీది ఓవర్ హెడ్ పరికరమునకు విద్యుత్తును అందించును. ఈ పరికరము నుండి పాంటోగ్రాఫ్ అనబడు విద్యుత్ సాధనము రైలు ఇంజనునకు లేదా మోటారు కోచ్‌లకు విద్యుత్తును సరఫరా చేయును. ఓవర్ హెడ్ పరికరము సైతము కొన్ని విభాగముల క్రింద వింగడింపబడి ఉండును. ప్రతి విభాగమునకు అందుబడియగు విద్యుత్తును కూడ నియంత్రింపవచ్చును. ఈ విద్యుత్ సరఫరా నియంత్రణములను ఒక దూరస్థ నియంత్రణ కేంద్రమునుండి నిర్వహింపవచ్చును. ఆ కేంద్రమునుండి మార్గము పొడవున గల మీట (స్విచ్) లలో దేనినైనను దూరమునుండియే పనిచేయింపవచ్చును. ఇట్టి నియంత్రణ కేంద్రములు మార్గమున ప్రతి 300 కి మీ. లకు ఒకటి చొప్పున ఏర్పాటు చేయబడును.

ఓవర్‌హెడ్ పరికరము : ఇది ఒక సరళ బహుభుజి ఆకృతిలో ఉండు పరికరము. దీనిలో ఒక భాగమైన కాటినెరికి తాకుడు తీగెలు అంటిపెట్టుకొని ఉండును. దీనికి కప్పీలు, సరితూగు భారము అమర్చబడును. వాటివలన అది అవసరము కొలది తనంతట తానే బిగిసికొనును. ఈ ఏర్పాటువలన రైలుబండి గంటకు 80 కి. మీ. లకు పైబడిన వేగముతో పయనించునపుడు తాపక్రమము మారినను తాకుడు తీగెలు మాత్రము ఉండవలసిన ఎత్తుననే ఉండును. ఓవర్ హెడ్ పరికరమునకు తన్ను కర్రలుగ పనిచేయు బ్రాకెట్లను కాంక్రీట్ పునాదులపై నిర్మింపబడిన స్తంభములకు సంధించి నిలుపుదురు. కాటినెరికి అమర్చబడిన గట్టి నిలువు రాగి విద్యుత్ వాహకములు తాకుడు తీగెను మోయును. పైన చెప్పిన ఆధార స్తంభములు సాధారణముగ 72 కి. మీ. ఎడమున ఏర్పాటుచేయబడును. అయితే, వాటి మధ్య ఉండదగు గరిష్ఠ ఎడమును ప్రధానముగ ఆ ప్రాంతపు గాలి ఒత్తిడిని బట్టి, అచటి రైల్వే మార్గపు వక్రతను బట్టి నిర్ణయించుట పరిపాటి.

ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజనులు : ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజనులు మూడు రకములు. అవి : 1. ప్రయాణీకుల బండ్లను లాగునవి; 2. సరకుల బండ్లను లాగునవి; 3. ఉభయ ప్రయోజనములకు పనికివచ్చునవి. ఈ ఇంజనులు తమ పై భాగమున అమర్చబడిన పాంటోగ్రాఫ్ ద్వారా ఓవర్ హెడ్ పరికరము నుండి విద్యుచ్ఛక్తిని తీసికొనును.

ఏ సి. రైలు ఇంజనులో విద్యుచ్ఛక్తి ఓవర్ హెడ్ పరికరమునుండి 25 కిలో వోల్టులలో గ్రహింపబడును. తరువాత అది ఒక ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ లోనికి, ఒక రెక్టిఫయర్ లోనికి పంపబడును. రెక్టిఫయర్ అనగా ఏ. సి. విద్యుత్తును డి. సి. విద్యుత్తుగా మార్చు పరికరము. జెర్మేనియమ్, సిలికన్ వంటి అర్ధ విద్యుత్ వాహక ద్రవ్యమును ఉపయోగించు రెక్టిఫయర్‌కు అర్ధవిద్యుత్ వాహక రెక్టిఫయర్ అని పేరు. ఈ రకపు రెక్టిఫయర్ గాని, మర్క్యూరీ చాపము వంటి రెక్టిఫయర్ గాని ఇందుకు ఉపయోగింప

బడును. ఇటుల ఏ. సి. విద్యుత్తు డి. సి. విద్యుత్తుగా మారి అది మోటారులకు సరఫరా అగును. ఇంజనున ప్రతి ఇరుసు ఒక ప్రత్యేక మోటారుచే నడుపబడవచ్చును లేదా ఒకే మోటారు ఒక ఇరుసుల జతను నడుపవచ్చును. రైలుబండ్లను లాగుటకు ఏ. సి. మోటారులకన్న డి. సి. మోటారులే ఎక్కువ అనుకూలములు.

ఈడ్పుడు (ట్రెయిలర్) కోచ్‌లను లాగుచు పయనించు మోటారు కోచ్‌లలో కూడ ఇదేరకపు పరికరము వాడబడును. ఇట్టి బండ్లు రెండిటిని జతచేసి ఒకే డ్రైవరుచే నడిపించవచ్చును.

ఉపాంగ నిర్మాణములు : ఎలక్ట్రిక్ రైళ్ళకు విద్యుచ్ఛక్తి ఏకకలలో 25,000 వోల్టులలో సరఫరా చేయబడుట వలన, ఆ శక్తి యొక్క ప్రరోచన దుష్ఫలితములు ప్రక్కనున్న టెలిగ్రాఫ్, టెలిఫోన్ తీగలమీద, ఇతర విద్యుత్ తంతులమీద, స్టేషనులలోని అల్ప వోల్టేజి విభజన తంతుల మీద, సిగ్నల్ తీగెలమీద కనిపించును. కాబట్టి రైల్వే మార్గమునకు సమానాంతరముగ ఉండు టెలిగ్రాఫ్ మొదలగు సాధనములకు తీగెలకు బదులు పైన రబ్బరువంటి పదార్థముచే కప్పబడిన కేబిల్‌లు వాడుదురు. పి. ఎన్. మూ.

ఎస్టరీ కరణము : ఒక ఎస్టర్‌ను, అనగా

$$R-C\left\langle{}^{O}_{OR'}\right.$$

అను లాక్షణిక సాంకేతికము కల కార్బన్ యౌగికమును తయారు చేయు రాసాయనిక ప్రక్రియకు 'ఎస్టరీ కరణము' అని పేరు. ఇచట R, R' అనునవి హైడ్రోకార్బన్ గణములు. ఎస్టర్‌లను తయారుచేయుటకు అనేక మార్గములు కలవు. అందుకు అనుసరింపబడు కొన్ని ప్రధాన ప్రతిక్రియలు క్రింది యుగళ యౌగికముల మధ్య జరుగును :

1. ఆసిడ్ + ఆల్కహాల్. ఉదా :

$$R.COOH + HOR' \rightleftharpoons R\,COOR' + H_2O$$

2 ఆసిడ్ అన్‌హైడ్రైడ్ + ఆల్కహాల్. ఉదా :

$$\left.\begin{matrix}R.CO\\R.CO\end{matrix}\right\rangle O + HOR' \rightleftharpoons R\,COOR' + RCOO\,H$$

3. ఆసిడ్ క్లోరైడ్ + ఆల్కహాల్. ఉదా :

$$R.CO.Cl + HOR' \rightleftharpoons R.COOR' + HCl$$

4. ఎస్టర్ + ఆల్కహాల్, ఆసిడ్ లేదా ఇంకొక ఎస్టర్. దీనికి 'ట్రాన్స్ ఎస్టరీ కరణము' అని పేరు.

ఎస్టర్‌లను ఇంకను పెక్కు విధములలో తయారు చేయవచ్చును. అయితే, ఆల్కహాల్‌లను (కార్బాక్సిలిక్) ఆసిడ్‌లచే తటస్థీకరించి ఎస్టర్‌లను తయారు చేయు ప్రతిక్రియలు మాత్రమే ఇచట సంగ్రహముగ వివరింపబడును.

ఎస్టరీకరణ ప్రతిక్రియలు సాధారణముగ పరివర్తనీయములు. అవి మందకొడిగా జరుగును. అందువలన ప్రతిక్రియను ప్రోత్సహించుటకు ఒక ప్రేరకము అవసరము. ఇందుకు ఒక గాఢ ఖనిజ ఆమ్లమును వాడుట పరిపాటి. ప్రత్యక్ష ఎస్టరీ కరణమునకు భిన్నమైన ఈ ప్రతిక్రియకు ప్రేరిత ఎస్టరీ కరణము అని పేరు. ఇందుకు మిత తాప క్రమము (250°C) కార్యకారి. ఇందు ఉపయోగింప బడు ప్రేషము ప్రతిక్రియలో పాల్గొను ఘటక ద్రవ్యముల బాష్ప ఉష్ణతను పట్టి నిర్ణయింపబడును. ఎస్టరీకరణము సమతాస్థితి ప్రక్రియ అగుటచే లాభకరముగ ప్రక్రియ కొనసాగవలెనన్న ఫలద్రవ్యములలో ఒకదానిని ప్రక్రియా స్థానమునుండి తొలగించు విధానమును చేపట్టుట ఆవశ్యకము. ప్రక్రియ పూర్తి అయిన పిదప ఎస్టర్‌లను ప్రక్రియా క్షేత్రమునుండి వేరుచేయుటకు ప్రాయోగికముగ పనికివచ్చు పద్ధతులలో దిగువ పేర్కొనబడినది శ్రేష్ఠమైనది. ఎస్టరీకరణ ప్రక్రియలో ఏర్పడు నీటిని తొలగించుటకు ఆ నీటిని ఉచిత ద్రావణముతో ఏజియోట్రోపిక్ మిశ్రముగ మార్చి తీసివేయుదురు. ఆ నీటిని తొలగించుటకు మరికొన్ని ఇతర పద్ధతులు కూడ అనుసరింపబడుట కద్దు. సమతోలన స్థిరాంకమును (ఈక్విలిబ్రియమ్ కాన్‌స్టెంట్) మార్చకుండ ప్రక్రియా వేగమును అధికీకరించుటయే ప్రేరకము చేర్చుట వలన కలుగు ఫలితము. ప్రేరకములుగా అత్యుపయుక్తములగునవి హైడ్రోక్లోరిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లు. వీటిని 3 : 1 నిష్పత్తిలో వాడుదురు. వాడుకలో కొన్ని సౌకర్యములు ఉండుటచే సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఎక్కువ ఉపయోగింపబడును. ప్రచురముగా వాడుకలోనికి వచ్చిన మరికొన్ని ప్రేరక ద్రవ్యములలో ఆరొమాటిక్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌లు, పెర్ క్లోరిక్ ఆసిడ్‌లు, పిక్రిక్ ఆసిడ్, సాంద్ర ఆసిడ్ లవణములు ముఖ్యములైనవి. ఫల ద్రవ్యములనుండి ఎస్టర్‌లను విడదీయుటకు ఎక్కువ వీలు కలిగించునవి అగుటవలన, తక్కువ క్షయకరములు అగుట వలన సాంద్ర ఆసిడ్ అయన్ వినిమయకములు నేడు విరివిగా వాడబడుచున్నవి. బుడగ టోపీ (బబుల్ కాప్) ద్రవీకరణ స్తంభ పరికరమును వినియోగించి, ఎస్టరీకరణ కార్యమును నిర్విరామముగ చేయుటకే పారిశ్రామికులు నేడు మొగ్గుచున్నారు. ఈ ప్రక్రియకు అవసరమగు ఉపకరణ సామగ్రిని తరుచుగా స్టెయిన్‌లెస్ స్టీలుతో తయారుచేయుదురు. తక్కిన ధాతువులవలె గాక, ఈ ధాతు మిశ్రము దాదాపు

రంగులేని ఫల ద్రవ్యములను ఇచ్చుటయే దీనివలన గలుగు ప్రత్యేక లాభము. జి. వెం.

ఏక్రిలిక్ నారలు : చూ. కృత్రిమ దారములు.

ఓడ : చూ. నౌకా నిర్మాణము.

కందెనలు : చూ. లూబ్రికేషన్.

కట్టడములు : చూ. నిర్మాణములు.

కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు : మనము మన మనోభావములను పంచేంద్రియముల సహాయముతో ఇతరులకు తెలియజెప్పుటయే ప్రసారము (కమ్యూనికేషన్). ఇట్టి ప్రసారములను గ్రహించుటకు మానవుని ముఖ్య సాధనములు శబ్దజ్ఞానము, దృశ్యజ్ఞానము. వీటినే 1. శ్రవణ ; 2. చక్షుస్సాధనములు అందురు.

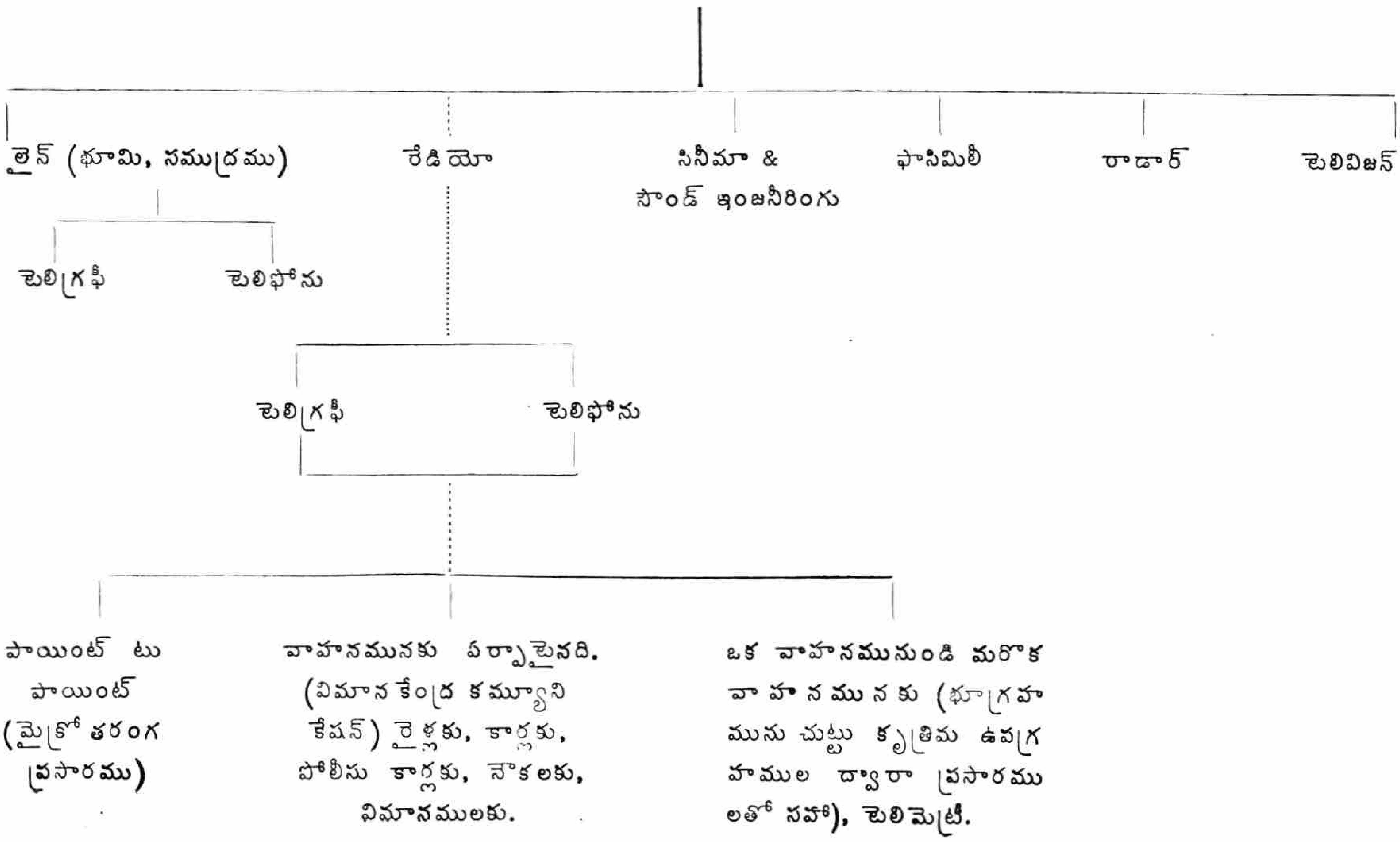
శ్రవణ సాధనము : మానవుడు శ్రవణజ్ఞానమును ప్రసారసాధనముగా ఉపయోగించుకొనుచు ఉండెడివాడు. మానవ నాగరకత ప్రగతిని పొందిన కొలదీ శ్రవణ విధానములు క్రింద చెప్పిన అనేక విధములుగా అభివృద్ధిచెంది, మార్పులను పొందినవి : 1. టెలిగ్రాఫు ; 2. టెలిఫోను ; 3. రేడియో ; 4. దూరమును అధిగమించి ప్రసారమును చేయు రేడియో ; 5. అభివృద్ధి పొందించిన క్రింది విధానములు - ఫోనోగ్రాఫు, టేపు రికార్డరు, శబ్ద చలన చిత్రములు. వీటి మూలమున వార్తల రికార్డులను భద్రపరచ గలుగుచున్నారు.

చక్షుస్సాధనము : మానవునికి చక్షుర్జ్ఞానము చాల ఉపయోగకరముగా ఉన్నది. ప్రప్రథమముగా ఆసన్నమగుచున్న అపాయములను సూచించు వార్తలను వ్రాత రూపమున కూడ గ్రహింప గలుగచేయుచున్నది. దృశ్య విధానములో కమ్యూనికేషను వివరించునది ప్రాచీన కాలపు ఈజిప్షియన్ల హైరగ్లిఫిక్స్, అమెరికన్ ఇండియనుల ధూపచిహ్నములు, అచ్చువేయబడిన వార్తా పత్రికలు, పుస్తకములు వగైరా, ఫోటో, సినిమా, టెలివిజన్.

చూచుటకు, వినుటకు దూరము అధికమైనచో ఇతర ఉపకరణ సహాయము లేనప్పుడు కంటికి, చెవికి విద్యుద్విధానములు సహకరించుచున్నవి. నేడు ఉపయోగములో ఉన్న సాధన ఉపకరణములు అన్నియు మోర్స్ టెలిగ్రఫీ, బెల్ టెలిఫోను ప్రాతిపదికగా ప్రతిపాదింపబడినవే.

వాస్తవమునకు కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు 1844 లో ప్రారంభమైనది. ఆనాడు కమ్యూనికేషన్ రంగము విద్యుచ్ఛక్తిలో అంతర్భాగముగ అభివృద్ధిచెందినది. దీనినే తరుచు 'టెలి కమ్యూనికేషన్' అందురు. గ్రీకు భాషలో 'టెలి' అనగా దూరము. నేటి కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగును క్రింది విధముగ విశదీకరించవచ్చును :

కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు



ప్రస్తుత శతాబ్దములో రేడియో కమ్యూనికేషన్ బహుముఖముగా విస్తరించుకొని మానవ జీవితమునకు అనేక విధముల ఉపయోగపడుచున్నది. ఇది ముఖ్యముగా (1969 వరకు) ఆరు దశల క్రింద విభజింపవచ్చును.

మొదటి దశ : దూరముగా ఉండెడి రెండు ప్రదేశముల మధ్య గాని, భూమిమీద ఒక ప్రదేశమునుండి సముద్ర మధ్యమున ప్రయాణముచేయుచున్న నౌకలతో గాని, సముద్రములో ప్రయాణముచేయుచున్న రెండు నౌకల మధ్య గాని ప్రసారము సంభవమయినది. అన్నివిధములగు వాహనములు స్థిరమగు ఒక ప్రదేశముతో కమ్యూనికేషన్ కలిగించుకొని ప్రసార సౌకర్యమును పొంది ఉన్నవి.

రెండవ దశ : మధురమైన సుస్వర మానవ కంఠమును హృదయ రంజకమగు వాద్య సంగీతము రేడియో ప్రసారము వలన కోటానుకోట్ల శ్రోతల వీనులకు విందు కలిగించుచున్నది. రేడియో ప్రసారము 1920 లో ప్రారంభమైనది [చూ. సమీక్ష - పు. 68].

మూడవ దశ : చక్షురింద్రియమగు కన్ను చూపునకు వ్యాప్తమైనది. మొట్టమొదట నలుపు - తెలుపు టెలివిజన్ కు వ్యాప్తమై నేడు రంగులు గల టెలివిజన్ కు విస్తరింపబడినది [చూ. సమీక్ష - పు. 69].

నాలుగవ దశ : ప్రపంచ దేశముల మధ్య టెలివిజన్ ఏర్పాట్లు.

అయిదవ దశ : చంద్రునితోను, చంద్రమండలమును దాటి దూరపు గ్రహములతోను ప్రసార సౌకర్యములు.

ఆరవ దశ : అంతరిక్షములో గ్రహముల మధ్య, ఒక వ్యక్తికి మరొక వ్యక్తికి మధ్య నేరుగా 'శబ్ద దృశ్య' ప్రసారమును సాధించుట.

చివర చెప్పిన ఆరవ దశ పూర్తియగు నాటికి మానవ సహాయము లేకుండ ఎప్పటికప్పుడు భాషల భాషాంతరీకరణను సాధింపవచ్చునని ఊహింపబడుచున్నది. పరస్పరము సంభాషించుకొనునప్పుడు పరస్పర భావావగాహనము చేసికొందుము. ఇదియే కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు పరమావధి; మానవ జీవిత పరమావధి కూడ. [చూ. టెలిగ్రఫీ; టెలిఫోను; టెలివిజన్; ప్రింటింగు టెక్నాలజీ; ఫిల్మ్ పరిశ్రమ; ఫోటోగ్రఫీ; రాడార్; రేడియోప్రసారము; వార్తాప్రసారములు]. వి.వి. ఎల్. రా.

కవాటములు : గొట్టములు, నాళములు వంటి మార్గముల ద్వారా ద్రవము, వాయువు, ఇసుక, బురదవంటి జారుడు పదార్థముల ప్రవాహమును నియంత్రించు సాధనములే కవాటములు. ప్రవాహ ముఖద్వారమువద్ద గాని, గొట్టము లోపలనే గాని ఉంచిన మూతలు, గోళములు, జారుడు తలుపులు వంటి వాటిని ఎత్తుట, దించుటవల్ల గాని, జారునట్లు చేయుటవల్ల గాని, ఊగులాడించుటవల్ల గాని, పరిభ్రమింపజేయుటవల్ల గాని కవాటములు పనిచేయును. యంత్రాంగమున ప్రవాహవిధానము తరుచుగా ఊపు స్వభావము కలదిగా ఉండును. అందువలన కవాటము దానికి చేర్చబడి ఉండు గేర్ తో కలిసి, నిర్ణీత కాల వ్యవధి ప్రకారము పనిచేయుచుండును. కవాటములను చేతితో గాని, ప్రత్యేక యంత్రాంగముతో గాని పనిచేయించవచ్చును. ద్రవచలనములను కవాటములతో నియంత్రించి, యంత్రములోని వివిధ అంగముల చలనమును నియంత్రింపవచ్చును. పైపు లైను కవాటములు, హైడ్రాలిక్ టర్బయినుల కవాటములు, ఆవిరి ఇంజను కవాటములు, అంతర్దహన ఇంజను కవాటములు, సంపీడన కవాటములు, పంపు కవాటములు మొదలగునవి పరిశ్రమలలో ఆవశ్యకము లైన ముఖ్య కవాటములు. ఏ. పి. ష.

కాంక్రీట్ నిర్మాణము : చూ. రీ - ఇన్ ఫోర్స్డు కాంక్రీటు.

కాక్స్టన్, విలియమ్ (ర. 1422 - 1491): ప్రప్రథమ ఆంగ్ల ముద్రాపకుడు; కెంట్ లో జన్మించెను. 1438 లో ఇతడు రాబర్ట్ లార్జి అను లండను వర్తకునివద్ద ఉమేజువారీ కొలువులో ప్రవేశించెను. యజమాని మరణించిన తరువాత కాక్స్టన్ బ్రగ్స్, బెల్జియమ్ దేశములకు పోయి, అక్కడ తన సొంత వ్యాపారమును కొనసాగించి, విశేష విత్తమును ఆర్జించెను. కాలక్రమమున ఇతడు నెదర్ లండ్స్ లోని ఆంగ్ల వర్తక కంపెనీలో చాల పలుకుబడి కల సభ్యుడై, స్వదేశము తరఫున విదేశములతో వర్తకపు ఒడంబడికలు కుదుర్చుకొనుటకు దౌత్యవ్యవహర్తగ కృషి చేసెను. కాక్స్టన్ అనేక భాషలు నేర్చుకొని, ట్రాయ్ కథ అను అద్భుత కథను ఆంగ్లములోనికి అనువదించెను. ఈ కథకు పెక్కుప్రతులను తయారుచేయుటకు ఇతడు అప్పుడే క్రొత్తగా కనిపెట్టబడిన ముద్రణ కళను నేర్చుకొని, 1474 ప్రాంతమున దానిని ముద్రించెను. ఇదియే ఆంగ్లములో అచ్చువేయబడిన తొట్టతొలి గ్రంథము. కాక్స్టన్ 1476 లో స్వదేశమునకు తిరిగి వచ్చి, ఒక ముద్రణ యంత్రమును నెలకొల్పుకొని మరుచటి సంవత్సరమున ఇంగ్లండులో మొట్టమొదట ముద్రితమైన గ్రంథమును ప్రచురించెను. ఇట్లు ఇంగ్లండులో ఇతడు ప్రవేశపెట్టిన ముద్రణకళ విజ్ఞానాభివృద్ధికి విశేష దోహదము చేకూర్చెను. అప్పటి నుండి కాక్స్టన్ జీవితాంతము గ్రంథరచన, అనువాదము, ముద్రణ - వీటియందు నిమగ్నుడు అయ్యెను. ఇతడు చేసిన ఆంగ్లానువాదములు ఆంగ్ల భాషకు రూపురేఖలు

దిద్దినవి; ఇతని కృషి ఎలిజబత్‌యుగమునాటి ఆంగ్ల వాఙ్మయ ప్రగతికి పునాదులు వేసినది. **ఆ. వెం.**

కాగితపు పరిశ్రమ : చూ. సెల్యులోస్.

కాటన్, ఆర్థర్ థామస్ (1803 - 1899): ఆంధ్రులచే అపర భగీరథుడు అని ప్రశంసాపూర్వకముగ కొనియాడ బడిన అద్భుత మేధావంతుడైన ఇంజనీరు. కాల్ వెలి కాటన్ యొక్క కుమారుడు. ఈస్ట్ ఇండియా కంపెనీ మిలిటరీ కాలేజిలో సైనిక శిక్షణ పొంది, 1819 లో మద్రాసు ఇంజనీరుల కమిషన్‌ను సంపాదించెను. కమిషన్ కార్యాలయములో కొంతకాలము పనిచేసి, దక్షతకు పేరుపడి, కాటన్ 1821 లో మద్రాసు ఇంజనీరింగు శాఖలో అసిస్టెంటు ఇంజనీరుగా ప్రవేశించెను. 1824 లో బర్మా యుద్ధములో పాల్గొని, ఈయన అక్కడ కూడ తన దక్షతను నిరూపించు కొనెను. 1862 లో ఇతడు తన ఉద్యోగమునుండి విరమించెను. అంతకుముందు కాటన్ ఒక హైడ్రాలిక్ ఇంజనీరింగు స్కూలును నెలకొల్పెను.

నీటిపారుదల సౌకర్యములను పెంపొందించుట కాటన్ అభిమాన విషయము. ఈయన ప్రత్యక్ష కృషి ఫలములుగా రూపొందిన కావేరీ, గోదావరీ నదుల ఆనకట్టలు, ఈయన పరోక్ష కృషి, ప్రోత్సాహములతో నిర్మింపబడిన కృష్ణానది ఆనకట్ట ఆయనను శాశ్వతలబ్ధప్రతిష్ఠుని చేసినవి. ఇంజనీరింగు సాంకేతిక పరిజ్ఞానము అంతగా వికసింపని ఆ రోజులలో అంతటి అద్భుత నిర్మాణములను విజయవంతముగ పూర్తి చేయుటకు ఆయన ఉదాత్త చిత్తశుద్ధి, అచంచలకార్యదీక్ష, నిర్విరామకృషి కాటన్‌కు సర్వదా అండదండలైనవి [చూ. సమీక్ష - పు. 55]. **ఆ. వెం.**

కాఫర్ డాము : చూ. పునాది శాస్త్రము.

కామేశం, కొంటి (1890 - 1964): 'ఆస్కొ్యా' అని పేరు పొందిన దారు సంరక్షణ విధానమును రూపొందించిన ప్రతిభాశాలి. పశ్చిమ గోదావరిజిల్లా, నరసాపురములో జన్మించెను. ఈయన తండ్రి వెంకట రమణయ్య నాటి మద్రాసు రాష్ట్రములో గొప్ప ఇంజనీరు. కామేశం విశాఖపట్టణమునందు, మద్రాసులోను విద్యాభ్యాసము చేసెను; గిండీ ఇంజనీరింగు కాలేజిలో చదివి బి. ఇ. పరీక్షలో ప్రథమశ్రేణిలో ఉత్తీర్ణుడు అయ్యెను.

డెహ్రాడూన్‌లో అటవీ పరిశోధన సంస్థలో మొదట ఈయన సహోద్యోగిగా నియమితుడయ్యెను. అచట ఈయన తన ప్రతిభను, దక్షతను నిరూపించి, కొందరు అధికారుల ప్రతిఘటనను అతిక్రమించి, దారుసంరక్షణ నిపుణోద్యోగి పదవిని చేపట్టెను; తరువాత పరిశోధనలకై యునైటెడ్‌స్టేట్స్, జర్మనీ దేశములకు వెళ్ళెను. జర్మనీలో కామేశం, డాక్టర్ ఫాక్ సంయుక్తముగా 'ఫాక్కామేశం విధానము' అను దారు సంరక్షణ విధానమును రూపొందించిరి. దీనికే తరువాత 'ఆస్కొ్యా' అను నామము ప్రచారములోనికి వచ్చినది. ఆస్కొ్యా విధానమునందు కర్రలోనికి ఆర్సెనిక్, రాగి లవణములను నిర్ణీత నిష్పత్తులలో ఎక్కువ ఒత్తిడితో ప్రవేశపెట్టుదురు. అందు వలన కర్రకు చెదలు పట్టవు, పురుగులు దానిని తినలేవు, వానలో తడిసినను అది చివికిపోదు; మామూలు కర్ర కూడ టేకు కర్రతో సమానముగ మన్నగలదు. ఇట్టి కర్ర ఎలక్ట్రిక్ స్తంభములుగ, రైలుపట్టాల క్రింద స్లీపర్‌లుగ వాడబడి, భారతదేశమునకు ఆర్థికముగా లాభదాయక మైనది. యునైటెడ్‌స్టేట్స్ కూడ 'ఆస్కొ్యా' ను ఆమోదించి, 'గ్రీన్ సాల్ట్స్' అను నామాంతరముతో దానిని వినియోగించుకొనుచున్నది.

కామేశం తరువాత కొంతకాలము తిరువాన్కూరులో డెవలప్‌మెంట్ శాఖకు నియంత్రణాధికారిగా పనిచేసి, ఆస్కొ్యాపద్ధతి కర్రతో తోటపల్లి ఏటికి వంతెన కట్టించెను. చివరకు బెంగుళూరులో ఈయన ఇంజనీరు వృత్తిని ప్రారంభించెను; ఆస్కొ్యా కలపతో కట్టడములను, వంతెనలను నిర్మించెను; ఆస్కొ్యా విధానమున వెదుళ్ళతో గట్టిచేయబడిన సిమెంటుపలకలను తయారు చేసెను. ఆ పలకకు 'సాన్‌స్టీల్' (ఉక్కులేనిది) అని పేరు.

కామేశం కృషిని అభినందించి, ఆంధ్ర యూనివర్సిటీ ఆయనకు డాక్టరేట్ గౌరవబిరుదమును ప్రసాదించి సమ్మానించెను. మంచి కళాకోవిదుడుగ, చిత్రకారుడుగ కూడ ఆయన వాసికెక్కెను. **ఆ. వెం.**

కార్ఖానా నిర్వహణ : ఏ వ్యాపార సంస్థకయినను దాని నిర్వహణలో అనేక అంశములు ఇమిడి ఉండును. కార్ఖానా నిర్వహణ, వ్యాపార సంస్థ నిర్వహణ - వీటి లక్ష్యములు,ఆశయములు దాదాపు ఒక్కటే అయినప్పటికినీ కార్ఖానా నిర్వహణ వ్యాపార సంస్థ నిర్వహణలో ఒక ముఖ్యభాగమై ఉన్నది.

కార్ఖానా నిర్వహణ ఒక సాంకేతిక విధానము. అది కార్ఖానాలోని కార్యక్రమములకు సారథ్యము వహించుట మాత్రమే కాదు, ఇంకను అనేక కార్యవిధానములను చూచుకొనవలెను. వ్యాపార అంతిమ విజయమునకు ఇవన్నియు ఆధారములు అగును.

శాస్త్ర విధానముల అభివృద్ధితో, పరిశోధనల వృద్ధితో క్రొత్త రంగములు ఎన్నియో తలయెత్తుచున్నవి. ఇందు మూలమున నిర్వహణ విధానములను తరచు పర్యాలోకన చేయవలసి వచ్చుచుండెను.

కార్ఖానాల ఉత్తమ నిర్వహణ ఒక సాధనము వంటిది. ప్రధాన నిర్వహణ అధికారి పనివారలను, యంత్రములను, సాధన సామగ్రిని, ధనమును సమన్వయ పద్ధతిలో ఉపయోగించుటకు ఇది సాధనము. వారిపై, వాటిపై అజమాయిషీ ప్రధాన నిర్వహణాధికారి అధీనమై ఉండి, అన్ని కార్య క్రమములు నిర్ణీత మార్గములలో నెరవేరుటకు ఇది సాధనము.

కార్ఖానాను ఉత్తమ రీతిలో నిర్వహించినచో దుబారాలు, వృథాలు ఉండవు; అవసరమయిన త్రిప్పుడులు మొదలయినవి ఉండవు. కార్యకర్తలు, కార్య నిర్దేశకులు ఉత్సాహముతో పనిచేయుటకు ప్రోద్బలము ఉండును.

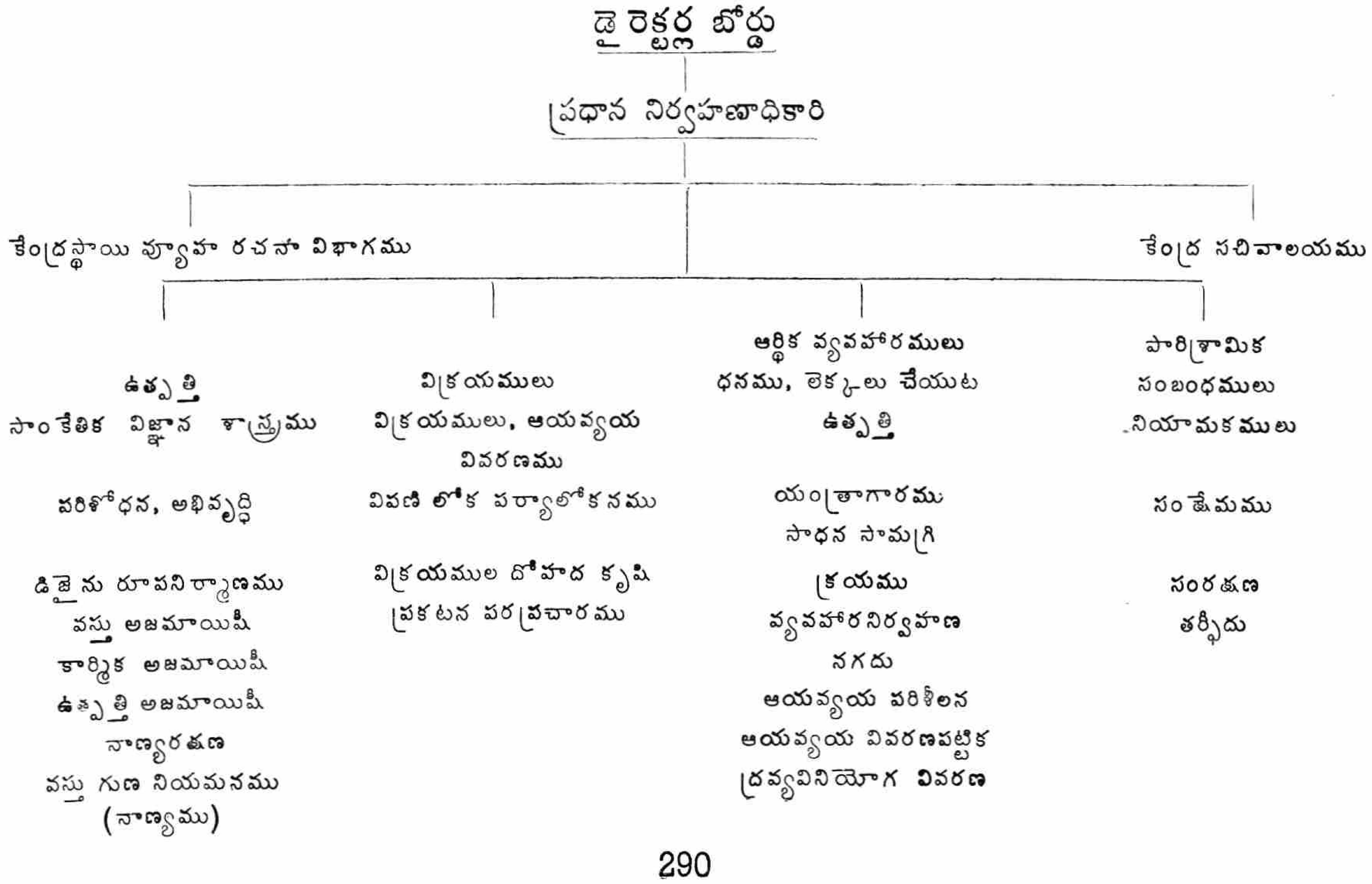
కార్ఖానా నిర్వహణ సామర్థ్యము, శ్రేష్ఠత ఆ నిర్వహణలో వినియోగించిన వాటి ఫలముబట్టి, ఉత్పత్తులకు విపణి వీథిలో తేగల పేరు ప్రఖ్యాతులుబట్టి నిర్ణయించదగును.

ఏ వ్యాపారములో నైనను విజయము సాధించుటకు ఇవి ముఖ్యము: 1. వ్యాపార ఆశయములు, అంతిమ లక్ష్యములు, గరిష్ఠపరిమాణములు నిర్వచించుట; 2. శీఘ్ర నిర్ణయములకు దోహదము ఇచ్చి ప్రమాదములను తగ్గించ గల పద్ధతులను, విధానములను రూపొందించుట; 3. ఉత్పత్తి, విక్రయమార్గములు, పెట్టుబడులు, జమా ఖర్చులు - వీటి క్రింద రాగల విధులను వర్గీకరించుట; పైవి కాక సిబ్బంది, చట్టము, ప్రజాసంబంధములు వంటి అనుబంధ విషయముల క్రింద నిర్వర్తించవలసిన విధులను వర్గీకరించుట; 4. కార్య ప్రణాళికను విజయవంతముగ అమలు పరచుటకు వివిధ విభాగములు, శాఖలు ఏర్పాటు చేయుట; 5. విజయవంతముగ ఉత్పత్తి సాగించుటకు కారణమైన వేర్వేరు కార్య విధానముల సమన్వయమునకు గట్టి ఏర్పాట్లు చేయుట.

వినియోగధనము పట్టిక తయారీ, విక్రయావకాశము, సాధనసామగ్రి సేకరణ మొదలైనవి కార్ఖానా నిర్వహణ ప్రత్యక్ష బాధ్యత క్రిందకు రాకపోయినప్పటికినీ వాటి సమన్వయము కూడ చక్కగ సాధించుట ముఖ్యము.

కార్ఖానా నిర్వహణ సామర్థ్యము ప్రధానముగ ఉత్పత్తిలో వినియోగించు విజ్ఞానశాస్త్ర విధానముపై ఆధారపడి ఉండును. విపణి పరిస్థితుల అవలోకన, ఉత్పత్తుల గిరాకీపై ఖండితముగ, నిజమైన అంచనాలు తయారు చేయుట; ఉత్తమమైన పారిశ్రామిక సంబంధములు, సంస్థ కీర్తి ప్రతిష్ఠలు కూడ కార్ఖానా నిర్వహణ సామర్థ్యమునకు దోహదము ఇచ్చును.

వ్యాపార నిర్వహణ సమగ్ర వ్యవస్థలో కార్ఖానా నిర్వహణ అతికిపోయి అంతర్భాగమై ఉండవలెను. వ్యాపార నిర్వహణ వ్యవస్థ స్వరూపము అనేక విధములుగ ఉండవచ్చును. ఉత్తమమైనదిగ ఎంచబడి, ఉపయుక్తమైనదని భావించబడిన ఒక విధమును - ఒక వ్యవస్థా స్వరూపమును - దిగువ తెల్పడమైనది:



డైరెక్టర్ల బోర్డు వ్యాపార లక్ష్యములను నిర్వహించవలెను. వ్యాపారమునకు స్థూల విధానములు, ప్రాథమిక విధానములు రూపొందించవలెను. ప్రధాన నిర్వహణాధికారి విధి వ్యాపారమును నడిపించుట, డైరెక్టర్ల బోర్డు విధానములను ఆచరణ నిర్ణయములుగ చేయుట, సంస్థ విధానములకు సంబంధించిన విషయములలో డైరెక్టర్ల బోర్డుకు సలహాలు కూడ ఇచ్చుచుండవలెను.

పైన సూచించిన వ్యవస్థా స్వరూప పట్టికలో వ్యూహ రచనా విభాగము సంస్థ కార్యక్రమముల ఫలితములను సతతము గమనించుచుండవలెను. అంతియేకాక, భవిష్యత్తునకు వ్యూహ రచన సాగించుచుండవలెను. ఈ విభాగము, ప్రధాన నిర్వహణాధికారికి ప్రత్యక్ష బాధ్యత వహించును. అటులనే, ప్రధాన నిర్వహణాధికారి కేంద్రసచివాలయము, కంపెనీ చట్ట వ్యవహారములు, పెట్టుబడి సమకూర్చుకొనుట, పన్నులు, వాటాదారులతోను, జనసామాన్యముతోను సంబంధములు, భద్రత, ఇతర శాంతి భద్రతల వ్యవహారములు చూచుకొనవలెను.

ప్రధాన నిర్వహణాధికారికి సహాయపడు ఇతర ముఖ్య శాఖల ప్రాథమిక విధులను దిగువ తెల్పడమైనది:

ఉత్పత్తి: కార్ఖానాలలో ఉత్పత్తి సత్ఫలితములు పనివారలను బట్టి, యంత్రములు, వాటిపై యాజమాన్యమును బట్టి, ఉత్పత్తిలో సామగ్రి పొదుపరి వినియోగమును బట్టి ఉండును. పనివారల సామర్థ్యము, ఉత్పత్తి విధానములను బట్టి కూడ సత్ఫలితములు ఉండును. అంతేకాక, అనుబంధ కార్యక్రమములు, ప్రక్రియా విధానములు అంత సమర్థముగను నిర్వహించుట అవసరము.

ప్రతి వ్యక్తి అతడు నిర్వహించవలసిన పని ఏమో స్పష్టముగ తెలుపబడి ఉండవలెను. ఏరోజు కారోజు, ఏవ్యక్తి కావ్యక్తి లేదా ఏ వర్గమున కావర్గము ఎంత, ఎటువంటి కార్యము నిర్వహించెనో లెక్కకట్టు కచ్చితమైన మార్గము ఉండవలెను.

అధిక ఫలితములు రావలెనను అమితాసక్తితో యంత్రములను, తదితరములను మితిమీరి ఉపయోగించుట మంచిది కాదు. ప్రతి ఉద్యోగి తన విధిని శ్రేష్ఠము గాను, అమిత ఫలదాయకము గాను నిర్వహించుటకు తగినంత ప్రోత్సాహ ప్రోద్బలములు కలిగి ఉండుట అతి ముఖ్యము. మామూలుగ ఉన్న యంత్రాంగముతో పనిచేయించుచునే ఈ ఫలితములను సాధించవలెను.

అతి సమర్థులైన పనివారలు, చాల మంచి యంత్రములు ఉన్నప్పటికిని ఉత్పత్తి ఫలితములు సంతృప్తికరముగ ఉండని సందర్భములు అనేకములు కలవు. ఇందుకు ముఖ్య కారణములలో కొన్నింటిని దిగువ తెల్పడమయినది: 1. ఆదర్శవంతమైన కార్యక్షేత్రములు లభించకపోవుట; 2. గాలి, వెలుతురు, సదుపాయములు, పారిశుద్ధ్య సౌకర్యములు, కార్ఖానాలలో-కార్యక్షేత్రములలో-శుభ్రత లోపించుటవలన కలిగిన అనారోగ్యకర పరిస్థితులు; 3. ప్రమాద భూయిష్ఠమైన పని - పరిస్థితులు - వాటినుంచి రక్షణ లేకపోవుట; 4. ఉపాహార (కేంటీను) సదుపాయములు లోపించుట; 5. కార్ఖానాలోను, స్టోరులలోను నిల్వలకు తగు సదుపాయములు లేకపోవుట, ఇందుమూలమున అధిక వ్యయము సంభవించుట; 6. నివాసమునకు, విలాస వినోదములకు సరియైన వసతులు లేకపోవుట, విక్రయ సదుపాయములు, విద్య, నిలయ వైద్య సౌకర్యములు లోపించుట; 7. కార్ఖానాలలోనే సంతృప్తికరమైన రాకపోకల సౌకర్యములు లేకపోవుట; 8. నిర్ణీత కార్యక్రమము ప్రకారము వస్తు సామగ్రి సమకూర్చుకొనకపోవుట.

ఉత్పత్తిశాఖ ప్రధాన విధులు: విక్రయ కార్యక్రమమునకు ఉత్పత్తి కార్యక్రమము సమన్వయము చేయుట; కార్ఖానాలలో ఉత్పత్తి నిరంతరము సాగుటకు గట్టి పథకము, కాలపట్టీ (షెడ్యూలు), కార్య విధానము రూపొందించుట; ఉత్పత్తి ప్రమాణములను పెంచుట; వివిధ కార్యవిధానములలో అభివృద్ధిని సతతము లక్షించుట; అతి తక్కువ సాధన సామగ్రితో ఉత్తమ ఫలితములు తప్పక లభించునట్లు చేయుట; శాస్త్రీయమైన, అంకెల ఆధారమైన, సమగ్రమైన తనిఖీ మార్గములను ఆచరించుట; యంత్ర సామగ్రిని, ఇతర వసతులను సమర్థముగా ఉపయోగించుటకు గట్టి ఏర్పాటు ఉండుట; వస్తురూప నిర్ణయమునకు ఉపయుక్తమైన సాంకేతిక విజ్ఞానశాస్త్ర విభాగములలో పరిశోధనలు సాగించుట; గిరాకీ ఉండదగు సరిక్రొత్త వస్తువులను ఎప్పటికప్పుడు రూపకల్పనచేయుటకు సాంకేతిక పరిశోధనలు సదా జరుగు ఏర్పాట్లు, సరకుల పట్టీ పూర్తి వివరములతో ఉంచుట ఉండవలెను [చూ. ఉత్పత్తిశాస్త్రము - పు. 243].

విక్రయము: కార్ఖానా నిర్వహణలో అమ్మకము ప్రత్యక్ష అంతర్భాగము కాకపోయినప్పటికి ఈ రెండింటి మధ్య సన్నిహిత సంబంధము ఉన్నది. కార్ఖానాలో తయారైన ఉత్పత్తి సరకుల పరమావధి అమ్మకమే కావున, అమ్మకపు స్థూల లక్ష్యములపట్ల ఎన్నటికిని - ఎవ్వరును - అలక్ష్యము చూపరాదు.

సంస్థ ఉత్పత్తుల విక్రయమునకు విక్రేతలతో ఏర్పాట్లు చేసికొనుట, విక్రయ విధానమును రూపొందించుట,

అమ్మకపు ఖర్చులను నిర్ణయించుట, ఉత్పత్తి సరకుల ధరలు నిర్ణయించుట, వినియోగదారులకు ఉత్పత్తి వస్తువుల గురించి తెలియజెప్పుట, విపణిరంగములో ఉన్న సాటి వస్తువులకంటె ఉత్తమమైనవని నచ్చజెప్పగలుగుట విక్రయ విభాగపు ప్రధాన విధి.

వినియోగదారుల అవసరములను వ్యూహారచనా విభాగమునకు చెప్పుట, విక్రయములను ఊహించి అంచనా వేయుట కూడ ఈ విభాగము కర్తవ్యమై ఉన్నది. విక్రయము పిమ్మట ఆ వస్తువుల మంచి చెడ్డలు గమనించుచు మరమ్మత్తులు వంటి సదుపాయములు సమకూర్చుట, వ్యాపార ప్రకటన (అడ్వర్టైజింగు) కూడ ఈ విభాగము బాధ్యతలై ఉన్నవి.

చిఠా, ఆవర్జా లెక్కలు: ఈ శాఖ కూడ విధిగా కార్ఖానా నిర్వహణలో అంతర్భాగమై ఉండనవసరము లేదు. అయినప్పటికి, కార్ఖానా నిర్వహణ ఫలితములు లెక్కకట్టుటకు ఈ శాఖయే ఆధారము అగును. నిర్మాణాత్మకమైన వ్యవహార అజమాయిషీకి కూడ ఈ శాఖయే బాధ్యత వహించును. దీని ముఖ్య విధులు, బాధ్యతలలో కొన్నింటిని ఇచ్చట ఉదాహరించడమైనది :

అమ్మకములు, ఉత్పత్తి, కార్ఖానా, సాధన సామగ్రి, క్రయముల, వస్తువుల జాబితా, వ్యవహార నిర్వహణ - వీటికి సంబంధించిన ఆయవ్యయముల పట్టిక తయారీలో సమన్వయము, అజమాయిషీ వహించుట; వ్యాపార పెట్టుబడిని సాకల్యముగ పరిశీలించి ముస్ముందు రాగల అవసరములు తయారు చేయుట; చిఠా, ఆవర్జా లెక్కలు వ్రాయు విధానములను నిర్ణయించి అమలు పరచుట; సంస్థ ఆదాయము, ఖర్చు, లాభములు నిర్ణయించుట; నిల్వవస్తువులకు విలువ కట్టుట; ఆదాయవ్యయముల వర్గీకరణము; ఆదాయ వ్యయముల తనిఖీని సంస్థలోని వారిచేత నే నిర్వహింపజేయుచు 'ఇంటర్నల్ ఆడిట్' పద్ధతులను రూపొందించుట. ఈ సంస్థ తాలూకు అన్ని రకములయిన రికార్డులు, చిఠా ఆవర్జాలు రొక్కమును లెక్క చెప్పుట కూడ ఈ కార్య భాగములోనే వచ్చును.

సిబ్బంది, పారిశ్రామిక సంబంధములు : కార్ఖానా నిర్వహణ వంటి వ్యాపార సంస్థలోను ఇది ఒక ప్రయోజనాత్మకమయిన భాగము. సిబ్బంది - యజమానుల మధ్య ఉత్తమ పారిశ్రామిక సంబంధముల బాధ్యత ఉత్పత్తి శాఖదే.

కార్ఖానా నలుగురు కలసి పనిచేయు చోటు కావున అది మానవ సంఘమునకు ప్రతీక. ప్రతి ఒక్కొక్కరికి వ్యక్తిగతముగ ఒక్కొక్క అభిప్రాయ స్వభావము ఉండునని, వీరు సమర్థతతో, కార్యోత్సాహముతో కలిసి మెలసి పనిచేయునట్లు చేయవలెనని కార్ఖానా యజమానులు తెలిసికొని దానికి అనుగుణముగా సదుపాయములు కల్పించుచు దోహదము చేయుటకు ప్రయత్నించవలెనేగాని, పని వారి మధ్య ఘర్షణ పరిహరించుటకు మాత్రమే ప్రధాన నిర్వహణాధికారుల చర్యలు పరిమితము కాకూడదు.

సిబ్బందితో ఉత్తమ సంబంధములు, నిరంతర సత్ఫలితములు ముఖ్యావసరము. ఉత్తమ నైతిక విలువలు ప్రభవిల్లుచోట పనివారలు తమ పనిలో ఆనందము అనుభవింతురు; తమ విధిని మరింత బాగుగ కార్యోత్సాహముతో సమర్థముగ నిర్వహింతురు; తనిఖీల అవసరము అంత ఉండదు. యంత్రములను అరిగించుట తగ్గును. వృథా ప్రయాస, వ్యర్థమగు ఖర్చులు తగ్గును. సిబ్బంది సంఖ్య పరిమితముగ ఉండును. ఇవియే కొన్ని సత్ఫలితములకు కారణమగుచున్నవి. యజమానుల మాటలకంటె చేతలు పనివారలకు ప్రధానము నీతి నియమములు ఉన్నతముగ ఉన్నప్పుడు నోటిమాటతోనే పనులు జరిగిపోవును. పరస్పర విశ్వాసము, సద్భావము, సమష్టి లక్ష్యము ఈ ఫలితము సాధించును. సిబ్బందిని సంపాదించుకొనుట, ఎంచుకొనుట, వారికి శిక్షణను ఇచ్చుట, వారిని నిలుపుకొనుట ఒక సంస్థ నిర్మాణ అభివృద్ధులలో ముఖ్య పాత్ర వహించును. ఈ శాఖ ముఖ్య విధులను దిగువ ఉదాహరించడమైనది :

క్రొత్త పనివారలను ఎంచుకొని తీసికొనుట, హేతుబద్ధమైన వేతన పద్ధతులను రూపొందించుట, అభివృద్ధి పథకములను తయారుచేయుట వంటి ప్రత్యేకమైన నేర్పుగల విధులను నిర్వహించుట;

సంక్షేమ కార్యక్రమములను, సిబ్బంది సంక్షేమ పథకములను కనుగొనుట, నిర్వహించుట. పని పరిస్థితులు మొదలైనవాటి విషయములలో సిబ్బంది కోర్కెలను, సమస్యలను వర్గీకరించుట;

తగు శిక్షణ కార్యక్రమములను రూపొందించుట, పనులను తెలుపు రికార్డులను సిద్ధపరచుట.

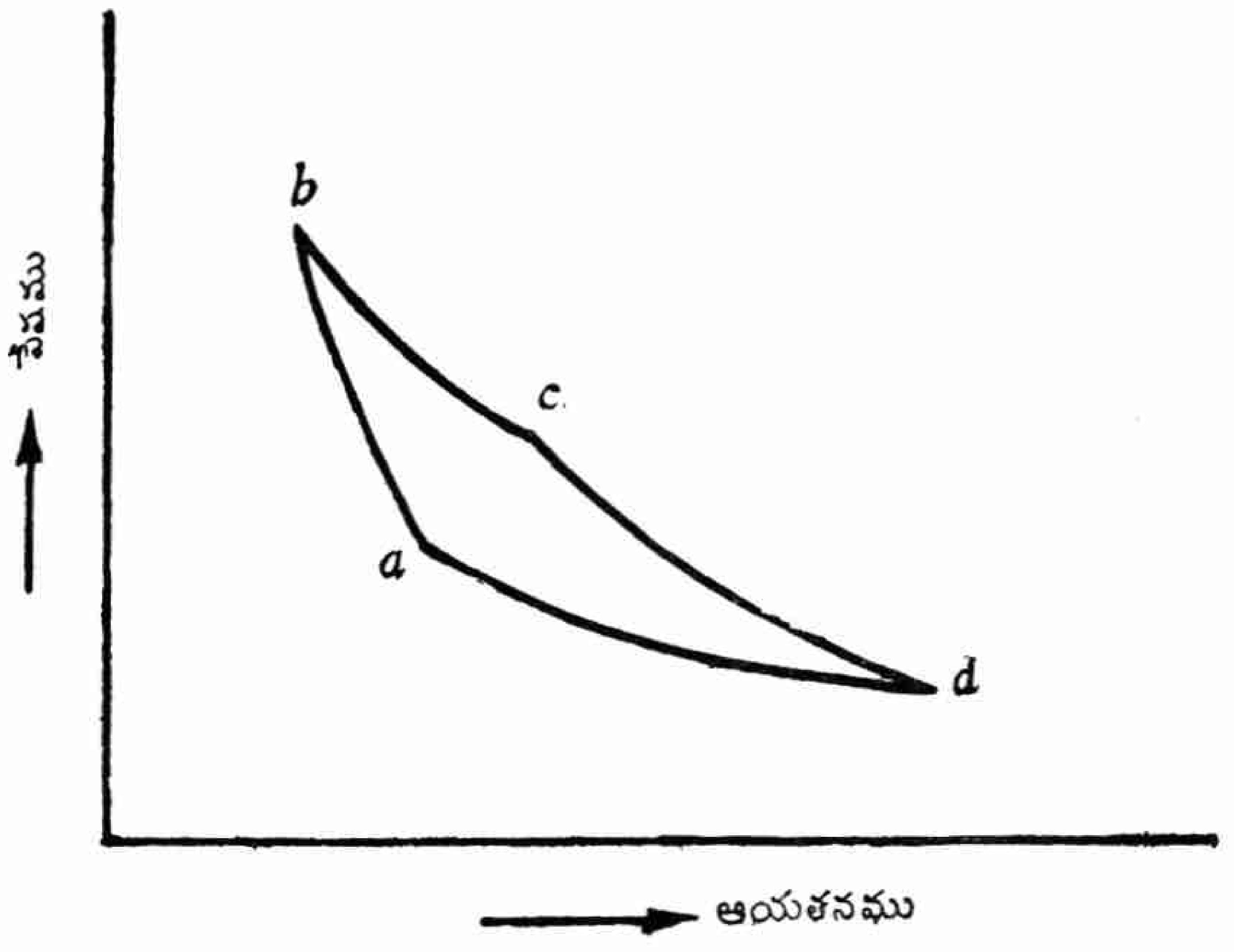
కార్ఖానాను సమర్థముగ, విజయవంతముగ నిర్వహించవలెనన్న అత్యున్నతాధికారులు స్వేచ్ఛగా వ్యవహరించుటకు, చిక్కులు నివారించుటకు, క్రొత్త ఊహలు చేయుటకు, భవిష్యత్తుకు నిచ్చెనలు వేయుటకు స్వాతంత్ర్యము కలిగి ఉండుట విధిగా అవసరము. సాధ్యమైనవు డెల్లా ఇతరులకు అధికారము ఇచ్చి వివిధ కార్యక్రమములపై గట్టి అజమాయిషీ వహించుటకు అవకాశము ఉండవలెను. అన్ని స్థాయిలలోను నిర్ణయాధికార బాధ్యతను గుర్తించుట అవసరము. **ఆర్. ఎస్. గ.**

కార్నిజ్, అండ్రూ (1835 - 1919): యునైటెడ్ స్టేట్స్ ప్రముఖ పారిశ్రామికవేత్త, దాత. స్కాట్‌లాండ్ నందలి డన్‌ఫర్మలిన్‌లో ఇతని జననము. స్కాటిష్ ఫ్యాక్టరీలలో ఉద్యోగము లభించనందున నేతగాడైన ఇతని తండ్రి సకుటుంబముగ అలిగేనీ (పిట్స్ బర్గ్) కి 1848 లో తరలి వచ్చెను. కార్నిజ్ బట్టల మిల్లులో చిన్న ఉద్యోగమున చేరి, త్వరలోనే టెలిగ్రాఫర్ అయ్యెను. ఆ తరువాత 1859 లో పెన్సిల్‌వేనియా రైల్వే వ్యవస్థయందు సూపరింటెండెంట్ అయ్యెను.

ఇనుప పరిశ్రమలలో తాను పెట్టిన పెట్టుబడులను స్వయముగ చూచుకొను నిమిత్తము 1865 లో ఉద్యోగము నుండి కార్నిజ్ విరమించుకొనెను. యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌లో ఉక్కు అవశ్యకతను గుర్తించి (1873) ఉక్కు ఉత్పత్తిని పెంచుచు పెక్కు సంస్థలను కొనుట ప్రారంభించెను. తుదకు అవి అన్నియు చేరి 'కార్నిజ్ స్టీల్ కంపెనీ' గా రూపొందినవి. సమర్థవంతమైన వ్యాపార పద్ధతులను ప్రవేశపెట్టుట చేతను, రైల్వే వ్యవస్థతో సన్నిహితసంబంధములు ఉండుటచేతను, హెన్రీ సి. ఫ్రిక్ భాగస్వామి అగుట వలనను కార్నిజ్ అపార లాభమును ఆర్జించెను. 1900 నాటికి యునైటెడ్‌స్టేట్స్ మొత్తము ఉక్కు ఉత్పత్తిలో కార్నిజ్ కంపెనీది నాలుగవ వంతు. దేశమునందలి పెక్కు ఇనుపగనులు, కోకు పొయ్యిలు, ఖనిజ నౌకలు (ఓర్ షిప్స్), రైల్వే మార్గములు ఈ కంపెనీ స్వాధీనములో ఉన్నవి. ఇట్టి పరిస్థితులలో కార్నిజ్ కంపెనీని కొనునిమిత్తమై యునైటెడ్‌స్టేట్స్ స్టీల్ కార్పొరేషన్ ఏర్పడినది. అందుకు సిద్ధమై ఉన్న కార్నిజ్ 25,00,00,000 డాలర్ల* కు తన కంపెనీని 1901 లో అమ్మి వ్యాపారము నుండి విరమించుకొనెను. 'ది గాస్పెల్ ఆఫ్ వెల్త్' అను వ్యాసము (1889) లో 'ధనవంతులు తమ సిరిసంపదలకు ట్రస్టీలని, ప్రజాబాహుళ్యశ్రేయస్సుకై ఆ సొమ్మును వారు యాజమాన్యము చేయవలెను' అని పేర్కొనెను. కార్నిజ్ హాల్ (న్యూయార్క్), కార్నిజ్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆఫ్ వాషింగ్‌టన్, కార్నిజ్ ఫౌండేషన్ ఫర్ ది అడ్వాన్స్‌మెంట్ ఆఫ్ టీచింగ్, కార్నిజ్ ఎండోమెంట్ ఫర్ ఇంటర్నేషనల్ పీస్, పెక్కు లైబ్రరీలు మొదలగు వానికి 35,00,00,000 డాలర్లు దానము చేసెను. పా. ల. నా.

కార్నో అవృత్తి: ఇది ఒక ఆదర్శప్రాయమైన శక్తిశాస్త్ర (తెర్మోడైనమిక్) భావము. ఫ్రెంచి ఇంజనీరు సాదీ కార్నోచే కల్పితమైనది. వాస్తవిక ఆవృత్తుల తారతమ్య గణనకు దీనిని ప్రమాణముగా వాడుదురు. ఉష్ణ యంత్రములు తమకు అందించబడిన ఉష్ణశక్తిని పూర్తిగా యాంత్రిక శక్తిగా మార్చలేవనియు, అందు కొంత భాగము విసర్జింపబడక తప్పదనియు ఇది నిరూపించును. ఇందులో తరుచుగా గాలిని గాని, ఒక వాయువును గాని కార్యకర యానకము (వర్కింగ్ మీడియమ్) గా తీసికొందురు. యానకము సమగ్రముగా తాపబంధితములైన గోడలు, ఘర్షణరహితమైన ముషలకము (పిస్టన్) కల సిలిండరులో ఉంచబడును.

ప్రారంభమున ముషలకము తన దెబ్బలో నడుమ ఉన్నదని అనుకొందము. ముషలకము పైకి పోవుచుండగా దానిపై యాంత్రిక పనిని ప్రయోగించి యానకమును ఇటు నుండి అటు త్రిప్పగల అతాపకసంపీడనము (అడియబేటిక్ కంప్రెషన్) నకు గురిచేయుదురు. ఇచట ఉష్ణ వినిమయము లేక పోవుటచే [చూ. చిత్రము] వక్రరేఖ *a - b* చూపించిన ప్రకారము యానకము యొక్క ప్రేషము, తాపక్రమము రెండును పెరుగును. ఇప్పుడు సిలిండరు శీర్షమునుండి తాపబంధకమును తొలగించి, ఒక ఉష్ణ వస్తువును చేర్తురు. దీనివలన ఉష్ణ వస్తువు నుండి వాయువులోనికి ఉష్ణము ప్రసరించి, వాయువు నెమ్మదిగా వ్యాకోచించి, ఉపయుక్తమగు పనిని చేయును. ఈ సమతాపక (ఐసోతెర్మల్) వ్యాకోచనమును చిత్రమున వక్రరేఖ *b - c* సూచించును. ముషలకము క్రిందికి జరుగుట కొనసాగించును. అది కొంత క్రిందికి పోయిన తరువాత సిలిండరు శీర్షము మీది ఉష్ణ వస్తువును తొలగించి, తాప



బంధకమును తిరిగి తగిలింతురు. ముషలకము క్రిందికి తరలుటను కొనసాగించుచు, వాయువును అతాపకముగా వ్యాకోచింపజేయుచు (చిత్రమున *c - d* వక్రరేఖసూచించినట్టుగ), తాపక్రమము, ప్రేషము రెండిటిని తగ్గించును. ముషలకము తన దెబ్బలో అట్టడుగునకు చేరిన తోడనే

* డాలరు = ఇప్పటి విలువ రూ. 7.50.

సిలిండరు శీర్షమునుండి తాపబంధకమును మరల తొలగించి, అచ్చట ఒక శీతల వస్తువును ఉంచుదురు. వాయువులనుండి వేడిమి ఒక స్థిరతాపక్రమమువద్ద విసర్జింపబడి శీతలవస్తువునకు సంక్రమించును. ఇది చిత్రమున *d - a* వక్రరేఖచే సూచితమగును. ముషలకము మీదికి జరుగుచు మొదటి స్థానమునకు పోయినతోడనే ఆవృత్తి సమాప్తమగును; ఈ లోపున వాయువు అణచబడును.

పై ఆవృత్తియొక్క నికరపు ఫలితము ఏమనగా ఉష్ణ వస్తువునుండి గ్రహింపబడిన వేడిమిలో కొంత భాగము విసర్జింపబడి శీతల వస్తువునకు సంక్రమించినది; మిగిలిన వేడిమి యాంత్రికపనిగా మార్చబడినది. చిత్రములో *a b c d* వైశాల్యము యాంత్రిక పని పరిమాణమును తెలియపరుచును. ఈ ఆవృత్తి విరుద్ధ దిశలో జరిగిన ఎడల వేడిమి శీతలవస్తువునుండి ఉష్ణ వస్తువునకు బదలాయింపబడును.

ఏ ఇంజనునైన ఈ ఆవృత్తిపై పనిచేయించుట తీవ్రకష్టసాధ్యము. సిలిండరు శీర్షముద్వారా వేడిమిని ప్రసరింపజేయుటవలన ఇంజను వేగము చాల తగ్గిపోవును. సిలిండరు రంధ్రము పెద్దదిగాను, ముషలకము దెబ్బ చిన్నదిగాను ఉండవలెను. సిద్ధాంతరీత్యా ఈ ఆవృత్తి గరిష్ఠ దక్షత కలది; గ్రహించబడిన ఉష్ణ, శీతల వస్తువుల మధ్యగల తాపక్రమ భేదము పెరిగిన కొలది, ఈ దక్షత కూడ పెరుగును [చూ. ఇంజనులు]. పి. శ్రీ. రా.

కార్బ్యురెట్టర్ : చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు - పు. 197.

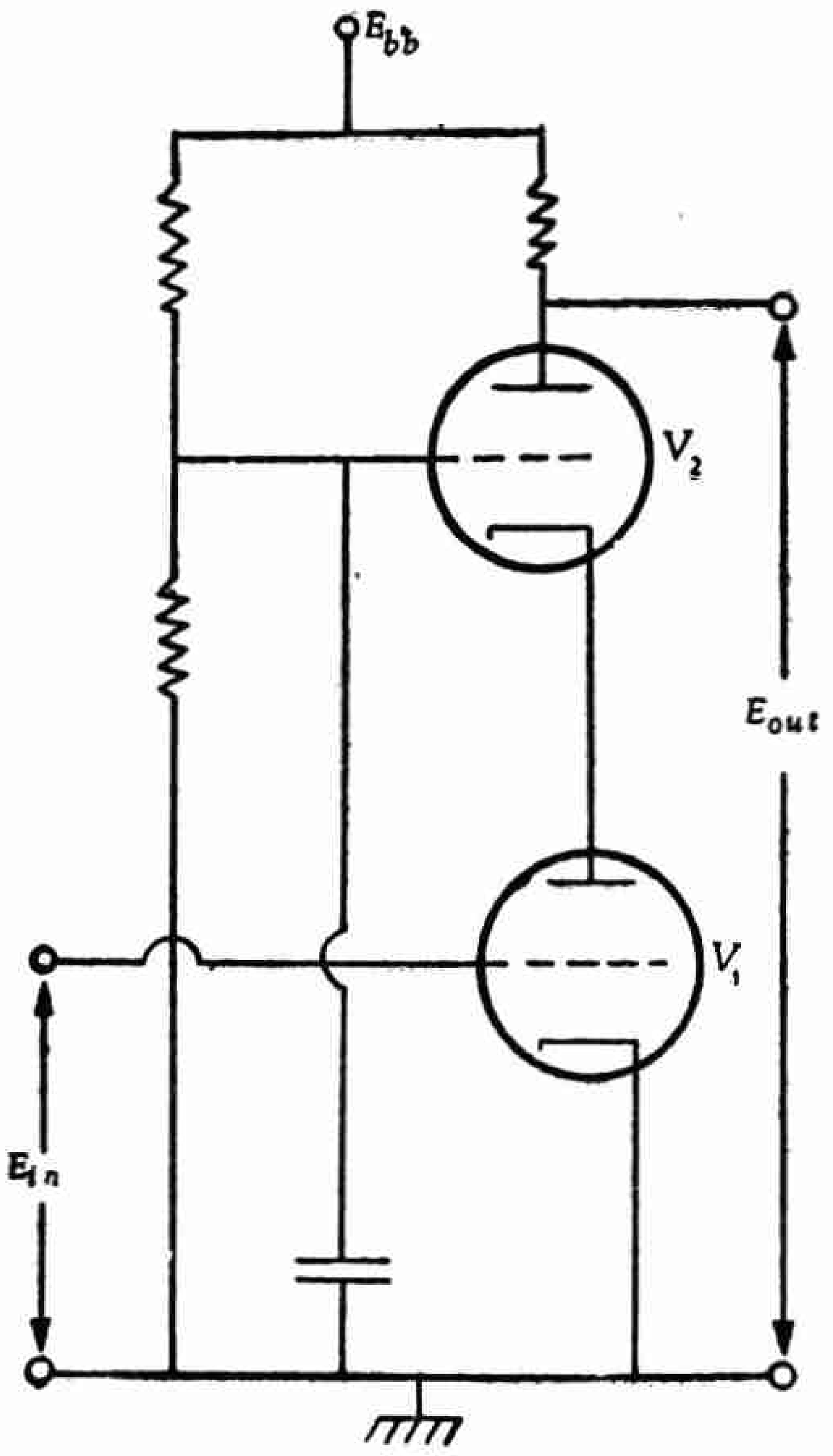
కార్బన్‌డైఆక్సైడ్: చూ. పారిశ్రామికవాయువులు.

కాలువ లాకులు, అలుగులు : చూ. నౌకాయానము.

కాల్సియమ్ కార్బైడ్ : చూ. పారిశ్రామిక వాయువులు - ఆసిటలీన్.

కాస్‌కేడ్ అంప్లిఫయిర్ (కాస్‌కేడ్ వర్ధకములు): కాస్‌కేడ్ వర్ధకవలయమున రెండు వర్ధక దశలు ఉండును. ఈ రెండు దశలును ట్రయోడ్ వాల్వులనే కలిగి ఉండును. చిత్రమున చూపిన విధముగా గ్రిడ్ గ్రౌండు చేయబడిన (గ్రౌండెడ్) స్టేజిని కేథోడ్ గ్రౌండు చేయబడిన స్టేజికి కలుపబడును. ఈ విధముగా చేయుటవలన ఈ వలయములో ట్రయోడ్‌లు ఉన్నపుడువలె 'చప్పుడు' (నాయిస్) తక్కువగుటయే గాక పెంటోడ్‌లు ఉన్నపుడువలె అధిక వర్ధక గుణకము లభించును.

'సిగ్నల్', 'చప్పుడు' నిష్పత్తి అన్ని వర్ధకముల నడతయందును ప్రాముఖ్యము వహించును. కనుక, ఈ నిష్పత్తి ఎక్కువ కావలసిన చోట్ల - ముఖ్యముగా ఇన్‌పుట్ లెవెల్ తక్కువగా ఉన్న చోట్ల - ఈ వర్ధకములను ఉపయోగింతురు. ట్రయోడ్ వాల్వునందు కంటె పెంటోడ్ వాల్వునందు ఎక్కువ ఎలక్ట్రోడ్‌లు ఉండుటచే చప్పుడు ఎక్కువగా ఉండును. పెంటోడ్ వాల్వులు లేనందువలన ఈ కాస్‌కేడ్ వర్ధకమునందు 'చప్పుడు' తక్కువగా ఉండును. అంతేకాక, లోడ్ రెజిస్టర్‌కు బదులు వాల్వు వాడుటచేత కూడ ఈ 'చప్పుడు' తగ్గును.



కాస్‌కేడ్ వర్ధకము

సెకనుకు 25 మెగాసైకిళ్లకు పైబడిన పౌనఃపున్యశ్రేణి వర్ధకములలో ఈ రకపు వలయములు ఉపయోగములో ఉన్నవి. న. ల. నా.

కాస్టిక్ సోడా : ఉప్పును ముడిద్రవ్యముగా ఉపయోగించు రాసాయనిక పరిశ్రమల ప్రధానోత్పన్నములు కాస్టిక్ సోడా, చాకలి సోడా, క్లోరిన్. రయాన్ (నారపట్టు), రాసాయనిక ద్రవ్యములు, సబ్బులు, కాగితము, క్షాళకములు, అల్యూమినియము [చూ. పు. 187], పెట్రోలియమ్ శుద్ధి, సెలోఫేన్, వస్త్రములు మొదలగు పెక్కు పరిశ్రమలలో కాస్టిక్ సోడా విరివిగా వినియుక్తమగును. గాజు, క్షాళకములు, సబ్బులు, కాగితము, వస్త్రములు మున్నగు ఉత్పత్తులలో చాకలి సోడా వాడబడును. ప్లాస్టిక్కులు, పెట్రో రాసాయనికములు, ఎరువులు, ద్రావకములు, క్రిమిహర పదార్థములు [చూ.] తయారు చేయుటయందు, నీటి శోధన [చూ.] యందు క్లోరిన్ ఉపకరించును. ఈ మూడిటిలో ఒకదానిపైనైన ఆధారపడి ఉత్పత్తి చేయబడని వాడకపు వస్తువు చాల అరుదు. ప్రక్క పుటలోని పట్టికపై మూడిటి గిరాకీకి, ఉత్పత్తికి సంబంధించిన అంచనాలను తెలియజేయును.

పరిశ్రమలో ఉపయోగింపబడిన ప్రతి 1000 టన్నుల ఉప్పు నుండి 900 టన్నుల ఆల్కలీ ద్రవ్యములు (కాస్టిక్, చాకలి సోడా), 600 టన్నుల క్లోరిన్ ఉత్పత్తి అగును. అయితే, ఈ ద్రవ్యముల గిరాకీ ఎన్నడును ఆ నిష్పత్తిలో లేదు. పెట్రో రాసాయనికముల, ప్లాస్టిక్కుల, క్రిమిహర పదార్థ

ద్రవ్యము	1966 – 67		1970 – 71 (అంచనా)		1975 – 76 (అంచనా)	
	గిరాకీ టన్నులలో	ఉత్పత్తి టన్నులలో	గిరాకీ టన్నులలో	ఉత్పత్తి టన్నులలో	గిరాకీ టన్నులలో	ఉత్పత్తి టన్నులలో
కాస్టిక్ సోడా	284	250	380	400	550	600
చాకలి సోడా	395	398	450	470	550	600
క్లోరిన్	200	222	321	356	561	584

ముల, ద్రావకముల ఉత్పత్తి పెరుగుటతో క్లోరిన్ వినియోగము చాల పెరిగినది. కాస్టిక్ సోడాను, చాకలి సోడాను వాడు పరిశ్రమలు క్లోరిన్‌ను అంతగా వాడవు. అయితే, ఈ మూడును నిత్యజీవితావసర వస్తువుల తయారీయందు వాడబడుటచే ఈ పరిశ్రమ నిలకడగా అభివృద్ధి చెందుచున్నది.

కాస్టిక్ సోడా యొక్క రాసాయనిక నామము సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Na OH). ఇది తెల్లని ఘన పదార్థము, చెమ్మగిల్లు స్వభావము కలది, నీటిలో అవలీలగా కరగును. దీనిని తాకినచో చర్మము పొక్కును. అందువలన దీనికి కాస్టిక్ (దాహక) సోడా అను వ్యవహార నామము వచ్చినది. గాఢ క్షారములలో ఇది ఒకటి. వాణిజ్య రంగమున ఇది సున్నము - సోడా పద్ధతి, విద్యుద్విశ్లేషణ పద్ధతి అను రెండు పద్ధతులలో ఉత్పత్తి అగుచున్నది.

సున్నము - సోడా పద్ధతి : ఇందు సున్నమును చాకలి సోడాతో ప్రతికరింపజేసి కాస్టిక్ సోడాను తయారు చేయుదురు. దీనికి కాస్టీకరణము అని కూడ పేరు. కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ ($Ca\ CO_3$) నీటిలో దాదాపు అద్రావ్యము ; కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ($Ca\ (OH)_2$) పరిమితముగా ద్రావ్యము ; చాకలి సోడాయు, కాస్టిక్ సోడాయు నీటిలో తేలికగా కరగును. కాస్టీకరణము పై యౌగికముల ద్రావణీయతా భేదము ప్రాతిపదికగా రూపొందినది. చాకలి సోడాను విలీన కాస్టిక్ ద్రవములో కరగించి, ఆ ద్రావణమునకు (కాల్చిన సున్నమునకు నీరు కలిపి పలచని పాల రూపమున తయారుచేసిన) సున్నపు నీటిని చేర్చుదురు. అప్పుడు చాకలి సోడా కాస్టిక్ సోడాగా మారి, కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ అవక్షిప్తమగును.

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2\,Na\,OH + Ca\,CO_3\downarrow$$

ద్రావణములో నీరు ఎంత ఎక్కువగా ఉండునో, అంత ఎక్కువ మేరకు సోడియమ్ కార్బొనేట్ (చాకలి సోడా) సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌గా మారును. అయితే, ఆ ద్రావణమును ఇగురబెట్టి సాంద్రీకరించుటకు వ్యయము కూడ అంత ఎక్కువగును. 16% సోడియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణమును వాడినచో అది 90 — 91% వరకు హైడ్రాక్సైడ్‌గా మారును. అప్పుడు 10 — 11% Na OH తోను, 1·4 — 1·5% $Na_2\ CO_3$ తోను లభించిన ద్రావణమును ఇగిరించుట వ్యయమును పొదుపుచేయుటకు అత్యుత్తమ మార్గము. అవక్షిప్తమైన కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌తో కలిసి ఉన్న కాస్టిక్ సోడాను రాబట్టుకొనుటకు అవక్షేపమును పదే పదే నీటితో కడుగుదురు. అపుడు లభించిన విలీన కాస్టిక్ ద్రవమును మరల మరికొంత చాకలి సోడాను కరగించుటకు వాడుదురు. కాస్టీకరణము కొద్దిగా తాపశోషక (ఎండోథెర్మిక్) ప్రతిక్రియ - అనగా వేడిమిని విలీనము చేసికొను ప్రతిక్రియ. అందువలన ప్రతిక్రియాగతిని ఎక్కువ చేయుటకు, ప్రతికరించు ద్రవ్యములను వేడి చేయుటకు నీటి ఆవిరిని వినియోగింతురు. ఒక తొట్టి ద్రావణమును కాస్టీకరించుటకు 2½ — 3 గంటలు ; తేట పరచి కడుగుట పూర్తిచేయుటకు 16 గంటలు పట్టును.

ప్రక్రియావర్ణన : కాస్టీకరణ కర్మాగారములు తడవల పద్ధతిలోను, నిర్విరామ పద్ధతిలోను కూడ పనిచేయును. కొన్ని ప్రత్యేక సందర్భములలో తప్ప ఇతరత్ర తడవల పద్ధతులు ఆర్థికముగా సమర్థనీయములు కావు. నిర్విరామముగా పనిచేయు కర్మాగారముల దినసరి ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 500 టన్నులవరకు ఉండును. అదివరకటి కాస్టీకరణ ప్రక్రియలో లభించిన విలీన కాస్టిక్ ద్రవములను వేరువేర చాకలి సోడాపొడికి, కాల్చిన పొడి సున్నమునకు చేర్చి రెండు పలుచని బురద (స్లర్రీ) లుగా తయారు చేయుదురు. కాస్టీకరణమును రెట్టింపు (జంట) వడపోత పద్ధతిలో గాని, ప్రతి ప్రవాహ క్షాళన పద్ధతిలో గాని జరిపించుట పరిపాటి.

రెట్టింపు వడపోత పద్ధతి : ఇందు పైన చెప్పిన రెండు పలుచని బురదలను తొట్టెలలో ఉంచి, వాటిని అల్ప ప్రేషము కల నీటి ఆవిరితో కొంచెము వేడిచేసి, చక్కగా కలియబెట్టి ప్రతికరింపజేయుదురు. ఈ తొట్టెలకు ప్రథమ కాస్టీకారకములు అని పేరు. వాటిని వరుసగా ఉంచుదురు. చివరి తొట్టినుండి పలుచని బురద మరియొక వరుస తొట్టెలలోనికి పూర్తిగా పోవును. ఈ తొట్టెలకు ద్వితీయ కాస్టీకారకములు అని పేరు. వాటిలో బురదనుండి పైకి తేరిన ద్రవము రెండు పాత్రలలోనికి పారును. వీటికి అధివాసకము (సెట్లర్) లు అని పేరు. వీటినుండి తేట ద్రావణమును తీసి, నిల్వచేసి, తదుపరి ఇగురబెట్టి సాంద్రీకరింతురు. ద్వితీయ కాస్టీకారకములలో దిగిన మడ్డిని, 1 వ, 2 వ అధివాసకములలోని అడుగు బురదతో సహా డయాఫ్రమ్ పంపుల సాయమున మొదటి గళని (ఫిల్టర్) లోనికి తోడుదురు. ఆ గళనిలో దానిని వడియగట్టగా దిగిన ద్రవమును 2 వ అధివాసకములోనికి పంపి, మీద మిగిలిన కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ ముద్దకు చాకలి సోడా ద్రావణమును చేర్చి మరల కాస్టీకరణమునకు గురి చేయుదురు. బురదను రెండవ గళనిలో వడియగట్టి, వచ్చిన కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌ను నీటితో చక్కగా కడుగుదురు. రెండవ గళనిలో అడుగుకు దిగిన ద్రవమును పైకడుగు నీటిని కలిపి, దానిలో కొంత భాగమును మొదటి గళనినుండి వచ్చిన కార్బొనేట్ ముద్దను పలుచబరుచుటకు, మిగిలిన దానిని చాకలి సోడా ద్రావణమును తయారు చేయుటకు వాడుదురు. రెండవ గళనినుండి లభించిన కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌ను కొలిమిలో కాల్చి, పొడి సున్నముగా మార్చి, దానిని మరల వినియోగింతురు. ఇందు ఉపోత్పన్నముగా లభించిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను సిలిండరులలో సంగ్రహింతురు.

ప్రతి ప్రవాహ క్షాళన పద్ధతి : ఇందు కూడ సున్నము, చాకలి సోడా ద్రావణములను తయారు చేయుట; ప్రథమ, ద్వితీయ కాస్టీకరణములు; తదుపరి ద్వితీయ కాస్టీకారకమునుండి పైన తేరిన ద్రవమును అధివాసకముల లోనికి పంపి, వాటిలో తేరిన తేట కాస్టిక్ సోడా ద్రవమును నిల్వచేసి సాంద్రీకరించుట పై పద్ధతిలోవలెనే జరుపుదురు. ద్వితీయ కాస్టీకారకము అడుగు బురదను, అధివాసకముల అడుగు బురదను వరసగా ఉంచిన క్షాళకము (డీకాంటర్) ల లోనికి పంపి, అక్కడ ఎదురు దిశలో ప్రవహించు కొద్దిపాటి నీటితో కడుగుదురు. క్షాళకములు తొట్టెల మాదిరిగనే ఉండును. వాటిని మెల్లగా కదుపుటవలన చివరకు మిగిలిపోవు బురద (కార్బొనేట్, సున్నము) తొట్టి మధ్యకు చేరును; మీది ద్రవము తేటగా ఉండును. మొదటి క్షాళకములోని బురదను పంపుచేసి నీటితో కడుగుదురు. పైనున్న తేట ద్రవమును అధివాసకముల ద్వారా పారు కాస్టిక్ ద్రవముతో కలుపుదురు. చివరి క్షాళకములోని మీది ద్రవములో కొంత భాగమును ముద్దను కడుగుటకును, మిగిలిన భాగమును చాకలి సోడాను కరగించుటకును వాడుదురు. కడకు మిగిలిన కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌ను కొలిమిలో కాల్చి, సున్నముగా మార్చి తిరిగి వినియోగింతురు.

నిర్విరామ పద్ధతి : ఇది ఆధునికము. పలుచని పాలవలె నుండు సున్నపు నీటిని ఆరిఫిస్ కొలత ద్వారా ఏక ప్రవాహముగా కవ్వముతో కూడిన కాస్టీకారపు తొట్టిలోనికి పంపుదురు. చాకలి సోడాపొడి మెకానికల్ ఫీడర్ నుండి నిర్ణయించబడిన పాళ్ళలో అదే తొట్టిలోనికి పడుచుండును. కవ్వము నిర్విరామముగా తిరుగుచుండుట వలన కాస్టీకరణము సంభవించి, డార్ థికెనర్ అను యంత్రము గుండా నిర్విరామముగా శుద్ధ ద్రావణము మడ్డినుండి వేరు చేయబడుచుండును. మొదటి యంత్రములో వచ్చిన ద్రావణమును సాంద్రీకరింతురు. క్రింద దిగిన మడ్డిని కడగి, మిగిలిన కాస్టిక్‌సోడాను రాబట్టుకొనుటకు నీటితో లేదా సన్నపాటి కాస్టిక్ ద్రావణముతో ఇదే మోస్తరు రెండవ యంత్రములో, మూడవ యంత్రములో ప్రతి ప్రవాహ క్షాళన పద్ధతిని కడుగుదురు. ఇందువలన కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ శుద్ధముగా వచ్చును. రోటరీగళని ద్వారా దానిని వేరు చేయుదురు. దానిని కడుగుటకు కావలసిన నీరు అతి స్వల్పము. ఈ పద్ధతికి కావలసిన పీఠ వైశాల్యము తక్కువ, దిగుబడి ఎక్కువ.

విలీన కాస్టిక్ ద్రవముల సాంద్రీకరణము : 10 - 11% కాస్టిక్ సోడా కల విలీన కాస్టిక్ ద్రవమును ఇగురబెట్టి, కాస్టిక్ సోడా శాతమును 50% కు పెరుగువరకు సాంద్రీకరించి, దానిలో అధిక భాగమును విక్రయమునకు పంపుదురు. మిగిలిన దానిలో చాల భాగమును 70 - 74% వరకు సాంద్రీకరింతురు. కొద్ది భాగమును మాత్రమే ఘనీభవింప జేయుదురు.

తాజా సున్నమునుండి తయారుచేసిన కాస్టిక్ సోడాలో పరిగణింపదగు మొత్తములో సోడియమ్ సల్ఫేట్, కొంత సోడియమ్ కార్బొనేట్ చేరి ఉండును. ఈ రెండు లవణముల ద్రావణీయత 50% కాస్టిక్‌సోడా ద్రావణములో కంటె 11% కాస్టిక్ సోడా ద్రావణములో అధికము. కాబట్టి, కాస్టిక్ సోడా ద్రవమును ఇగురబెట్టి, సాంద్రీకరించునపుడు ఆ రెండు లవణములును అవక్షేపింపబడును.

ఇటుల అవక్షిప్తమగు ఈ మిశ్రమము యొక్క సంఘట్టనము $2Na_2SO_4 Na_2CO_3$. ఈ సంఘట్టన రూపమున అది ద్రావణమునుండి విడివడి క్రిందికి దిగుటకు ఉన్ముఖత చూపును. కాబట్టి, సల్ఫేట్ - కార్బొనేట్ నిష్పత్తి పై విధమున ఉండునట్లు చేయుటకు కాస్టీకృత ద్రవమునకు అప్పుడప్పుడు కొంత సోడియమ్ సల్ఫేట్‌ను కలుపుదురు. క్రొత్త సున్నమునకు బదులు బురదనుంచి సంగ్రహించిన సున్నమును వాడినచో సోడియమ్ సల్ఫేట్ తక్కువగా ఉండును. సోడియమ్ కార్బొనేట్ మాత్రమే అవక్షిప్తమగును.

కాస్టిక్ ద్రవమును త్రిపర్యాయ (ట్రిపుల్ ఎఫెక్ట్) బాష్పీకరణులలో ఇగిరింతురు. ద్రవము 22 - 24% సాంద్రీకరణమునకు రాగానే మూడవపర్యాయమున లవణముల అవక్షేపణము జరుగును. ద్రావణమునకు వేడిమిని అందించు ధాతుతలము శుద్ధముగా ఉండునట్లు చూడవలెను. ఇగిరించిన 50% ద్రావణమును విస్తృతమైన స్వచ్ఛీకరణ, శుద్ధీకరణ పరికరములలోనికి పంపుదురు. పరికరములో ద్రవమును చల్లబరచు గొట్టపు చుట్టలు కల తొట్టెలును, ద్రవము నిలిచి తేరుటకు కొన్ని తొట్టెలును, అవసరము కొలది అప్పుడప్పుడు ఒక గళనియు ఉండును. కాస్టిక్ ద్రవములో 30°C వద్ద సల్ఫేట్, కార్బొనేట్ సాంద్రీకరణము చాల కొద్దిగానే జరుగును. అయినను దానిని ఇంకను ఎక్కువగా చల్లారబెట్టి ఉపయోగ్య స్థితికి కొనితెచ్చుట పరిపాటి. ఇట్టి ద్రావణమునకు పరిష్కృత (పాలిష్డ్) ద్రవము అని పేరు.

విద్యుత్ విశ్లేషణ పద్ధతి : సోడియమ్ క్లోరైడ్ (ఉప్పు) ద్రావణములోనికి విద్యుత్తును ప్రసరింప జేసినచో, అది సోడియమ్‌గాను, క్లోరీన్‌గాను విఘటింప బడును. సోడియమ్ ఋణధ్రువము వద్ద జనించి, అచ్చటనున్న నీటిని విశ్లేషించుటచేత సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ ఏర్పడును. పాదరసఘటము ఋణధ్రువముగ వాడుట కలదు.

$$2\,NaCl \longrightarrow 2\,Na^{+} + Cl_2^{-}$$

$$2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2\uparrow$$

ప్రక్రియా వివరములు స్థలాంతరమున కలవు [చూ. క్లోరీన్]. ప్రక్రియలో డయాఫ్రమ్ ఘటములనుండి 10 - 11% $NaOH$ ద్రావణము లభించును. దానిలో ఉప్పు, విలీన క్లోరీన్, సోడియమ్ క్లోరేట్ లేశములు మలిన ద్రవ్యములుగ ఉండును. పాదరస ఘటములనుండి లభించిన ద్రావణము 50% సాంద్రతతో మలినద్రవ్యరహితమై ఉండును. కాబట్టి, దానిని నేరుగా వాడుదురు. డయాఫ్రమ్ ఘటముల నుండి లభించిన కాస్టిక్ ద్రవమునుండి అతి ప్రయాసతో ఉప్పును తొలగించి, ఇగురబెట్టి 50% వరకు సాంద్రీకరింతురు. బాష్పీకరణులకు అడుగున సముచిత కవాటముల సహాయమున 'ఉప్పు పెట్టె'లను సంధింతురు. అవక్షిప్తమైన ఉప్పు ఆ పెట్టెలలోనికి దిగును. అడపా దడపా కవాటములను మూసి, బాష్పీకరణులకు, ఉప్పు పెట్టెలకు సంబంధమును తెగగొట్టి, పెట్టెలనుండి ఉప్పు బురదను గళనిలోనికి పంపుదురు. ఆ బురదనుండి పునర్గ్రహించిన ఉప్పును తిరిగి వాడుదురు. ఈ 50% కాస్టిక్ సోడా ద్రావణములో 10% ఉప్పు ఉండును. అయితే, అనేక వాడకములకు అది ఆక్షేపణీయము కాదు. రయాన్ వంటి కొన్ని పరిశ్రమలకు ఉప్పు ఇంకను తక్కువగా ఉండు కాస్టిక్ సోడా కావలెను. కావున అందు పాదరసఘటముల నుండి లభించిన కాస్టిక్ ద్రవమును ఉపయోగింతురు.

కాస్టిక్ సోడా ద్రవమును ఉక్కు తొట్టెలలో నిల్వ చేయవచ్చును. కాని, ఇనుము సంపర్కమున అది అపరిశుభ్రము అగుట నివారించుటకు ప్రస్తుతము ఆల్కలీ నిరోధక పెయింటులు పూసిన తొట్టెలను గాని, రబ్బరుతో అస్తరు వేసిన తొట్టెలను గాని వాడుచున్నారు. పి. ఎస్. మూ.

కురువిందము : ప్రకృతిలో స్ఫటికరూపమున దొరకు అల్యూమినియము ఆక్సైడ్‌ను 'కురువిందము' అని అందురు. ఐరన్ ఆక్సైడ్‌తో సహజ మిశ్రితమైన కురువిందము 'కొరవము (ఎమరీ)' అను పేర అనేక శతాబ్దములుగ వాడుకలో ఉన్నది.

కురువిందము కఠినతా శ్రేణిలో 9 వ స్థానమునకు ప్రరూపముగ ఉంచబడినది [చూ. ఖనిజములు). కొరవము యొక్క కాఠిన్యము 7 నుండి 9 వరకు ఉండును. కురువిందపు విశిష్టగురుత్వము 3.93 నుండి 4.10 వరకును ; కొరవపు విశిష్టగురుత్వము 2.7 నుండి 4.3 వరకును ఉండును. కురువిందము బూడిద, నీలము, ఎరుపు, ఆకుపచ్చ, పసుపు, నలుపు, గోధుమ రంగులలో ఉండవచ్చును లేదా వర్ణరహితముగ కూడ ఉండవచ్చును. కొరవము సామాన్యముగ నల్లగనో, గాఢమైన బూడిదరంగుగనో ఉండును. కురువిందము పెద్ద పెద్ద స్ఫటికములుగ గాని, కణరూపమున ఉన్న చిన్న చిన్న స్ఫటికములుగ గాని, స్ఫటిక ఆకారము లేని కణముల రూపమున గాని, సంపుంజిత రూపమున గాని దొరకును ; కొరవము సన్నని కణములు కల సంపుంజిత సమూహములలో దొరకును.

ప్రాప్తి స్థానము : భారతదేశమున మధ్యప్రదేశ్‌లో పిప్రా, కర్‌కోట ప్రాంతములలో సిల్లిమనైట్ అను మరి

యొక్క ఖనిజముతో కలసి కురువిందము దొరకుచున్నది. సోనాపహార్, నాంగ్‌పూర్, నాంగ్ బెయిన్ ప్రాంతముల నిక్షేపములలో చాలవాటిలో సిల్లిమనైట్ అధిక ప్రమాణములోను, కొద్ది వాటిలో కురువిందము పూర్తిగను లభించుచున్నవి. భండారాజిల్లాలోని పోరావద్ద కూడ కురువిందము దొరకుచున్నది. మద్రాసు రాష్ట్రములో సేలంజిల్లాలోని సితంపుండి, పాలకోడ్, పప్పురాపట్టి ప్రాంతములలోను; కోయంబత్తూరు జిల్లా శిదమలై వద్దను; మైసూరు రాష్ట్రములో హసన్, హోసూరు, బెంగుళూరు, కాడూరు, కోలారు, తుముకూరు ప్రాంతములలోను కురువిందను దొరకును. కాశ్మీర్‌లోని నీలపు గనులనుండి అస్వచ్ఛమగు కురువిందము కొద్ది ప్రమాణములో ఉత్పత్తి అగును. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో అనంతపురము (ఆత్మకూరు ప్రాంతము), వరంగల్లు, విశాఖపట్టణము జిల్లాలలో కురువిందము లభించుచున్నది.

భారతదేశమున కౌరవము దొరకు ప్రాంతముల ఉనికి ఇంతవరకు బయటపడలేదు. ప్రపంచములో సాలీనా ఉత్పత్తియగు కురువిందములో 75% దక్షిణ ఆఫ్రికానుండి లభ్యమగుచున్నది. గ్రీస్‌లో నాక్సాస్ దీవిలో దొరకు కౌరవము ప్రపంచ ఖ్యాతి గాంచినది. కెనడా, మలగాసీ, టర్కీ, సోవియట్ రష్యా, యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశములలో కురువింద నిక్షేపములు కలవు. చిన్న తరహా నిక్షేపములు జర్మనీ, ఆస్ట్రియా దేశములలో గూడ ఉన్నవి.

వినియోగములు : ప్రాచీన కాలమునుండి ఇతర రత్నములను కోయుటకు, మెరుగు బెట్టుటకు స్వచ్ఛమైన కురువిందము వాడబడుచున్నది. అయితే, ఒక శతాబ్దము నుండి మాత్రమే పారిశ్రామికముగ ఇది ఉపయుక్తమగు చున్నది. అపఘర్షకము [చూ. పు. 117] గ ఉపయోగపడు కురువిందము స్వచ్ఛముగను, దృఢముగను, గాజువలె ప్రకాశవంతముగను ఉండవలెను; అది పగులునపుడు వచ్చు కణములు వాడిగలిగి, కోణాకారములలో ఉండవలెను; సమతలములు వచ్చునట్లు తేలికగ పగులరాదు.

ప్రస్తుతము అంత విరివిగ లేకపోయినను కురువిందము, కౌరవము క్రింద చెప్పిన అవసరములకు పూర్వము వాడబడుచుండెడివి : 1. ఇటుకల రూపమున రంగులు, ఖనిజములు మొదలగు వాటిని పొడిచేయు యంత్రములలోను; 2. ఖనిజములను, శిలలను కోయు రంపములలోను, ఇతర పనిముట్లలోను కణరూపమున లేదా పొడిగను; 3. వస్త్రముల మీదగాని, కాగితముపైగాని అతికించియు (కౌరవమును); 4. చక్రములు తయారుచేయుటకు; 5. పనిముట్లను సానబెట్టుటకు (శిలారూపమున).

అపఘర్షక పరిశ్రమలో పూర్వము వజ్రము తరువాత ఈ రెండును అతి ముఖ్యస్థానమును ఆక్రమించుకొని ఉండెడివి. కృత్రిమ అపఘర్షకములు వ్యాప్తిలోనికి వచ్చుటతో వీటి ఉపయోగము చాలవరకు సన్నగిల్లినది. అయితే, ఇప్పటికిని 1. ఇనుము, ఉక్కు వస్తువుల ఆకారములను సరిదిద్దుటకు ఉపయోగించు ముళ్ల చక్రములలో కురువిందము వాడబడుచున్నది; 2. సున్నితమునైన కటకములను తయారుచేయుటకు, అరగదీసి మెరుగుపెట్టుటకు కురువింద కణములు, పొడి చాల ఉపయుక్తములగుచున్నవి; 3. జారుడు నివారించుటకు కౌరవ కణములను క్రాంక్రీట్‌తో కలిపి నేలలకును, మెట్ల అడుగులకును వాడుచున్నారు. జి. గో. కృ. మూర్తి.

కృత్రిమ ఉపగ్రహములు : చూ. వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహములు.

కృత్రిమ ఎరువులు : చూ. ఎరువులు - పు. 261

కృత్రిమ దారములు : చూ. దారములు, కృత్రిమ.

కృష్ణబరాజు : చూ. సమీక్ష - పు. 55.

కెసీన్ పరిశ్రమలు : కెసీన్ (కెసినోజన్) అనునది సస్తన (మామెల్) జంతువులన్నిటి పాలలో ఉండు అతి ప్రధానమగు ప్రోటీన్. ఆవుపాలలో 2.78%, మేకపాలలో 3.2%, గొర్రెపాలలో 4.6% ఉండును. దీనిని మనము 'పాలవిరుగు' అని అందుము.

ఉత్పత్తి : క్రొవ్వు తీసిన పాలనుండి కెసీన్‌ను తయారు చేయుదురు. ఇందుకు ఆవుపాలనే వాడుట పరిపాటి. తియ్యని తాజాపాలనుండి తయారుచేయుట సులభము. కావున, పాల కేంద్రములనుండి శీతలీకరింపబడిన స్టెయిన్ లెస్ స్టీలు రైలు టాంకరులో గాని, టాంకరు లారీలలో గాని తాజాపాలను అతిత్వరితముగా ఉత్పత్తి కర్మాగారమునకు కొనితెత్తురు. పాలు తీసినప్పటి నుండి 8 గంటల లోపుననే ఉత్పత్తి ప్రక్రియ ప్రారంభము కావలయును. పులియుట వలన మార్పులు చాల తక్కువగా మాత్రమే కలుగునట్లు ఉత్పత్తి ప్రక్రియ లన్నింటిని కూడ 24 గంటలలో ముగింతురు. పాలలోని క్రొవ్వు కెసీన్‌కు సంక్రమించినచో అది వేగముగా కుళ్లును. అందువలన క్రొవ్వును వేరుపరచు యంత్రములలోనికి పంపి, 32°C వద్ద కేంద్రాపసారి (సెంట్రిఫ్యూగల్) బలమును ప్రయోగించి తాజా పాలలోని క్రొవ్వును తీసివేయుదురు. అటుతరువాత పాలలో 0.1% కు తక్కువగ మాత్రమే క్రొవ్వు మిగిలి ఉండును. పాల (ఘనపు) కొలతకూడ 8 - 10% తరిగిపోవును. ఈ పాలలో కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్‌తోను, ఇతర లవణములతోను భౌతిక - రాసాయనిక సంయోగము

చెందిన కెసీన్ ఉండును. దానికి లాక్టిక్ ఆసిడ్‌వంటి ఆమ్లములు కాని, రెనిన్ వంటి ఎన్‌జైమ్‌లను గాని కలిపిన, పాలు విరగి ముద్దకట్టిన కెసీను క్రిందికి దిగును. పాల సమ విద్యుదంకము (ఐసో ఎలక్ట్రిక్ పాయింట్) 4.6. లాక్టిక్ ఆమ్లమును వాడిన లాక్టిక్ కెసీను లభించును. మిగతా ఆమ్లములతో ఆసిడ్ కెసీను ఏర్పడును. రెనిన్ వాడుటవలన రెనేట్ కెసీన్ తయారగును. వీటి స్వభావము, వాడుకలు విభిన్నములు.

	రెనేట్ కెసీన్	లాక్టిక్ కెసీన్
ప్రోటీన్ ($N \times 6.8$)	78%	85.7%
క్రొవ్వు పదార్థము	1%	2.5%
కాలని (బూడిద)	8%	1%
తడి	11.5%	20.5%

నిర్విరామ పద్ధతిలో క్రొవ్వు పదార్థములు తీసివేసి తాజాపాలను సజల ఆమ్లముతోగాని, రెనిన్‌తోగాని 30° - 46°C వద్ద మిక్సరులతో P_H మూల్యము 4.1 - 5.5 వచ్చువరకు తగుస్థితులలో పాలను కలిపి, విరుగును వేరుచేసి, నీటి జల్లుతో పులిమి, కడిగి, వేరుచేసి ఎండబెట్టుదురు. కుళ్ళకుండ ఉంచుటకు బెన్జోయేట్లు, సాలిసైలేట్లు కలుపుట పరిపాటి. నాటుపద్ధతిలో ఎండలో ఎండబెట్టిన దాని రంగు మారును. విరుగునుంచి వేరు చేయు నీళ్ళనుంచి లాక్టోస్ అను పాల చక్కెరను లేదా అనేక రకములైన ఉపోత్పన్నములను తయారుచేయవచ్చును. పై విధముగా తయారగు కెసీను పద్ధతిలో వాడుక చేయు వివిధ తయారు పరిస్థితులను బట్టి గుణములు విభిన్నములుగా ఉండును. విటమిను లేని కెసీన్‌ను మెతిల్ ఆల్కహాల్‌తో తయారు చేయుదురు. ఎన్‌జైమ్‌లు వాడి అయినను, ఆసిడ్‌తో మరగబెట్టి అయినను, సజలీకరింపజేసి (హైడ్రోలైజ్) న ద్రావకమునుంచి ట్రిప్టోఫీన్, సిస్టిడ్ మున్నగు ఎమినో ఆసిడ్‌లు అయినను తయారు చేయవచ్చును. దానిని జల్లు పద్ధతిచే పొడిచేసి ప్రోటీన్ ఆహారముల తయారీలో వాడవచ్చును లేదా ఆ పదార్థమును ఇంజెక్షన్ మందుగా వాడవచ్చును.

కెసీన్ గ్లూ: ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధమునకు పూర్వమే దీని ఉత్పత్తి వినియోగములు వ్యాపార సరళిలో సాగుచుండెను. ఆ యుద్ధసమయమున విమాన నిర్మాణమునకు నీటిని చొరనివ్వని గ్లూ అవసరమయ్యెను. కెసీన్ గ్లూకు ఆ గుణము ఉండుటవలన దాని ఉత్పత్తికి విశేష ప్రోత్సాహము లభించెను. సోడియమ్ లేదా పొటాసియమ్ ధాతువు యొక్క కెసినేట్ నీటిలో కరగును. ఆ ద్రావణమును 'గ్లూ' గా వాడుదురు. కెసీన్ అణువు యొక్క సంశ్లేషణ (అంటుకొను) గుణమునకు దాని అణు ఆకర్షణ, యాంత్రిక సంశ్లేషణ అను రెండును కారణములు; తత్ఫలితముగా అంటించబడు వస్తువుల తలములు గట్టిగా అంటుకొనును. కెసీన్ గ్లూ పొడిగా ఉన్నప్పుడు అడ్‌హెసివ్‌గా ఎంత శక్తిమంతమైనదో, 50% తేమతో కూడినపుడు కూడ అంతే శక్తిమంతమైనది. కాబట్టి, అది నీటిని చొరనివ్వదు; తడిసినను పట్టు వదలదు. కాన, పాకములను, బీరును నిల్వ చేయు సీసాలకు చీట్లు అంటించుటకు దీనినే ఎన్నుకొందురు. ప్లైవుడ్, కాగితపు అట్ట, కాగితపు గొట్టములు, కాగితపు పాకింగు పెట్టెలు, త్రాగుడు కప్పులు, ఐస్‌క్రీమ్ ఉంచు కాగితపు కప్పులు, దళసరి అట్టలు, లినోలియమ్‌లు, కార్కులు, మూతలైనరులు మున్నగు వస్తువుల తయారీలో కెసీన్ గ్లూ వాడబడును [చూ. అడ్‌హెసివ్‌లు - పు. 169].

కెసీన్ పెయింట్‌లు: ఇవి పలుచని ముద్దల రూపమున గాని, చూర్ణముల రూపమున గాని దొరకును; తక్కువ ఖరీదు కలవి; ఇతర పెయింట్‌లవలె వాటికి వాసన ఉండదు. వీటిని పూయుటకు తలమును సిద్ధపరుప పనిలేదు. తాజా సిమెంటు గచ్చువంటి తడి తలములపై గూడ వాటిని పూయవచ్చును. అందువలన గృహాలంకరణకు ఈ పెయింట్‌లే ఎన్నుకొనబడును.

కెసీన్ పూతకాగితములు: తగిన కాగితములపై కెసీన్ వర్ణమిశ్రములను, బంకమన్నులను, ఖనిజ ద్రవ్యములను పలుచని పొరల రూపమున పూతపూసి, ఆరబెట్టి, యంత్ర సహాయమున నునుపు చేసి, పూత కాగితములను తయారు చేయుదురు. ఫార్మాల్డిహైడ్‌ను పూసినచో ఆ కాగితములు నీటిని చోరనీయవు. బంగారము, వెండి, ప్లాటినమ్, అభ్రకము అంటిన కాగితముల తయారీలోను, నీటిని, చమురును, జిడ్డు పదార్థములను చొరనియ్యని కాగితముల ఉత్పత్తిలోను కెసీన్ వాడబడును. చీట్లపేక తయారీకి ఈ కెసీన్ పూత కాగితపు అట్టను వాడుదురు; శీఘ్రముగా చేయు ముద్రణ పద్ధతికి కూడ దీనిని వాడుదురు.

కెసీన్ నార: ఇది ఉన్ని, పట్టువలె మెత్తగా ఉండును. చిమ్మట పురుగులను చేరనీయదు. గుర్రపు వెంట్రుకకు బదులుగా దీనిని వాడుదురు. దీనికి సులువుగా రంగు వేయవచ్చును; ఇతర నారలతో దీనిని మేళవింపవచ్చును. సోడాను, కెసీన్ క్షారద్రావణమును ఆమ్లములోనికి త్రిప్పిన ఈ నార తయారగును. తరువాత దానిని ఫార్మాల్డిహైడ్‌లో ముంచి గట్టిపరతురు.

కెసీన్ ప్లాస్టిక్‌లు: ఇది దంతము, కొమ్ము, చేవదేరిన కర్ర, చలువరాయి మున్నగువాటివలెనే ఉండును. వాటిని

కోయుట, వంచుట, మెరుగుపెట్టుట సులభము. అవి తేలికైనవి; నిప్పంటుకొనవు. . అలంకరణ వస్తువుల తయారీకి ప్రశస్తములైనవి. కొక్కెములు, గుండీలు, బొత్తాములు, కుట్టు (అల్లిక) సూదులు, కలములు మున్నగునవి కెసీన్ ప్లాస్టిక్‌లతోనే తయారు చేయుదురు. అయితే, ఇవి చెమ్మగాలి తగిలినచో వంకరపోవును.

ఇతర ఉపయోగములు: కెసీన్‌తో కూడిన జున్ను, కోవా వంటి భక్ష్యములు, పాల విరుగుతో తయారగు రసగుల్లాలు ప్రాచీనకాలమునుండి ఉపయోగింపబడుచున్నవి. కెసీన్ వినియోగము విషయమున జరిగిన అపార పరిశోధనల ఫలితముగా అది నేడు పెక్కు పరిశ్రమలలో ప్రముఖ ముడి వస్తువుగా స్థానము సంపాదించినది.

కెసీన్‌కు మృదుత్వము, స్థిరత్వము కలిగించు శక్తి కలదు. కావున ఇమల్షనుల, పెయింటుల తయారీలో అది ఉపయోగింపబడును. సారాయిలను శుద్ధి చేసి, తేటపరచుటకు కూడ అది ఉపకరించును. కెసీన్ చేర్చినచో సబ్బులు ఎక్కువగా నురుగును ఇచ్చును. రోగులకు, ఆరోగ్యవంతులకు పోషకద్రవ్యముగ కెసీన్ అత్యుపయుక్తమైనది. ఆహారముతోపాటు పాల ప్రోటీన్ పొడిని కూడ తీసికొన్నచో, అది ఆహారములో లోపించిన కొన్ని పోషక ద్రవ్యములను పూరించును. కెసీన్‌తో తయారైన ఆసిడ్ లేదా ఎన్‌జైమ్ హైడ్రోలిసేట్‌లు బలహీనులకు ఇచ్చు ఆహారములలోను, మందులుగాను, ఆంటిబయాటిక్‌ల ఉత్పత్తిలోను వినియోగపడును. పెరుగుదలకు ఆవశ్యకములైన ఎమినో ఆసిడ్‌లు అన్నియు దానిలో ఉన్నవి. సోడియమ్, పొటాసియమ్, కాల్సియమ్, కెసినేట్‌లు అపోష్టికతా వ్యాధులను కుదుర్చును; వాటిని కోకోతోను, చాకలెట్‌లతోను కలిపి సేవింపవచ్చును. మధుమేహ రోగులకు చక్కెర లేకుండా తయారుచేయు రొట్టెలో కెసీన్ ఒక ఘటకము. అయిడీన్‌తో మిశ్రితమైన కెసీన్ థైరాయిడ్ ప్రవృత్తిని పుట్టించును. ఆహార ప్రయోగములలో విటమినులు మినహాయింపబడిన కెసీన్‌ను నియంత్రకముగ ఉపయోగింతురు.

కెసీన్ పరిశ్రమల ఆర్థిక ప్రాముఖ్యము: యావత్ ప్రపంచమున సాలీనా కెసీన్ రమారమి 10 కోట్ల పౌనులు* మేరకు వినియోగింపబడుచున్నదని అంచనా. దీనిని ఎగుమతి చేయు దేశములలో ఆస్ట్రేలియా, కెనడా, ఫ్రాన్స్, న్యూజీలండ్, నెదర్‌లండ్స్, యునైటెడ్ స్టేట్స్ ప్రధానములైనవి.

* ఒక పౌను = 0.453 59 కి. గ్రా.

ప్రజల దైనందిన ఆహారావసరములు తీరగా మిగిలి అందుబడి కాగల పాల పరిమాణము మీద, వివిధ పరిశ్రమల లోను కెసీన్ వినియోగావకాశములను కల్పించుట మీద కెసీన్ పరిశ్రమల భవిష్యత్తు ఆధారపడి ఉన్నది. పాల ఉత్పత్తిని అధికతరము చేయుటకు ప్రభుత్వము తీసికొనుచున్న చర్యలు ఫలించి, కెసీన్ ఉత్పత్తికి పాలు అధికముగా లభించగలవని ఆశించవచ్చును. జి. వెం.

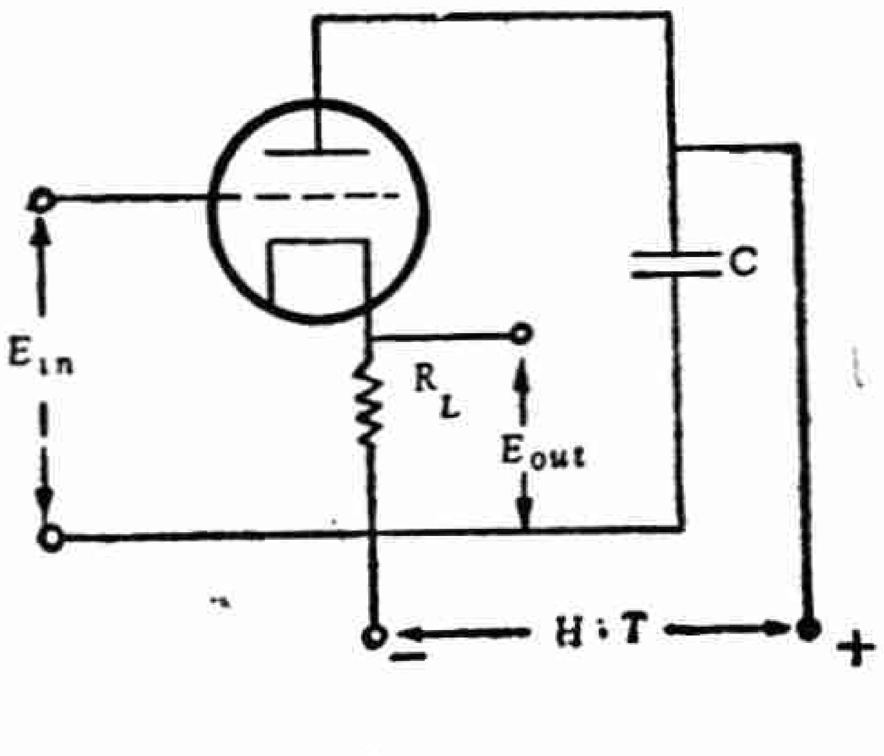
కేంద్ర జల విద్యుచ్ఛక్తి సంస్థ: కేంద్ర జల విద్యుచ్ఛక్తి సంస్థ దేశములోని పంట నీరు, విద్యుచ్ఛక్తి ఇంజనీరుల ఉన్నతతమ నిపుణుల సంఘము. దేశవ్యాప్తముగా పంట నీటిపారుదల, నౌకాయానము, వరదల నియంత్రణ, జల విద్యుత్ ఉత్పాదనము, థెర్మల్ విద్యుత్ అభివృద్ధి, విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క రవాణా వినియోగములు మొదలగు ప్రయోజనములను సాధించుటకు ఆ యా రాష్ట్ర ప్రభుత్వములను సంప్రతించి దేశవ్యాప్తముగా లభించు జలసంపద నియమన, సంరక్షణ, వినియోగములకు పథకములను ప్రతిపాదించుట, సమన్వయపరచుట, పురోగమింపజేయుట అను గురుతర బాధ్యత పూర్తిగా ఈ సంఘమునకు అప్పగించబడినది. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని నాగార్జున సాగరు డాము, శ్రీశైలము ప్రాజెక్టు; ఒరిస్సాలోని హీరాకుడ్ డాము; మధ్యప్రదేశ్‌లోని గాంధి సాగరు డాము; రాజస్థాన్‌లోని రాణాప్రతాపసాగరుడాము,కోటాడాము; బీహార్‌లోని కోసీ, సోనే, గండకీ బరాజులు వంటి దేశములోని ప్రధాన నదీ లోయల ప్రాజెక్టులకు స్పెసిఫికేషన్‌లు, డ్రాయింగులు, సవివర డిజైన్‌లు, నిర్మాణ సంబంధమైన డిజైన్‌లు తయారుచేయు బాధ్యత ఈ సంస్థ జయప్రదముగ నిర్వహించినది. ఇంతేగాక, దేశములోని బ్రహ్మాండమైన నదీలోయల ప్రాజెక్టుల నిర్మాణమున ఉత్పన్నములగు అవాంతర క్లిష్టసమస్యల పరిష్కారమునకు ఈ సంస్థ అత్యున్నత సాంకేతిక సహాయము అందించుచున్నది.

ఈ సంస్థ సేద్యపు నీరు, విద్యుచ్ఛక్తి రంగములలో విరివిగా జరుగుచున్న సత్వర వికాసములను ఎప్పటికప్పుడు అనుగమించుచుండును. ప్రత్యేక శిక్షణ పొందుటకు, అంతర్జాతీయ ఇంజనీరింగు సమావేశములలోను, సదస్సులలోను, గోష్ఠులలోను పాల్గొనుటకు సమర్థులైన ఇంజనీరులను విదేశములకు పంపుచు, దేశీయ అంతర్జాతీయ ఇంజనీరింగు పరిషత్తులతో సాన్నిహిత్యము పెట్టుకొనుచుండును. అవసరము కలిగినపుడు, సాధ్యపడినపుడు తనకు సలహా ఇచ్చుటకు, చేయూత ఇచ్చుటకు విదేశ ప్రవీణుల సేవలను స్వీకరించును, వివిధ రాష్ట్రములకు చెందిన ఇంజనీరులకును, కొన్ని సహాయ కార్యక్రమములకు భారత దేశము చేయు

నిర్వాహములో ఒక భాగముగా అభివృద్ధి చెందుచున్న దేశములకు చెందిన ఇంజనీరులకును ఈ సంస్థ శిక్షణ సౌకర్యములు సమకూర్చును.

ఈ సంస్థలో జల విభాగము, విద్యుత్ విభాగము అని రెండు విభాగములు కలవు. 1966, జూన్ 1 నుండి ఈ సంస్థకు ఒక ఛైర్మన్, ఒక వైస్ ఛైర్మన్, ఆరుగురు సభ్యులు (ఒక్కొక విభాగమునకు ముగ్గురేసి చొప్పున), జల విభాగమునకు ముగ్గురు ప్రధాన ఇంజనీరులు నియమింపబడిరి. తమ తమ కర్తవ్యములను ఫలప్రదముగ నిర్వర్తింప గలుగుటకు జల, విద్యుత్ విభాగములు రెండును వివిధ నియంత్రణ శాఖలుగా విభజింపబడినవి. ఈ శాఖలు ఒక్కొక (మెంబరు) సభ్యుని లేదా ప్రధాన ఇంజనీరు అధీనమున ప్రత్యేక సాంకేతిక విషయములను చక్కబెట్టుటకు వీలుగా ఏర్పాట్లు కలవు. మ్రే.

కేథోడ్ అనుగామి వర్ధకము : కేథోడ్ అనుగామి (కేథోడ్ ఫాలోయర్) వర్ధకములో ఇన్‌పుట్ సిగ్నల్ గ్రౌండుకు, గ్రిడ్‌కు మధ్య ఇవ్వబడును. కేథోడ్‌కు, గ్రౌండుకు మధ్య లోడ్ చేర్చబడును. వాల్వుయొక్క ప్లేటు ఒక పెద్ద కెపాసిటర్ ద్వారా గ్రౌండుకు కలుపబడును. అందుచే కంపన విద్యుత్తుకు సంబంధించినంతవరకు ప్లేటు కూడ గ్రౌండు చేయబడినట్లే ప్రవర్తించును. గ్రిడ్‌కు ధన విద్యుత్తును ఇచ్చినచో ప్లేటు కరెంటు ఎక్కువగును. ఈ ఎక్కువయిన ప్లేటు కరెంటు కేథోడ్ లోడ్ రెసిస్టరు ద్వారా ప్రవహించుటచే లోడ్ రెసిస్టరులో వోల్టేజి మార్పును కలిగించును. కాని, ఈ మార్పుకూడ ధన విద్యుత్తు మార్పే. అందుచేత, కేథోడ్ వోల్టేజి గ్రిడ్ వోల్టేజిని అనుసరించును. ఈ కారణముగా దీనిని కేథోడ్ అనుగామి అందురు. ప్లేట్ గ్రౌండు చేయని మామూలు వర్ధకములలో అవుట్‌పుట్ వోల్టేజి ఫేజు గ్రిడ్ వోల్టేజి ఫేజుకు వ్యతిరేకముగా ఉండును.



చిత్రము
కేథోడ్ ఫాలోయర్

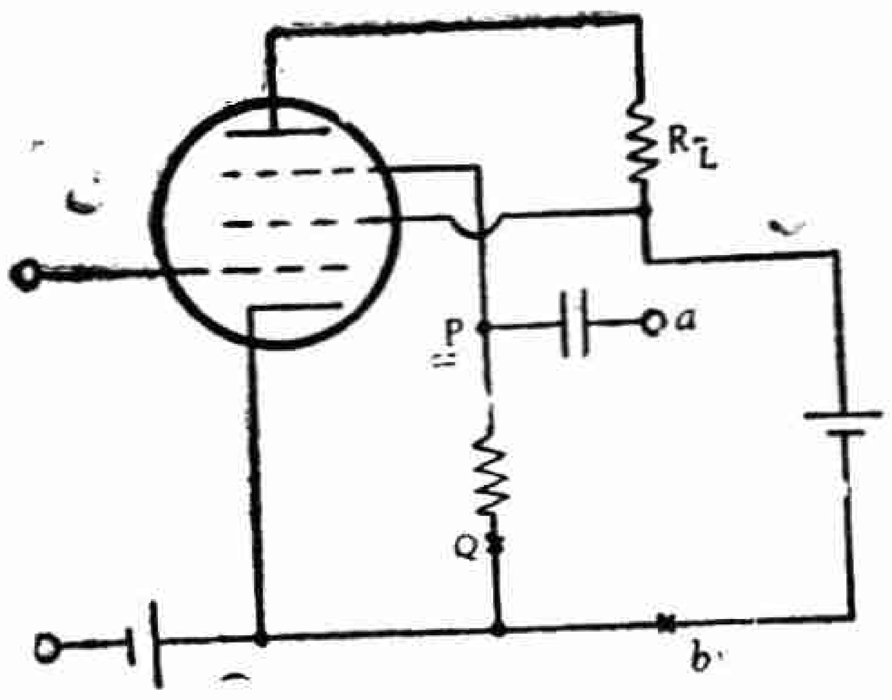
ఈ వలయము అధికమైన ఇన్‌పుట్ ఇంపిడెన్స్‌ను, అల్పమైన అవుట్‌పుట్ ఇంపిడెన్స్‌ను కలిగి ఉండుటచేత ఇంపిడెన్స్ మాచింగ్‌కు ఉపయోగింపబడుచున్నది. అంతేకాక, ఈ వలయముయొక్క ఇన్‌పుట్ కెపాసిటెన్స్ చాల తక్కువగుటచేత ఆడియో ఆంప్లిఫయర్‌ల యొక్క స్టేజీల మధ్య ఉపయోగింపబడుచు వానియొక్క అధిక పౌనఃపున్య రెస్పాన్స్‌ను బాగుపరచును.

పైన ఉదాహరించిన విధముగా కేథోడ్ అనుగామి యందు అవుట్‌పుట్ వోల్టేజి, ఇన్‌పుట్ వోల్టేజి ఒకే ఫేజునందు ఉండును. ఈ స్టేజియొక్క వర్ధక గుణకము ఒకటికంటె తక్కువ. న. ల. నా.

కేథోడ్ కిరణ గొట్టము : చూ. ఆసిలోగ్రఫీ - పు. 224.

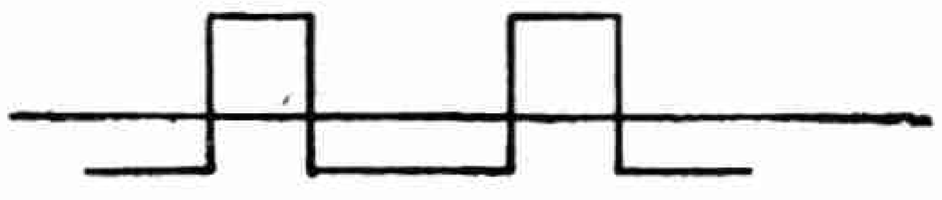
కొలమానములు : చూ. తులామానములు.

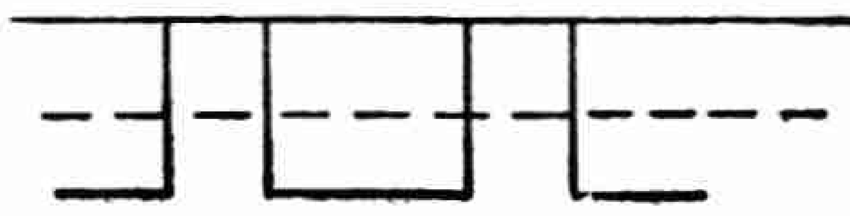
కోయిన్సిడెన్స్ ఆంప్లిఫయర్ (వర్ధకములు): రెండు గాని, అంతకంటె ఎక్కువ గాని ఇన్‌పుట్ సిగ్నల్స్‌ను ఒకేమారు ఇచ్చినపుడు మాత్రమే పనిచేయు వర్ధకములను కోయిన్సిడెన్స్ వర్ధకములు అందురు. ఈ వర్ధకములు పనిచేయు విధానము రెండు ప్రాతిపదికలపై ఆధారపడి ఉండులాగున చేయదగును - ఒకటి టైమ్ సెలక్షను, రెండవది వోల్టేజి సెలక్షను.

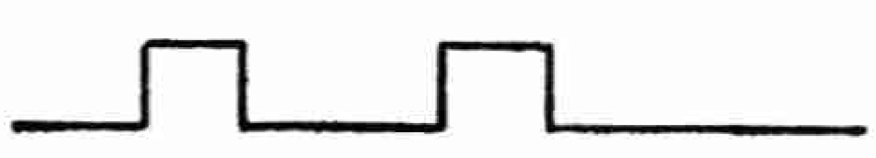


చిత్రము - 1
కోయిన్సిడెన్స్ వర్ధకము

ఒక నిర్ణీతమైన కాలవ్యవధి మేరను అతిక్రమించు కంట్రోల్ వోల్టేజివలన మాత్రమే పనిచేయింపబడు వర్ధకములయొక్క 'గేట్' వలయములందు టైమ్ సెలక్షను ప్రాతిపదికగా తీసికొనబడును. క్లిప్పింగ్ వలయములలోవలె తరంగములో కొంత భాగమును మాత్రమే ఒక నిర్ణీతమైన వోల్టేజి మేరకు వర్ధించు లీనియర్ వర్ధకములు వోల్టేజి సెలక్షను ప్రాతిపదికపై పనిచేయును.


1. స్విచ్చింగ్ తరంగము A. B.


2. సప్రెస్సర్ వోల్టేజి P. Q.

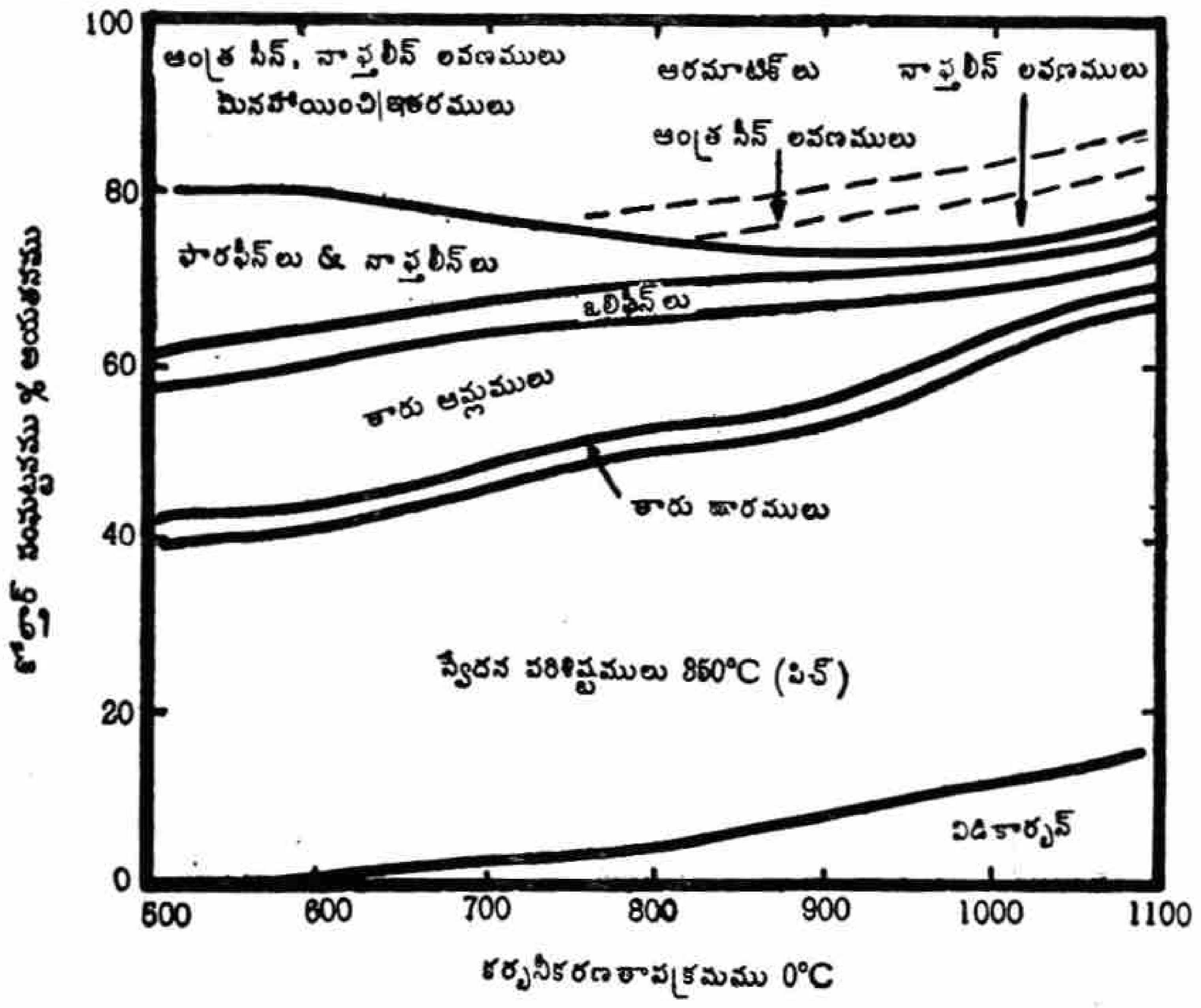

3. వాల్వు వర్ధనము

చిత్రము - 2

చిత్రము-1 నందు కోయిన్సిడెన్స్ వర్ధకము చూపబడినది. ఈ వర్ధకమునందు కంట్రోల్ గ్రిడ్ కట్ ఆఫ్ కంటె ఎక్కువగా బయస్ చేయబడి ఉండును. సప్రెస్సరు గ్రిడ్‌కు స్విచ్చింగ్ వోల్టేజి తక్కువ వ్యవధి కల పాజిటివ్ పల్స్‌గా ఉండును. ఇది గాక తన పాజిటివ్ పీక్ వద్ద జీరో వోల్టేజికి

క్లాంప్ కాబడి ఉండును. స్విచ్చింగ్ పల్స్ యొక్క 'ఆఫ్' పిరియడ్ తో ఇన్ పుట్ గ్రిడ్ పల్స్ కోయిన్ సైడ్ అయినప్పుడు మాత్రమే అవుట్ పుట్ నందు పల్స్ వచ్చును. స. ల. నా.

కోల్ తారు స్వేదనోత్పన్నములు : తక్కువ తాప క్రమముల (500 - 700°C మధ్య) వద్దగాని, ఎక్కువ తాప క్రమముల (900 - 1100°C మధ్య) వద్దగాని విధ్వంసక స్వేదన (డిస్ట్రక్టివ్ డిస్టిలేషన్) కు నేలబొగ్గును గురిచేసి నపుడు కోల్ తారు ఉపోత్పన్నము (బై ప్రోడక్ట్) గ లభించును. ఈ తారులలో అధిక పరిమాణములలో హైడ్రో కార్బన్ లును, అల్పపరిమాణములలో ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, గంధక యౌగికములును ఉండును. వీటికి తోడు చెదురుమదురుగ బొగ్గు, ఖనిజ పదార్థములు కూడ ఉండ వచ్చును. నానావిధ పద్ధతులలో తయారైన వివిధ కోల్ తారులలో ఒక్క రంగు విషయము అటుంచి, ఇతర విషయ ములలో విస్తార వ్యత్యాసములు కనిపించును. ఇందుకు ముఖ్య కారణములు : 1. వాటి ఉత్పాదనకు ఉపయోగింప బడిన వేరువేరు నేలబొగ్గు రకములు; 2. అవి ఉత్పాదింప బడినప్పటి తాపక్రమములు; 3. నేలబొగ్గులు తొలుత ఏ తాపక్రమముల వద్ద కార్బనీకరింపబడెనో ఆ తాపక్రమ ములు; 4. నేలబొగ్గునుండి స్వేదింపబడిన తరువాత కోల్ తారులు ఎంతవరకు విచ్ఛేదన (క్రాకింగు) పరిస్థితులకు లోవరుపబడెనో ఆ విస్తారము. కోల్ తారు సంఘట్టనము కార్బనీకరణ తాపక్రమమును బట్టి ఎటుల మారునో క్రింది చిత్రము చూపించును.



కోల్ తారు సంఘట్టనము

పలు రకముల ఉత్పన్నములను రాబట్టుకొనుటకు తారును పలువిధములగు మార్పులకు గురిచేయుదురు. కోల్ తారు స్వేదనమునుండి లభించిన నాఫ్తాను తొలిసారిగ వాణిజ్య స్థాయిలో వినియోగించినవాడు ఛార్లెస్ మెకింటోష్ (1820). నాఫ్తా ద్రావకములో రబ్బరును కరగించి, దానిని వస్త్రమునకు పూసినచో ఆ వస్త్రము నీటిని చొర నీయదని అతడు కనిపెట్టెను. కోల్ తారు నుండి లభించు మరొక ఉత్పన్నము కార్బాలిక్ ఆసిడ్. దీనికి క్రిమి వినాశక ధర్మము కలదని జోసఫ్ లిస్టర్ 1865 లో కని పెట్టి, దీనిని శస్త్ర చికిత్సలో వినియోగింపసాగెను.

స్వేదన ఫలములు : కోల్ తారును వినియోగమునకు తెచ్చు ప్రక్రియలో మొదటి ఘట్టము ప్రాథమిక స్వేదనము. ఇందు కోల్ తారు యొక్క ఆంశిక భాగములు పెక్కు లభించును : 1. భాగముల సంఖ్య ; 2. భాగములను వేరు చేయు పద్ధతి - వేరువేరు కర్మాగారములలో కొంత వేరు వేరుగ ఉండును. సాధారణముగ స్వేదనఫలితము తేలిక నూనె, మధ్యతరహా నూనె, బరువునూనె అని కనీసము మూడు భాగములుగ విడదీయుదురు. మధ్యతరహా నూనెకు తారు-ఆమ్ల తైలమనియు, ముడి నాఫ్తలీన్ నూనె అనియు నామాంతరములు. బరువునూనెను అప్పుడప్పుడు ఆంత్ర సీన్ నూనె అనియు అందురు. స్వేదనములో నూనెలు బట్టీ చేసిన పిదప, చివరకు కీలు (పిచ్) గాని, పదును పరచిన రోడ్డు తారు గాని మిగులును. కొన్ని సమయము లలో పిచ్ కోకు అను ఘనపదార్థము శేషించు వరకు స్వేదనము కొనసాగింపబడును. కాబట్టి, స్వేద నపు మేర తయారు చేయవలసిన ఉత్పన్నములను బట్టి ఉండును.

స్వేదన పరికరములు : ఇవి రెండు రకములు. ఒకటి తడవల (బాచ్) విధానమునకు, రెండవది నిర్విరామ విధాన మునకు పనికివచ్చును. మొదటి రోజులలో తడవల విధా నమే పూర్తిగా వాడుకలో ఉండెడిది ; లోనికి చొచ్చు అడుగు గల చిన్న చిన్న నిలువు బట్టీలు యూరప్ లోను, నేలకు సమానాంతరముగ ఉండి అడుగునుండి వేడి చేయ బడు బట్టీలు యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోను ఉపయోగింపబడు చుండెడివి. నిర్విరామ విధానమునకు పనికివచ్చు బట్టీకి 'గొట్టపు బట్టీ' అనిపేరు. ఈ విధానమున కావలసినంతగా వేడిచేసిన గొట్టముగుండా తారును పంపుచు, అచ్చట దానిని ముందుగా నిర్ణయించుకొన్న తాపక్రమము మేరకు వేడెక్కింతురు. గొట్టము గుండా ప్రవహించిన వేడితారు ఆంశిక స్వేదనము (ఫ్రాక్షనలైజేషన్) నకు అనుకూలమగు ఒకే స్తంభపు బట్టీలోనికి గాని, వరుసగా అమర్చబడి అన్నియు కలుపబడిన కొన్ని కురుచ స్తంభపు బట్టీలలోనికి గాని పంపబడును. ఈ ఆంశిక స్వేదన పరికరమున తారు నూనె ఆవిరిగాను, కీలు లేదా కావలసిన మధ్య ఉత్పన్న ములుగాను వేరు పరచబడును. ఆవిరిగా ఎగసిన నూనె

లను సంగ్రహించి, కావలసినన్ని భాగములుగ విభజించి గిడ్డంగి టాంకులకు పంపుదురు.

స్వేదన ఉత్పన్నములు : కోల్ తారు ఉత్పన్నములలో ప్రధానములైన కొన్నింటిని ఇచట వివరింతుము :

కోల్‌తారు తేలికనూనె : ఇది కోల్ తారు స్వేదన ప్రక్రియలో మొట్టమొదట లభించు అంశము. అయితే, దీనిని ఎల్లప్పుడు ప్రత్యేక అంశముగా గ్రహింపరు. ఇది కోల్ తారులో 0·5 మొదలు 2·0% ఉండును ; 200°C దిగువనే స్వేదితమగును. ఇందు బెన్జీన్, టాల్యుయిన్, జైలీన్ స్వల్పరాశులలో ఉండును ; మిగిలినది నాఫ్తాద్రావకము. నాఫ్తాద్రావకమునుండి కూమరిన్ - ఇండోల్ రెసిన్‌లు లభ్యమగును. గచ్చుపెంకులు, లినోలియమ్, అచ్చుసిరా, నీరు చొరయనికుండ చేయు ద్రవ్యములు,రబ్బరు మిశ్రములు, వార్నిష్‌లు మున్నగు వస్తువులను తయారుచేయుటయందు ఈ రెసిన్‌లు ఉపయుక్తములగును.

పదును పరచిన తారు ఆమ్ల తైలములు : ఇవి అల్ప క్వథన తాపక్రమము కల కోల్ తారు నూనెలలో తారు ఆమ్లములు కరగింపగా వచ్చిన ద్రావణములు. వీటిలోని తారు ఆమ్ల పరిమాణము 10 - 55% మధ్య మారుచుండును ; వీటి వినియోగము కూడ ఆ పరిమాణమును అనుసరించియే ఉండును. ఇవి సాధారణముగ 0°C వద్ద స్ఫటికీకరింపని ద్రవములు, వీటి క్వథనాంకములు 180 - 250°C మేరలో ఉండును ; ఇవి దుర్వాయువులను, క్రిములను హరించుటకు పనికి వచ్చును ; ఖనిజములను పైకి తేలగొట్టుటకు ఉపకరించును ; బండ మురికిని శుద్ధము చేయుటకు పనికి వచ్చును.

క్రియొసోట్ నూనె : ఇది ద్రవ, ఘన స్థితులు రెండిటిలో నుండు హైడ్రోకార్బన్‌లు, కొంతవరకు తారు ఆమ్లములు, తారు లవణాధారములు కలిసి ఉండు ద్రవము. నీటికన్న బరువైనది. 125 - 200°C మధ్య మరగును. రైలు పట్టాల క్రింద అమర్చు స్లీపర్లకు, టెలిఫోన్, టెలిగ్రాఫ్ స్తంభములకు, కంచెలలో వాడు గుంజలకు, అడ్డబద్దలకు, నావలు- భవనముల పునాదులకు, టాంకుల - వంతెనల నిర్మాణమున వాడు కలపకు క్రియొసోట్‌తోగాని, క్రియొసోట్‌ను కోల్ తారులో కరగింపగా వచ్చిన ద్రావణముతో గాని పూతపూయుదురు. అందువలన అవి బూజుల వల్ల గాని, పురుగుల వల్లగాని చెడిపోక మన్నును.

తారు ఆమ్లములు : కోల్ తారులో గల తారు ఆమ్లముల మొత్తము స్వేదన సమయమున 235°C లోపున వేరు పరుపబడును. దీనికి 'తారు ఆమ్లతైలము' అని పేరు. ఈ ఆమ్లములు కోల్ తారులో సగటున 10 - 12% వరకు ఉండును. తారు ఆమ్లపు నూనెకు కాస్టిక్‌సోడా ద్రావణమును చేర్చినచో సోడియమ్ ఫీనోలేట్ క్రిసైలేట్ అను లవణ ద్రావణము వచ్చును. క్రిసైలేట్ ద్రావణముగుండా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ తో కూడిన జ్వలన వాయువులను ఒత్తిడిలో పంపుటవలన ముడితారు ఆమ్లములు పైకి తేలును. వీటినుండి నీటిని తొలగించి, ఆంశిక స్వేదనము చేసినచో ఫీనోల్, o - క్రెసోల్, m - మరియు p - క్రెసోల్‌లు, జైలినోల్‌లు మున్నగునవి లభించును. ఇవి పలురకములైన ఫీనోల్ రెసిన్‌లు, దుర్వాయువులను హరించు పదార్థములు (డిసిన్ ఫెక్టంట్లు), ఖనిజములను తేలగొట్టు ఫ్లోటేషను నూనె, తోళ్లను ఊను కృత్రిమ టానిన్‌లు, పూతరంగులు, వార్నిష్‌లను తొలగించు ద్రవ్యములు, మందులు, పరిమళ ద్రవ్యములు, ప్లాస్టీకరణములు, ప్రేలుడు సామగ్రి మున్నగునవి తయారు చేయుటలో వినియుక్తములు అగును.

తారు లవణాధారములు: వీటిలో పైరిడీన్, పికోలీన్‌లు, లూటిడీన్‌లు, కొల్లిడీన్‌లు, అనిలీన్, టొలుయిడీన్‌లు, జైలిడీన్, క్వినోలీన్, ఐసో క్వినోలీన్, క్వినాల్డీన్‌లు ఇంకను ఉన్నత తర తాపక్రమముల వద్ద మరగు మరికొన్ని క్షార (బేసిక్) ద్రవములు చేరి ఉండును. తారు ఆమ్ల నూనెను విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో క్షాళితము చేసి, కాస్టిక్ సోడాను చేర్చినచో లవణాధారములు వేరుపడును. వీటిని మరల స్వేదించి శుద్ధిచేతురు. బి - కాంప్లెక్సు విటమిన్‌లోని నికొటినిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుటకు క్వినోలీన్ వినియోగింపబడును. ఉన్నత క్వథనాంకములు కల వాటిని - ధాతువులను శుభ్రపరచునపుడు క్షాళన ద్రవ్యములవలన - ఆ ధాతువులు క్షయము కాకుండ నివారించుటకు, అనేక కృత్రిమ కార్బన్ యౌగికములను రూపొందించుటకు వినియోగింతురు.

నాఫ్తలీన్ : ఉత్పాదన, ఉపయోగ్యతలను బట్టి చూచినచో కోల్ తారు రాసాయనిక ద్రవ్యములలో ఇదియే ప్రధానతమము. ఉన్నత తాపక్రమమువద్ద కార్బనీకరింపబడిన నేలబొగ్గునుండి లభ్యమైన తారులలో ఇది రమారమి 9.5% వరకు ఉండును. ఆంశిక స్వేదన, స్ఫటికీకరణ ప్రక్రియల వలన దీనిని తారు ఆమ్ల నూనె నుండి సాధింపవచ్చును. దీని హిమాంకము 74 — 79°C. దీనినుండి థాలిక్ ఆసిడ్ హైడ్రైడ్, క్లోరినేటెడ్ నాఫ్తలీన్, ఇంకను పలు కృత్రిమ కార్బన్ రాసాయనికములు తయారగును.

ఆంత్రసీన్: ఇది ఆంత్రసీన్ తైలమునుండి ఆంశిక స్వేదన, స్ఫటికీకరణముల ద్వారా లభించును. దీని ద్రవాంకము 217 — 218°C మధ్యన ఉండును.

శోధిత తారులు : కోల్ తారునుండి నీటిని తొలగించి, దానిని ఆంశిక స్వేదనకు గురిచేసినచో ఇవి లభించును. పెక్కు కోల్ తారు పూతరంగుల తయారీకి ఇవి ముడిసరకులు.

రోడ్డు తారులు : వీటిని మిశ్రణమువలన గాని, తారును సూటిగా స్వేదించుటవలన గాని పొందవచ్చును. నేలలలో లోతుగా చొచ్చుకొని పోకుండుట, విశేష బంధన శక్తిని కలిగి ఉండుట, నీరు పడిన చెడిపోకుండుట, వాహనముల చక్రములు జారుటకు అవకాశము ఈయకుండుట వీటి ప్రధాన ఉపయోగ్య లక్షణములు.

కీలు (పిచ్) : ఇతర పదార్థములు చొరకుండ నిరోధింప గల శక్తి, నీటికి చెడిపోకుండుట, సూక్ష్మకన్నములు పడినను తనంతట తానే మూసికొని పోగలుగుట వంటి వాంఛనీయ ధర్మములు కల కీలు ఇండ్ల పై కప్పుల నిర్మాణమునకు అత్యనుకూలమైనది. భవనములకు, నావల డెక్ భాగము లకు, సొరంగములకు, టార్ ఫెల్ట్ రూపమున ఇండ్ల పై భాగములు కప్పుటకు, విద్యుత్ వలయములకు, నీరు పారుదల గొట్టములకు లోపల వేయు అస్తరులకు ఇది వాడబడును. కీలు శ్రేష్ఠమైన అడ్ హెసివ్ బంధనపు గుణము కలది; దానిలోని గంధకపు పాలు చాల తక్కువ. కాల్చినప్పుడు మిగులు బూడిద కూడ తక్కువే. అందు వలన నేలబొగ్గు చూర్ణమును ఇటుకలుగా తయారు చేయుటయందు బంధకముగను, కార్బన్ విద్యుదగ్రముల (ఎలక్ట్రోడులు) తయారీయందు, ఆటవస్తువుల నిర్మాణము నందు, పోతపనులలో అచ్చుభాగములు, వాటి కోడులు తయారుచేయుటయందు కీలు విస్తారముగ వినియుక్త మగును. పోతపనుల కర్మాగారములలో ముందుగా కాల్చ బడిన విద్యుదగ్రములు, సోల్డరింగు విద్యుదగ్రములు కీలుతోనే నిర్మింపబడును. ఓపెన్ హార్త్ కొలుములు నిర్మించు టకు, సిలికన్ కార్బైడ్‌ను ఉత్పత్తిచేయుటకు కూడ అది వాడబడును.

కోల్‌తారు ఇంధనములు : కోల్ తారునుండి పైన చెప్పిన ఉత్పన్నములను సాధించిన పిదప మిగిలిన దానిని ఇంధన ముగ ఉపయోగింపవచ్చును. కరగబెట్టిన కీలును గాని, క్రియొసోట్ కలిపి కరగబెట్టిన కీలును గాని బట్టీ, బాయిలరు మొదలగు తాపకముల దహనాగారములలోనికి జల్లు రూపమున పంపి, ఇంధనముగా వాడుదురు. కోల్ తారు లను, కోల్ తారు నూనెలను విచ్ఛేదించి కాని, ఉదజనీ కరించి కాని పరిశ్రమలకు, మోటారులకు వలయు ఇంధన ములు తయారుచేయవచ్చును.

కోల్‌తారు రాసాయనికములు : పైన చెప్పిన వాటిలో చేరని మరికొన్ని కోల్ తారు స్వేదనోత్పన్నములు కలవు. అవి : బెన్జీన్, టొల్యుయిన్, జైలీన్, నాఫ్తాద్రావక ములు, ఆంత్రసీన్, నాఫ్థలీన్, వాటి వ్యుత్పన్నములు. వీటికి కోల్ తారు ప్రాథమిక రాసాయనికములు అనిపేరు. నేలబొగ్గు కర్బనీకరణము [చూ.] వలన లభించు నూనెల నుండి ఇవి విస్తారముగ ఉత్పత్తి చేయబడును. వర్మ.

కోసీ ప్రాజెక్టు : హిమాలయా పర్వత సానువులందు పుట్టిన నదులలో సింధు, బ్రహ్మపుత్రల తరువాత కోసీ మూడవ పెద్దనది. దీని పరీవాహప్రాంతము రమారమి 64,662 చ. కి. మీ. ; ఇందులో రమారమి 7,770 చ. కి. మీ. ప్రాంతము హిమనదులతో నిండి ఉన్నది. ప్రపంచములో కెల్ల మిక్కిలి ఎత్తయిన ఎవరెస్టు, కాంచనగంగ పర్వత శిఖరములు, నేపాలులోకెల్ల మిక్కిలి పెద్దవైన హిమ నదులు ఈ కోసీ పరీవాహ ప్రాంతమునందే ఉన్నవి. ఈ నది పోకడలు తరచు మారుచుండుటయే గాక బహు విచిత్ర ములుగా ఉండును. కడచిన రెండువందల ఏండ్లలో ఈ నది తరచుగా తన ప్రవాహ మార్గమును మార్చుచు, పశ్చిమ దిశగా రమారమి 112 కి. మీ. ప్రాంతముమీదుగా పోయి, బీహారు, నేపాలు ప్రాంతములలో 5,180 — 7,780 చ.కి.మీ. పంట భూమితో సహా విస్తార ప్రాంతమును జలమయము చేసినది. అందుచే, ఈ నది ప్రవాహమును అరికట్టుటకు పర్వత ప్రాంతములలో నది రెండువైపుల గట్లుపోయుట, దానికి అడ్డముగ డాములు నిర్మించుట, మైదాన ప్రాంతము లలో దానిపై బరాజులు నిర్మించుట అత్యావశ్యకము. ఈ చర్యలవలన వరదలను అరికట్టవచ్చును. ఒండ్రు మట్టియందు, నదీ గర్భమునందు మార్పులు రాకుండ చేయ వచ్చును. నదీ జలమును వ్యవసాయాభివృద్ధికి, విద్యుత్ ఉత్పత్తికి వినియోగించవచ్చును. కోసీ ప్రాజెక్టులో క్రింది నిర్మాణములు చేరి ఉన్నవి : 1-బీహారు - నేపాలు సరిహద్దున హనుమాన్‌నగర్‌కు దాదాపు 5 కి. మీ. ఎగువన కోసీ నదిపై బరాజు నిర్మాణము ; 2. బరాజుకు ఎగువన, దిగువన, నదికి రెండువైపుల రమారమి 240 కి. మీ. పొడవున వరదగట్లు పోయుట. ఇందువలన నది గట్ల మధ్యనే పారును, పరిసర ప్రాంతములపైకి పొరలి రాదు.

కాలువలు : తూర్పు కోసీ కాలువ, రాజపూర్ ఉప కాలువ, పడమటి కోసీ కాలువ అను మూడు కాలువలు ఏర్పాటుచేసి, వాటి ద్వారా పంటపొలములకు నీరు పారించుట ; విద్యుదుత్పత్తికి ఒక్కొకదానికి 5,000 కిలో వాట్టుల ఉత్పత్తి సామర్థ్యముతో 4 కేంద్రములు ఏర్పాటు చేయుట. ఈ విద్యుత్తులో సగము నేపాలుకు సరఫరా అగును.

హనుమాన్ నగర్ బరాజు : ఇది హనుమాన్‌నగర్ దాపున నదీ ప్రవాహమునకు 4·8 కి. మీ. ఎగువన ఉన్నది.

బరాజులో 46 కానాలు కలవు. ఒక్కొక్క కానా వెడల్పు 18.2 మీ. బరాజులో తూముల భాగము మినహాయింపగా మిగిలిన భాగమున 7 స్తంభములు ఏర్పాటుచేయబడినవి. బరాజులో తూముల శీర్షము రిజర్వాయరు మట్టమునకు + 70 మీటరులు ఎత్తుగను, బరాజు శీర్షమునకు 1.5 మీ. క్రిందుగను ఉండును. రిజర్వాయరునుండి అదనపు నీరు పైకి పోవుటకు ఏర్పాటు చేయబడిన ప్రధాన జలమార్గమునకు ఎడమతట్టున తూర్పు కోసీ కాలువ తాలూకు హెడ్ రెగ్యులేటర్ ఏర్పాటు చేయబడినది. ప్రస్తుతము బరాజులో నీటి మట్టము 75 మీ. గరిష్ఠ వరదలు వచ్చినపుడు 9.5 లక్షల క్యూసెక్కుల నీటితో నీటి మట్టము 78 మీ. లకు పెరుగును. అవసరము వచ్చినపుడు, దానివలన ప్రయోజనము కలుగవచ్చునని భావింపబడినపుడు నీటి మట్టమును 78 మీ. లకు పెంచుటకు అవకాశము కలదు. బరాజుపై రెండు త్రోవలు కల ఒక రహదారీ వంతెనను, పడమటి కోసీ కాలువకు హెడ్ రెగ్యులేటర్‌ను నిర్మించుటకు కూడ అవకాశము కల్పింపబడినది.

వరద గట్లు: ఇవి పడమటి తట్టున 121 కి. మీ.; తూర్పు వైపున 120.7 కి. మీ. పొడవున వేయబడినవి. గట్ల మధ్య దూరము 4.828 కి. మీ. నుండి 16.09 కి. మీ. వరకు మారుచుండును.

తూర్పు కోసీ కాలువ: ఈ కాలువ బరాజు ఎడమ ప్రక్కనుండి బయలు దేరును. దీని ప్రవాహపు విడుదల 15,000 క్యూసెక్కులు. ప్రధాన కాలువ పొడవు 43.45 కి. మీ.; ఇతర ఉప కాలువల నిడివి 2,071 కి. మీ. దీని గుండా అందింపబడు నీటి మూలమున ఉత్తర బీహారులోని సహర్షా, పుర్నియా జిల్లాలలో 5.66 లక్షల హెక్టేరులు సాగులోనికి రావచ్చును.

రాజపూర్ కాలువ: ఇది తూర్పు కోసీ ప్రధాన కాలువ నుండి ప్రారంభమై ఉత్తర బీహారులోని సహర్షా జిల్లాలో 1.21 లక్షల హెక్టేరులకు పంట నీరు అందించును.

పడమటి కోసీ కాలువ: ఈ కాలువ పొడవు 112.65 కి. మీ. ఇది కోసీ బరాజు కుడిప్రక్కనుండి బయలుదేరును. దీని ప్రవాహ సామర్థ్యము 7,000 క్యూసెక్కులు. ఇది ఉత్తర బీహారులోని దర్భాంగా జిల్లాలోను, నేపాలులోని సప్తానీ జిల్లాలోను కలిసి 3.23 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి పంట నీరు సరఫరాచేయును. నేపాలులో 16,187 హెక్టేరులకు కూడ దీనివలన సేద్యపు నీటి సౌకర్యమును విస్తరింపజేయుటకు అవకాశము కలదు.

వ్యయము, ప్రయోజనములు: సేద్యపు నీటి సరఫరాకు, వరద నియంత్రణకు, విద్యుత్ ఉత్పత్తికి ఈ ప్రాజెక్టుకు రూ. 87 కోట్లు ఖర్చుకావచ్చునని అంచనా. ఇందులో సేద్యపు నీటి సరఫరాకు రూ. 63.8 కోట్లు వ్యయమగును. ప్రాజెక్టు పూర్తి అయిన తరువాత బీహారులోను, నేపాలులోను రమారమి 10.52 లక్షల హెక్టేరులకు సేద్యపు నీరు లభించును. 4 లక్షల టన్నుల అదనపు ఆహార ధాన్యములు, 3.9 లక్షల టన్నుల చెరకు ఉత్పత్తి యగును. కె. వి. కృ.

క్రప్, ఆల్‌ఫ్రెడ్ (1812 - 1887): 'ఫిరంగి ప్రభువు' అని ప్రఖ్యాతికన్న జర్మనీ పారిశ్రామికుడు. క్రప్ అనునది యుద్ధ సామగ్రిని తయారుచేయు ఒక జర్మను పారిశ్రామిక సంస్థ యజమానుల ఇంటి పేరు. ఈ సంస్థను 1812 లో ఎస్సెన్ వద్ద ఆల్‌ఫ్రెడ్ తండ్రి సంస్థాపించెను. అది ప్రపంచమునకెల్ల పెద్ద సంస్థయై, యుద్ధ సామగ్రిని విశేషముగా తయారుచేసి, రెండు ప్రపంచ యుద్ధములందును జర్మను సైనిక శక్తికి వెన్నెముకగా పరిణమించెను. దీనిని ఇంత అభివృద్ధికి కొనితెచ్చినవాడు ఆల్‌ఫ్రెడ్. ఇతడు ఉక్కుతో ఫిరంగులను పోతపోయు పద్ధతిని సమగ్రపరచి, అందుకు అనుకూలపడు ఉక్కును భారీ ఎత్తున ఉత్పత్తి చేసెను. ఇటుల క్రప్ యుద్ధసామగ్రిని తయారుచేయు పరిశ్రమను తన గుప్పిలిలో పెట్టుకొనెను. క్రప్ సంస్థ యుద్ధ నౌకలను కూడ నిర్మించెను. మొట్టమొదటి జర్మను జలాంతర్గామిని తయారుచేసిన ఘనత కూడ క్రప్ సంస్థకే దక్కినది. ఆ. వెం.

క్రాంప్టన్, సామ్యూల్ (1753 - 1827): బ్రిటిష్ విజ్ఞాని, నేత పరిశ్రమలో నూతన శకమును తీసికొని వచ్చిన మ్యూల్ స్పిన్నర్ (మస్లిన్ వీల్) నిర్మాత. లంకాషైర్‌నందలి బోల్‌టన్ సమీపమున క్రాంప్టన్ జననము. బాల్యదశలో రాట్నము (జెన్నీ)తో నూలు వడుకుచు దారములు మాటిమాటికి తెగిపోవుటచే దానిపై అయిష్టత ఏర్పడినది. దారములు తెగిపోవని వడుకుయంత్రమును రూపొందించవలయుననే సంకల్పము అతనిలో ఏర్పడినది. అనేక ఏండ్ల కృషి ఫలితముగ 1779 లో ఒక పరికరమును పూర్తిచేయగలిగెను. ఈ నూతన పరికరములో వడుకు రాట్నము, వాటర్ ఫ్రేమ్‌ల రెండింటి సూత్రములు మేళనము చేయబడినవి. దారములు పూర్తిగా వడుకుబడువరకు వాటిని లాగుటను ఆలస్యము చేసి, దారములు తెగిపోవుటను అరికట్టునటువంటి నూతన కదురు వాహనము ఇతని కల్పన. ఆదిలో మ్యూల్ స్పిన్నర్‌లు చిన్నవి; చేతితోనే త్రిప్పబడునవి. ఆ తరువాత అవి పెద్దవి చేయబడి జల శక్తిచే పనిచేయించబడినవి. 2,500 అంతకన్న ఎక్కువ కదుళ్లు గల మ్యూల్‌లు నేడు వాడబడుచున్నవి.

క్రాంప్టన్ పరికరము సున్నితము, ఏకరూపము, దృఢమైన దారమును ఉత్పత్తి చేసినది. అట్టి దారమునకు నేత పరిశ్రామికులు ఎంతయో ప్రాధాన్యము ఇచ్చిరి. కాని, తన పరికరమునకు పేటెంటు పొందలేనటువంటి అతి బీద అగుటచే తన హక్కులను 60 పౌన్లకే క్రాంప్టన్ అమ్మివేసెను. ఆ తరువాత పార్లమెంటు 5,000 పౌన్లను జాతీయ బహుమానముగ అతనికి ఇచ్చినది [చూ. పు. 93]. పా.ల.నా.

క్రిమిహర పదార్థములు : అపాయకరమయిన సూక్ష్మజీవులను నిరోధించుటకు గాని, నాశనమొందించుటకు గాని ఉపకరించు పదార్థములను 'క్రిమిహరములు' అందురు.

సామాన్యముగ క్రిమిహరములను పై పూతలకును, బహిశ్శౌచము కొరకును వాడుచుందురు. 'అయిడెక్స్ మలామా' ను గాయమునకు పూయుటయు, 'డెట్టాల్' తో స్నానపు నీటి తొట్టెలను కడుగుటయు, 'లైసాల్' తో రోగుల గది శుభ్రము చేయుటయు, ఫినైల్ తో మరుగుదొడ్లను కడుగుటయు ఇట్టి క్రిమిహర కార్యమునకే ఉపయోగింతురు. అయిడెక్స్ నందున్న అయిడీన్, డెట్టాల్, ఫినైల్ లందున్న క్రెసోల్, ఫీనోల్ అనునవి క్రిములను నాశనము చేయును. అందువలన వీనిని క్రిమిహర ద్రవ్యములు అందురు. అయిడిఫార్మ్, బ్లీచింగ్ చూర్ణము, డి. డి. టి. మొదలగు మరికొన్ని పదార్థములు కూడ ఇట్టి పనినే చేయును. అందువలన ఇవి అన్నియు రోగవ్యాప్తిని అడ్డుటకు ముఖ్యసాధనములు అగుచున్నవి.

క్రిమిహర పదార్థములు క్రిమి వినాశన క్రియయందు ఎట్లు పాల్గొనుచున్నవను విషయమును కొంతవరకు ప్రయోగములను ఆధారము చేసికొనియు, కొంత ఊహను ఆధారము చేసికొనియు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనిరి. క్రిములు, కీటకములు, వృక్షములు, జంతువులు వేయేల జీవులన్నియు జీవాణువు సముదాయమువలన ఏర్పడినట్లు భావింపవచ్చును. ప్రతి జీవాణువునందును కేంద్రకము, దానిని చుట్టుకొని ప్రోటోప్లాజమ్ అను కొల్లాయిడ్ ద్రవమును ఉన్నవని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. పులుసు పాలను విరచినట్లు క్రిమిహరద్రవ్యములు జీవాణువుల ప్రోటోప్లాజమ్‌ను నీరు కార్చివేయును. ఆ కారణముచేత జీవాణువు నశించును. సూక్ష్మజీవులందు జీవాణువుల సంఖ్య అతి పరిమితముగ ఉండుటచే అవి అతి త్వరలో నశించి పోవును. హానికరములైన సూక్ష్మజీవులను మాత్రమే క్రిమిహరములు నశింపజేయుచు వాటి బ్రతుకుకు అవలంబనములగు జీవులకు హాని చేయక వదలును అని అనుకొనుట పొరబాటు. అవి తగినంత శక్తిమంతములు అయినపుడు ప్రాణులందలి జీవాణువులను కూడ కొంతవరకు నశించునట్లు చేయును. అట్లుగాక, శక్తిహీనములు అయినచో క్రిములను పూర్తిగ అవి హరింపలేవు. ఈ పరిస్థితి 'ఎగదీస్తే బ్రహ్మహత్య దిగదీస్తే గో హత్య' అనునట్లు ఉన్నది. ప్రతి క్రిమిహర ద్రవ్యము విషయమై ఎంత మోతాదు వాడిన ఎక్కువ క్రిములను నశింపజేయుచు ప్రాణులకు తక్కువ హానికరముగ ఉండునో ప్రయోగమూలమున నిర్ధారణ చేయుదురు. తాబేలునకు బొరుసువలె కొన్ని సూక్ష్మజీవులకు దేహమునంటి మైనముల వంటి వస్తువులు తొడుగువలె రక్షకముగ ఉండును. ఈ కవచమును దుళ్ళగొట్టిగాని క్రిమిహర ద్రవ్యములు క్రిములను హరింపలేవు. ఈ పనికై పెద్ద మోతాదు వాడవలసి ఉండును. అట్టి హెచ్చు మోతాదు ఉపకారమునకు బదులు అపకారమే చేయును. అందువలన హానికరములగు సూక్ష్మజీవులన్నింటిని నశింపజేయుటకు తగిన క్రిమిహరములు లభించినవనియు, పరిశోధన పూర్తి అయినదనియు భావించుటకు వీలు లేదు.

సామాన్యముగ క్రిమిహరములను పై పూతకు మాత్రమే వాడుచున్నప్పటికిని, కొన్నిటిని నోటి ద్వారా కూడ వాడుచున్నారు. గ్వైకోల్, హారతి కర్పూరము మొదలగునవి అట్టివానికి ఉదాహరణములు. కాని, ఈ ద్రవ్యములు క్రిములున్న స్థానములవరకు చేరుకొనునని కాని, వాటిపై నమ్మకముగా పనిచేయుట వలన గుణము కనిపించునని కాని దృఢముగ చెప్పలేము.

పస్టూర్, కాక్ వంటి శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధన ఫలితముగ ఆధునిక వైద్యశాస్త్రజ్ఞులు అందరు అనేక రోగములకు ఆ యా సూక్ష్మజీవులే కారకములు అని నమ్ముచున్నారు. మశూచి, కలరా, టైఫాయిడ్ మొదలగు కొన్ని వ్యాధులందు సూక్ష్మజీవులు దేహమునందు ప్రవేశించి, వ్యాప్తినొంది రోగకారకములు అగుచున్నవి. అవి కొంతవరకు వ్యాప్తినందిన తరువాత, వానితోపాటు దేహమందే వానిని నిర్వీర్యముగ చేయ శక్తిగల ద్రవ్యములు కూడ ఏర్పడును. అట్టి క్రొత్త ద్రవ్యములను 'సూక్ష్మజీవాంతకములు' అనియు, 'నిర్వీర్యకరములు' అనియు భావించవచ్చును. ఇవి క్రమముగ సూక్ష్మజీవులకన్న హెచ్చగుటచే రోగము మళ్ళు ముఖము పట్టును. రోగకారణములగు సూక్ష్మజీవులయందు ఎట్టి ప్రత్యేకత కలదో వాని 'అంతకము' లందు కూడ అట్టి ప్రత్యేకతయే కలదు. వీటి రచన శాస్త్రజ్ఞుల కిప్పటికిని పూర్తిగ అవగాహన కాలేదు. అయినను, సూక్ష్మజీవులనే ఉపయోగించి వాటిని తయారుచేయుచు ఆ యా రోగనిరోధకములుగ వాడుచున్నారు.

మశూచి వ్యాధికి టీకాలు వేయునపుడు ఉపయోగించు ద్రవమును, కలరా, టైఫాయిడ్, ధనుర్వాతరోగములందు సూదితో దేహములోని కెక్కించు (ఇంజెక్షన్) మందులును ఇట్టి సూక్ష్మజీవి నిర్వీర్యకములే.

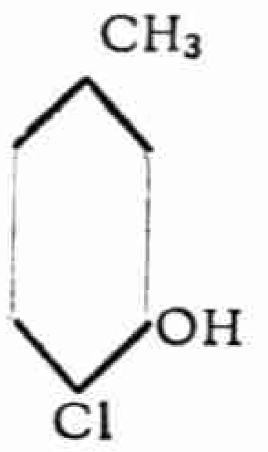
ఈ ద్రవములు కూడ సూక్ష్మక్రిమిహరములే అయినను వానిని సామాన్య దృష్టిలో క్రిమిహరములని ఎవరును భావించుట లేదు. అందువలన వాటిని ప్రత్యేక తరగతి క్రిమిహర ద్రవ్యములుగ గ్రహించుచున్నారు. క్రొత్తగ వాడుకలోనికి వచ్చి అనేక రోగనివారకములైన పెన్సిలిన్, స్ట్రెప్టోమైసిన్, గ్రామిసిడిన్, టెట్రా సైక్లిన్, హ్యూమేటిన్ ఈ జాతికి చెందినవే. వీటికి జీవి నిరోధకములు అని పేరు.

ఫీనోల్ - కార్బాలిక్ ఆసిడ్ (C_6H_5OH): స్వచ్ఛమైన ఫీనోల్ తెల్లని స్ఫటికాకృతి కలిగి ఉండును. 41°C ఉష్ణతతో కరగుచు, సహజమగు వాసన కలది; చురుకుగ ఆల్కహాల్, ఈతర్, క్లోరోఫార్మ్‌లందును, నీటియందు మాత్రము కొద్దిగను ద్రావణమగును. దీనిని స్వచ్ఛముగ గాని, సబ్బు * లో పొదిగిగాని క్రిమిహరముగ వాడుచున్నారు.

క్రెసోల్‌లు, క్రెసాలిక్ ఆసిడ్ ($CH_3C_6H_4OH$): ఫీనోల్‌తోపాటు తారులో పారా, మెటా, ఆర్థోక్రెసోల్‌లు మూడును కూడ కలిసి ఉన్నవి.

బజారులో దొరకు క్రెసోల్ మొదట తేటగ ఉండి క్రమముగ నల్లబడును. ఇది 195°C - 305°C మధ్య స్వేదనము అగును. ఆల్కహాల్, ఈతర్, క్లోరోఫార్మ్‌లలో విరివిగను, కాస్టిక్ సోడాలో పూర్ణముగను ద్రావణమగును. దీనిని కాస్టిక్ సోడాతో కలిపి సబ్బుగ చేసి క్రిమిహరమగు లైసాల్‌ను తయారు చేయుదురు. ద్రావణీయత తక్కువగుటవలన వాడుటకు వీలుగ ఉన్నది.

మెటాక్రెసోల్ బెన్జీన్ వలయమునందున్న ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు బదులు క్లోరిన్ పరమాణువు ఉండునట్లు చేసిన పారా క్లోరో మెటాక్రెసోల్ ఏర్పడును. ఇది క్రెసోల్‌లకన్న హెచ్చు బలమైనదిగ కనబడును.



సాధారణముగ క్రిమిహరముల సామర్థ్యమును ఫీనోల్ సామర్థ్యముతో సరిపోల్చి కొలుతురు. ఏదేని క్రిమిహర ద్రవ్యము యొక్క సామర్థ్యము ఫీనోల్ సామర్థ్యమునకు ఎన్ని రెట్లు ఉండునో తెలుపు సంఖ్యకు 'ఫీనోల్ గుణకము' అని పేరు.

సామాన్యముగ టైఫాయిడ్ క్రిములను ప్రమాణ క్రిములుగ గ్రహింతురు. వాటిని మూతవేసిన వేరువేరు గాజు పళ్లెరములలో తీసికొందురు. క్రమముగ వేర్వేరు బలములు గల ఫీనోల్ ద్రావణములను మరి కొన్నిటిని చేర్చి ఉంతురు. కొంతసేపైన తరువాత పళ్లెములందు క్రిమివృద్ధి జరిగినదియు, లేనిదియు గమనింతురు. అట్లు పరిశీలింపగ రెండు ద్రవ్యములలోను కొన్నింటియందు సూక్ష్మజీవులు అభివృద్ధి గాంచినట్లును, మరికొన్నింటియందు నశించినట్లును తెలును. క్రిమిసంహారము చేయుటకు అత్యావశ్యకమగు ద్రావణ బలమును అట్టి పని చేయగల ఫీనోల్ ద్రావణ బలముచే భాగింతురు. లభించిన భాగఫలమును 'ఫీనోల్ గుణకము' అని అందురు.

అయిడిఫార్మ్ (అయిడి మీథేన్) CHI_3: అయిడిఫార్మ్‌ను 1822 లో సెరుల్లస్ శాస్త్రజ్ఞుడు మొదట తయారు చేసెను [చూ. భౌతిక; రాసాయనిక శాస్త్రము : హేలొజన్ వర్గము - పు. 763].

అయిడిఫార్మ్ లేత పసుపురంగుగల షడ్భుజ స్ఫటికములుగ ఏర్పడును. దానికి ఒక సహజమగు వాసన కలదు. బెన్జీన్‌లోగాని, నీటియందుగాని ఇది కరగదు. ఈతర్, క్లోరోఫార్మ్‌లందు కొంచెముగ కరగును. క్రిమిసంహారకముగ ఇది అత్యంత ఉపయోగకరమైనది. అతి నిదానముగ జరుగు రాసాయనిక వియోగమువలన కొద్దికొద్దిగ అయొడీన్ ఏర్పడును అనియు, అందువలన ఇది క్రిమిసంహారకముగ పనిచేయుచున్నది అనియు ఊహింపవచ్చును.

డి. డి. టి : ఈ పొడి అక్షరములచే డై క్లోరో డై ఫీనిల్ ట్రైక్లోరో ఎథేన్ అను యౌగికము సూచింపబడుచున్నది. 1874 లోనే జీడ్లర్ శాస్త్రజ్ఞుడు దీనిని తయారు చేసినప్పటికిని, 1940 లో స్విజర్లండ్‌లోని పారిశ్రామికులు విరివిగ దీనిని తయారు చేయువరకును పరిశోధనాలయ ద్రవ్యముగనే నిలిచి ఉండెను [చూ. సమీక్ష - పు. 104].

రెండవ ప్రపంచ యుద్ధము వలన మానవ జాతికి లభించిన ఉపయుక్త ద్రవ్యములలో ఇది ఒకటి. డి.డి.టి. ఏ విధమైన వాసనయు లేని తెల్లటి చూర్ణము. పొరపాటున లోపలికి మ్రింగినను, చర్మముపై రాసినను కొంతవరకు దుర్గుణమును ఇచ్చును.

పైని చల్లినపుడు అనేక రకములైన క్రిమికీటకాదులను వెంటనే విషమూర్ఛితము గావించి క్రమముగ చంపును. అందువలన ఇది ముఖ్య క్రిమిహర ద్రవ్యముగ ప్రసిద్ధి గాంచినది.

యుద్ధ సైనికులు విరామ మెరుగక రంగమునందు సంచరించునపుడు వీరి దుస్తులు చెమటకు తడిసి పేను, నల్లి

* సబ్బే కొంత క్రిమిహరముగ పనిచేయును. సబ్బుతో కలిసినపుడు ఫీనోల్ యొక్క క్రిమిహరణ సామర్థ్యము చాలవరకు తగ్గిపోవునని నవీనులు కనుగొనిరి.

మొదలగునవి పట్టును. వీటిబారినుండి సైనికులను తప్పించి, వారి ఏకాగ్రతకు భంగము కలుగకుండ చేయుటకు, తగు విశ్రాంతి లభింప చేయుటకు వాటిని నశింప చేయుటకై డి. డి. టి. ని వాడుదురు. దినమునకు 73,000 మంది యుద్ధ సైనికుల దుస్తులకు ఇట్టి డి. డి. టి. పొడిని చల్లిరన్నచో దాని ప్రాముఖ్యము గ్రహించవచ్చును.

ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధములో టైఫస్ జ్వరము ప్రబలి యుద్ధములో మరణించినవారికన్న ఎక్కువ మంది నశించిరి. ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధములో అటులగాక టైఫస్ సూక్ష్మ జీవికి ఆశ్రయమైన పేను మొదలగు కీటకముల నశింపజేసి డి. డి. టి. జ్వర వ్యాప్తిని అరికట్టినది.

మలేరియా జ్వర వ్యాప్తికి దోమలు కారణము అని రొనాల్డ్ రాస్ పరిశోధన వలన తెలిసినది. ప్రపంచమునందలి మూడవవంతు జనులు మలేరియా వలన బాధ పడుచున్నారు అని లెక్క తేలినది. భారతదేశమున కోటిమందికి పైగా ఈ కారణము వలన మరణించుచున్నారు. అంతకెక్కుడు మంది నీరసించుచున్నారు. ఈ లెక్కలను బట్టి మలేరియాను అరికట్టుట ఎంతముఖ్యమో గ్రహించవచ్చును. దోమలను సమూల నాశనము చేయుటలో డి. డి. టి. ముఖ్య పాత్ర వహించుచున్నది. అది క్రమముగ చౌకగ తయారై విరివిగ వాడుకలోనికి వచ్చినచో మలేరియా నిర్మూలమగును. ఇందుకు భారతదేశములో డి. డి. టి. తయారు చేయుటకు ఒక పెద్ద కర్మాగారమును ప్రభుత్వము నిర్మించినది.

బ్లీచింగ్ చూర్ణము యొక్క క్రిమిహరశక్తి కొంత వరకు దానినుండి ఉత్పన్నమగు ఆక్సిజన్ వలన కలుగును. ఇందున్న హైపోక్లోరైడ్ భాగము తనంతతానే రాసాయనికముగ విచ్ఛిన్నము అగుటవలన పరమాణుస్థితిలో ఉండి చురుకైన ఆక్సిజన్ లభించును. అట్టి ఉత్తేజిత ఆక్సిజన్ సూక్ష్మజీవులను అతి శీఘ్రముగ నశింపజేయును. ఈ చూర్ణము ఏ ఆమ్లముతో నైనను చురుకుగ క్రింది విధమైన రాసాయనికపు మార్పుచెంది క్లోరీన్‌ను ఇచ్చును.

$$Ca/OCl/Cl + H_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O + Cl_2 \uparrow$$

క్లోరీన్ జీవాణువుల ప్రోటోప్లాజమ్‌ను నీరుకార్చి నశింప చేయును. అందుచే బ్లీచింగ్ చూర్ణము క్రిమిహరము.

హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్, పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్, బోరిక్ ఆసిడ్, మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్ ద్రావణములు కూడ క్రిమి హరములుగ వాడుకలో ఉన్నవి.

క్రిమిహరములుగ పనిచేయు ద్రవ్యముల మోతాదును పరిశోధనలవలన నిర్ణయింతురని తెలిపితిమి. దాని శక్తిని అనుసరించి ఇతర వస్తువులతో కలిపి తగు మోతాదు వాడుటకు మార్గాంతరములు ఉన్నవి. అందు ద్రావణముగ చేసి చల్లుటయు, మెత్తగా పొడిచేసి ఇతర చూర్ణములతో కలిపి చల్లుటయు ముఖ్యము లైనవి.

క్రిమిహరద్రవ్యమును నీటిలో కాకుండ వేరొక ద్రవము నందు కరగించి ఆ ద్రావణమును వాడుట మరొక సుకర మైన పద్ధతి. డెట్టాల్ చేయుటలో ఈ పద్ధతిని అవలంబించు చున్నారు. క్లోరోజైలినోల్ అను క్రిమిహర ద్రవ్యమును టెర్పినియోల్‌లో ద్రావణము చేసి 3% క్రిమిహర ద్రవ్యము, 12% టెర్పినియోల్ ఉండునట్లు ఇతర మట్టి నూనెలను ఉపయోగించి సర్దుదురు.

క్రిమిహర ద్రవ్యమైన డి. డి. టి. ని 5% ఉండునట్లు కిరసనాయిల్‌లోనో, నీటిలోనో కరగించి ఆ ద్రావణమును పిచికారీ పంపుతో వెదజల్లి క్రిమిసంహారము చేయుదురు. ఆ డి. డి. టి. నే ఇతర నిరుపద్రవకర ద్రవ్యములతో కలిపి తెల్లటి పొడిగా చల్లుటయు ఆచారములో ఉన్నది.

సౌందర్య పోషణకై పూత మెరుగును సామాన్యముగ వాడుట కలదు. అట్టి పనికై విరివిగ ఉపయోగించు ద్రవ్యములందు క్రిమిహరమైన బోరిక్ ఆసిడ్ చాల తక్కువ బలము కల క్రిమిహర ద్రవ్యమగుటచే నొక్కి రాచుకొన్నను చర్మమునకు హానికరము కాదు. అందువలననే వర్తక సరళిలో చలామణీ అగుచున్న అన్ని రకముల ఫేస్ పౌడరులందును తప్పక బోరిక్ ఆసిడ్ ఉండును.

మంచి పళ్లపొడి యందును, పంటి పేస్టులందును క్రిమి హరముగ వాముపువ్వు (తైమోల్) తప్పక కలుపుదురు. అది రుచికి కారముగ నుండి మోతాదుగ వాడినపుడు నోటియందుండు సూక్ష్మక్రిములను హరించును. ఇది ప్రేగులలో ఉండు కొంకి పురుగులకు ఔషధము. హ. అ. శే.

క్రేన్‌లు : ఒక చోట ఉన్న బరువులను ఎత్తి మరొక చోటునకు తరలించుటకు పెద్ద పరిశ్రమలలో ఉపయోగపడు పనిముట్టు క్రేన్. పూర్వకాలములో ఈ పనికి అనేక పాత పనిముట్లు వాడబడుచుండెడివి. ఈ బరువు లెత్తు పనులు మానవులే చేసెడివారు. కనుక, ఆ రోజులలో బరువు లన్నియు సుళువుగా ఉండెడివి. నేడు 300 టన్నుల బరువులను సైతము క్రేన్ సహాయమున తేలికగా తరలించ వీలగుచున్నది.

క్రేన్ తయారుచేయుటలో దాని నిర్వహణశక్తి, పరిమాణము, వేగము, అది ఆక్రమించు స్థలము గణింతురు. చిన్న బరువులెత్తు క్రేన్‌లకన్న పెద్ద బరువులెత్తు క్రేన్‌లు తేలికగా ఉండును.

ఇంజనీరింగు కార్ఖానాలలో వినా, అధునాతనమైన క్రేన్‌లు అన్నియు విద్యుచ్ఛక్తితో నడుచుచున్నవి. ఓడ

రేవులు మొదలైన చోట్ల క్రేన్‌లను శాశ్వతముగా నెల కొల్పవచ్చును. వాటిని మోటార్ల సహాయముతో గాక, విద్యుచ్ఛక్తితో పనిచేయించుట సులభము. రైల్వేలలో, సివిలు ఇంజనీరింగు భవన నిర్మాణములలో ఉపయోగించు క్రేన్‌లు డీసెల్‌తో నడుపుదురు. ఆవిరితో పనిచేయు క్రేన్‌లు ఈనాటికీ ఉన్నవి. వీటిలో హాయిస్ట్, గాలియట్, జిబ్ క్రేన్‌లు అని మూడు విధములు ఉన్నవి.

హాయిస్ట్ క్రేన్ కప్పీ బ్లాకులు : వీటి యంత్ర విధానము అతి సాధారణమైనది. పైన గిలకకట్టి, ఇనుపతాడు సహాయమున బరువులు ఎత్తుదురు. వీటి వేగము తక్కువైనను పెద్ద బరువులెత్త సాధ్యమగును. కంట్రోల్ బ్రేక్ క్రిందుగా క్లచ్‌ను అమర్చుటచే బరువును వేగముగా క్రిందికి దించ వీలగుచున్నది.

పైన తిగురు క్రేన్‌లు - గాలియట్ క్రేన్‌లు : ఇది నేటి ఇంజనీరింగు పరిశ్రమలలో ఎక్కువ ఉపయోగముగ ఉన్నది. భవన నిర్మాణములో పెద్ద బరువులు ఎత్తుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు. భవనములో దీనిని తేలికగా అమర్చ వచ్చును. విద్యుత్ మోటారుతో నడచు ట్రాలీ దీనికి ఉండుటచే బరువును ఇంటిలో ఏ భాగమున ఉంచవలెనన్నను వీలగుచున్నది.

ఉక్కు పరిశ్రమలలో పైన తిరుగు క్రేన్‌లు లోహము కరగు ప్రాంతములలో ఎక్కువ ఉపయోగించును ; అక్కడ చాల జాగ్రత్తలు తీసికొందురు. గాలియట్ క్రేన్‌లు చూచుటకు పైన తిరుగు క్రేన్‌లవలె ఉన్నను, అది నేలపైన కదులుటకు అవకాశము ఉన్నది.

జిబ్ క్రేన్‌లు : వీనిలో క్రేన్‌కు కట్టబడిన మోకుకు బరువులు వ్రేలాడుచుండును. ఈ బరువులను క్రిందికి, పైకి మార్చవచ్చును ; ఏ దిక్కునకైనను తరలింపవచ్చును. ఇవి నౌకాశ్రయములలో, భవన నిర్మాణములలో ఎక్కువగా కనిపించును.

డెరిక్ క్రేన్‌లు : ఇది అతి ప్రాచీనమైన క్రేన్. దీనినే 'స్కాచ్ డెరిక్' అందురు. ఇది గుండ్రముగా తిరుగునప్పుడు నాలుగింట మూడు పాదముల మేర మాత్రమే తిరుగును. నాలుగవ పాదమున క్రేన్‌ను నిలబెట్టు ఆధారములు ఉండును.

రేవులలో ఉండు క్రేన్‌లు : ఇవి చాల బరువైన క్రేన్‌లు. వీటిలో తడవకు 50 టన్నీలు రవాణా చేయవచ్చును. వీటిని నౌకా నిర్మాణ కేంద్రములలో ఉపయోగింతురు. గిలకను ఉపయోగించుటవలన వీటిలో వేగము తక్కువగా ఉండును. వీటికి చక్రములను అమర్చి, బరువులను పలుచోట్ల దించుటకు వీలు కలుగజేసిరి.

లెవెల్ లఫింగ్ క్రేన్‌లు : జిబ్ క్రేన్‌లో కేంద్ర బిందువు దూరము తగ్గినపుడు జిబ్ పాయింట్‌ను పైకెత్తుటచే, దానికి కట్టిన బరువు పైకి లేచును. అప్పుడు శ్రమ అధికమగును. ఈ లోపమును పూరించి, జిబ్‌ను పైకి లేపినను, బరువు అక్కడే ఉండునట్లు క్రేన్‌లో కొన్ని మార్పులు జరిగినవి. కనుక, తక్కువ శక్తితో, ఎక్కువ పనులు జరుగుటకు అవకాశము ఏర్పడినది. ఓడలలోని సామాను దించుటకు, ఓడలకు సామాను ఎత్తుటకు, పని వేగముగా, సమర్థవంతముగా జరుగుటకు వీలుగా ఈ మాదిరి క్రేన్‌లను వాడుచున్నారు. క్రేన్‌ల పరిమాణ ప్రమాణములు మారినను, 3 నుండి 5 టన్నీల బరువు లెత్తుట వాని సమాన ధర్మము. ఒకేసారి, ఒకేచోట పెక్కు క్రేన్‌లను ఉపయోగించ వీలున్నది.

టవర్ కాంటీలివర్ క్రేన్‌లు : ఇవి నౌకా నిర్మాణ కేంద్రములలో ఉపయోగమున ఉన్నవి. ఇవి 5 టన్నీల బరువును 30 మీ. దూరము వరకు పంపగలుగును. ఈ నాడు 60 టన్నీల రవాణాశక్తి గలిగి, 50 మీ. దూరమునకు సరఫరా చేయవలసిన క్రేన్‌ల అవసరము ఉన్నది. పెద్ద పెద్ద భవన నిర్మాణములో ప్రత్యేకమైన టవర్ క్రేన్‌లను ఉపయోగించవలసి ఉన్నది.

భారీ క్రేన్‌లు : చూచుటకు టవర్ క్రేన్‌లవలె ఉన్నను, ఇవి భారీగా ఉండు సరకులను ఎత్తి నౌకలో ఉంచుటకు అనుకూలముగ ఉన్నవి. అవి 300 టన్నీల బరువులను ఎత్తి 60 మీ. దూరమున ఉంచగలవు. ఇందుండు కాబిన్ ఆపరేటరు బయటివారితో మాట్లాడుటకు వీలుగా టెలిఫోన్ సౌకర్యములు ఉండును.

ఫ్లోటింగ్ క్రేన్‌లు : శాశ్వత క్రేన్ సౌకర్యములేని రేవులలో, చిన్న హార్బరులలో వీటిని ఉపయోగింతురు. వీటిలో గుండ్రముగ తిరుగునవి, తిరగనివి ఉన్నవి.

పూర్వకాలమున క్రేన్‌లలో ఎక్కువ ప్రమాదములు జరుగుచుండెడివి. క్రొత్తరకపు క్రేన్ నిర్మాణములో లోపములను సరిచేయుటవలన ప్రమాదములు తప్పినవి. నేటి క్రేన్‌లలో బరువు సూచించు గుర్తులు ఉన్నవి. క్రేన్ నడుపుటకు సైతము అనేక స్విచ్చీలు ఏర్పడినవి. బలమైన బ్రేకులు ఉండుటవలన ప్రమాదమునకు ఎట్టి అవకాశము ఉండుటలేదు. తిరుగుడు క్రేన్‌లలో తేలికదనము ప్రధాన విషయము కాబట్టి వాటిని అల్యూమినియము ధాతు మిశ్రములతో నిర్మింతురు. వాటి నిర్మాణద్రవ్యములలోను, నిర్మాణ పద్ధతులలోను నేడు ఎడతెగని మార్పులు వచ్చుచునే ఉన్నవి.

సాగర్ ; ఎమ్. ఆర్. రా.

క్రొవ్వులు, నూనెలు : చూ. నూనెలు, క్రొవ్వులు.

క్రోనోగ్రాఫ్ : క్రోనోగ్రాఫ్ కాలమును నమోదుచేయు పరికరము. అది ఒక సంఘటన జరిగిన కాలములో ఒక ప్రత్యేక క్షణమును గాని; సంఘటనల మధ్యకాలమును గాని, కాలమును బట్టి సంఘటనల దిశలోను, మహత్త్వములోను కలుగు వ్యత్యాసములను గాని కొలుచుటకు ఉద్దేశింపబడినది. అది యాంత్రికముగను లేదా విద్యుత్సహాయమునను పనిచేయును.

యాంత్రికముగా పనిచేయు క్రోనోగ్రాఫ్‌లలో రెండు రకములు కలవు. ఒక రకమునందు దృఢమైన ఒక గడియారపు కేంద్ర దండముపై ఉంచబడిన ఒక స్థూపాకారపు డోలు ఒక స్థిరవేగముతో—సెకనుకు లేదా నిముషమునకు లేదా గంటకు ఒకసారి—భ్రమించుచుండును. డోలు తన అక్షముచుట్టు తిరుగు భ్రమణము, దాని అక్షము పొడవున ఒక స్క్రూ ద్వారా సాధించిన రేఖీయచలనము కలసి లభించు సర్పిలరూపమున డోలుపై ఒక పెన్సిలు లేదా కలము మొన ఒక సమరూప రేఖను గీయును. కాలరేఖపై మరొక పెన్సిలు లేదా కలము మొన సంఘటనకు గురుతు వేయును. ఇటుల సంఘటన జరిగిన కాలమును గాని, రెండు సంఘటనల మధ్య గల కాలమును గాని, సంఘటనల కాల వ్యత్యాసమును గాని శాశ్వతముగా రికార్డు చేయవచ్చును.

రెండవ రకపు యాంత్రిక క్రోనోగ్రాఫ్‌లో ఒక నిర్దిష్ట వేగముతో తిరుగుచుండు చిన్న చక్రములపై ఒక పెద్ద కాగితపు పట్టా జరుగుచుండును. ఆ పట్టాపై ఒక పెన్సిలు లేదా కలముమొన కాలమును సూచించు ఒక రేఖనుగీయును లేదా ప్రత్యేక సంఘటనల మధ్యకాలములను తెలియ పరచు కొన్ని చుక్కలను పెట్టును. వేరొక పెన్సిలు లేదా కలము మొన పట్టాపై కాలానుగుణ సంఘటనలకు గుర్తులు వేయును. ఇటుల సంఘటనలకు గాని, కాలమునుబట్టి కలుగు వాటి వ్యత్యాసములకు గాని శాశ్వత రికార్డు లభించును.

పైన చెప్పిన యాంత్రిక క్రోనోగ్రాఫ్‌లలో డోలుకు, కాగితపు పట్టాకు చోదనశక్తి యాంత్రికముగా లభించును. విద్యుత్తుతో నడచు క్రోనోగ్రాఫ్‌లలో ఈ చోదనశక్తి ఒక మాస్టరు గడియారముచే నడుపబడు విద్యుత్ గడియారము ద్వారా సిద్ధించును. ఫోటోగ్రాఫిక్ సాధనములు కల క్రోనోగ్రాఫ్‌లు కూడ కలవు. ఇందు పెన్సిలు లేదా కలమునకు బదులు ఒక కాంతి బిందువు కాలమును, సంఘటనను ఫోటో తీయుట ద్వారా నమోదుచేయును.

సాధారణ క్రోనోగ్రాఫ్‌లు 0.01 సెకను వరకు కాలమును కచ్చితముగ రికార్డుచేయగలవు. మైక్రోక్రోనోగ్రాఫ్‌లు అంత కన్న సూక్ష్మతర కాలవ్యవధులను కూడ రికార్డు చేయగలవు.

ఒక సంఘటన జరిగిన కాలమును కచ్చితముగా నిర్దేశించుటయే క్రోనోగ్రాఫ్‌ల ప్రధానోపయోగము. మానవుడు దానిని అంత కచ్చితముగా నిర్దేశింపలేడు; ఏలన అతని ప్రయత్నములో కొంత కాలహరణము అనివార్యమగును. సంఘటనల మధ్య గల అత్యల్పకాలమును కూడ అవి నమోదు చేయగలవు. ఈ పని మానవునకు తరుచుగా అసాధ్యమయినది. అటులనే సంఘటనల మధ్య గల అతి దీర్ఘకాలమును నమోదు చేయుటకు గూడ వాటినే వినియోగింతురు. ఇందువలన మానవుడు తక్కిన పనులు మాని కాలమును రికార్డు చేయుటకు పడిగాపులు పడి ఉండ నక్కరలేదు.

రా. కృ. రా.

క్రోనోమీటరు : క్రోనోమీటరు కాలమును సూచించు పరికరము; ఇతర గడియారముల వంటిది. అయితే, ఇది వాటికంటె అధికతరమగు అన్యూనాతిరిక్తత (ప్రిసిషన్)తో కాలమును తెలియపరచును. వాటి కంటె ఎక్కువ కాలము ఎక్కువ ఏకరూపతతో కూడ పనిచేయును. మెయిన్ స్ప్రింగ్ ఎంతమేరకు 'వైండింగు' చేయబడినదో, అనగా 'కీ' ఇచ్చి దానిచుట్ట ఎంతమేరకు చుట్టబడినదో సూచించు డయల్ అమర్చబడుట కూడ దీనికి ఇతర గడియారములకు లేని ఒక ప్రత్యేక లక్షణము. వైండింగులోని వ్యత్యాసము వలన తులాచక్రము యొక్క భ్రమణములో సంభవించు మార్పు ఫలితముగా రావచ్చు ప్రమాదముల (ఎర్రర్)ను తొలగించుటకు క్రోనోమీటరులో 'ఫ్యూసీ' అనబడు యంత్రము ఏర్పరచబడును. ఇది మెయిన్‌స్ప్రింగ్ యొక్క వైండింగ్ పరిస్థితితో నిమిత్తము లేకుండ చక్రశ్రేణికి ఏకరూప భ్రమణమును అందజేయును. క్రోనోమీటరులోనే నెలకొల్పబడిన క్రియానిరోధక (లేదా నియంత్రక) విమోచకము (డిటెన్ట్ ఎస్కేప్‌మెంట్) సాధ్యమైనంత సేపు తులాచక్రమునకు చక్రశ్రేణితో ప్రమేయము లేకుండ చేయును. ఇందువలన తులాచక్రము యొక్క కంపనవ్యవధి దాని సహజ కంపనవ్యవధికి సమానము అగుటయు, మామూలు గడియారములలో పరిపాటి అగు నిర్బంధ కంపనము నివారింపబడుటయు సిద్ధించును. తులాచక్రపు కమ్మిని స్టెయిన్ లెస్ స్టీలుతోను, దాని ఆకులను ఇన్వార్[1]తోను నిర్మించుటవలన, దాని నియంత్రక స్ప్రింగ్‌ను సాధారణ చేతిగడియారములలో వలె చదునుగా గాక హెలిక్స్[2] రూపమున ఏర్పాటు చేయుట వలన తాపక్రమ

1. ధాతుమిశ్రము (ఇనుము ౬౫%, నికెల్ ౩౫%).

2. ఒక వక్రము యొక్క స్పర్శరేఖలకును, ఒక నిర్దిష్ట దిశకును ఎల్లప్పుడు స్థిరకోణములు ఏర్పడినచో ఆ వక్రమునకు హెలిక్స్ అని పేరు.

వ్యత్యాసముల వలన తులాచక్రపు కంపనములలో వ్యత్యాసములు రాకుండ చేయవచ్చును.

క్రోనో మీటరు చూపుకాలములో దైనిక ప్రమాదపు రేటు 1.55 సెకనులకు తక్కువగను, ఈ రేటులోని వ్యత్యాసము దినమునకు, దినమునకు 0.5 సెకనుకు తక్కువగను కూడ ఉండును. పూర్వము క్రోనో మీటరులు వేధశాలలలో క్రాంతి యంత్రముల సహాయమున కనీసము ఏడాదికి ఒకసారియైన సరిదిద్దబడుచుండెడివి. కాని, ప్రస్తుతము 10^7, 10^8 వంతులలో 1 వంతును మించని తేడాతో కాలమును సూచింపగల కచ్చితమయిన పీజో విద్యుత్ క్వార్ట్జ్ కంపకముల సహాయమున ప్రమాణ పరిశోధనాగారములందు క్రోనోమీటరుల కాలమాపన సరి చేయబడుచున్నది.

సముద్ర ప్రయాణముచేయు నౌకలలో రేఖాంశములను తెలిసికొనుటకు క్రోనోమీటరులను తప్పనిసరిగా వాడుదురు. నౌకలలో వాటిని 'జింబల్సు' అను ఏర్పాటులో అమర్తురు. ఈ ఏర్పాటువలన నౌక ఇటు అటు కదలుచున్నను క్రోనో మీటరు ఎప్పుడును క్షితిజసమానాంతర స్థితిలోనే ఉండును; స్థితి భేదమువలన వచ్చు ప్రమాదములు ఇటు పూర్తిగా తొలగింపబడును. గడియారములను, చేతిగడియారములను సరిదిద్దుటకు కూడ క్రోనోమీటరులను వాడుదురు. రా. కృ. రా.

క్లచ్ : చూ. ఆటో మొబైల్ ఇంజనీరింగు - పు. 197

క్లోరీన్ : చూ. విరంజన చూర్ణము, క్లోరిన్.

ఖండగమనము : చూ. సమీక్ష - పు. 148.

ఖనిజ అన్వేషణ-భూ భౌతిక పద్ధతులు : భూమి ఉపరితలముపై తీసికొనబడిన కొలతల సహాయమున గుప్త ఖనిజ నిక్షేపములను లేదా వాటితో మిళితమైన భూగర్భ రచనలను కనుగొనుట ఖనిజ అన్వేషణ, అందుకు అనుసరింపబడు భౌతిక పద్ధతులు భూ భౌతిక పద్ధతులు.

ఖనిజముల విశిష్టధర్మములు: గెలీనా (లెడ్ సల్ఫైడ్) వంటి కొన్ని ఖనిజములు మిగుల బరువైనవి; పెద్ద పెద్ద రాశులుగా ఉన్నపుడువి భూ గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రముపై గణనీయమైన ప్రభావమును ప్రదర్శింప గలవు. మాగ్నెటైట్ (ఐరన్ ఆక్సైడ్) వంటి కొన్ని ఖనిజములు అతిశయిత అయస్కాంత శక్తి యుక్తములైనవి; సూదంటురాయివలె అవి సున్నితమైన అయస్కాంతపు సూదిని విచలింప చేయగలవు. ధాతు మెరుగు కల పైరిటీస్ (ఐరన్ డై సల్ఫైడ్) వంటి కొన్ని సల్ఫైడ్ ముడి ఖనిజములు చక్కని విద్యుత్ వాహకములు. అవి ఆక్సీకరింపబడినపుడు కొలుచుటకు సాధ్యపడు సహజ విద్యుత్ ప్రవాహమును భూమిలో ఉత్పాదింపగలవు. ఇంతేకాక, అవి ఉన్న భూమిలోనికి కృత్రిమముగా విద్యుత్తును ప్రసరింపజేసిన ఎడల, ఆ ముడి ఖనిజములు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు అత్యల్ప నిరోధమును మాత్రమే కలిగించును; ఇతర ఖనిజములతో ఏర్పడిన శిలల విద్యుత్ బంధక స్వభావముతో సరిపోల్చి చూచినచో పై ఖనిజముల విద్యుత్ వహన సామర్థ్యము సుస్పష్టముగ కనిపించగలదు. కాబట్టి, విద్యుత్ క్షేత్రమును కొలుచుట ద్వారా భూగర్భమున ఆ ముడి ఖనిజముల ఉనికికి అవకాశము కల ప్రదేశములను కనిపెట్టవచ్చును. సున్నపురాయి, రాతి ఉప్పు వంటి కొన్ని శిలలు పలకరాయి, ఇసుకరాయి, బంకమన్ను, ఇసుక వంటి ఇతర శిలా రూపముల కంటె ధ్వనితరంగములను త్వరితగతిని ప్రసారము చేయగలవు. ఒక కృత్రిమపు ప్రేలుడును ప్రయోగించి, భూమిలో ధ్వనితరంగముల ప్రయాణకాలములను కొలిచి, అందువలన భూగర్భమున మరుగుపడియున్న శిలల స్వభావమును, నిర్మాణ క్రమమును తెలిసికొనవచ్చును.

ఇటుల ఖనిజముల యొక్క, శిలల యొక్క సాంద్రత, అయస్కాంతత్వము, విద్యుత్ వాహకత, స్థితి స్థాపకత అను నాలుగు భౌతిక ధర్మములలో విస్తార వ్యత్యాసములు కనిపించును. ఆ నాలుగు ధర్మములను ఆధారము చేసికొని ఖనిజ అన్వేషణకు నాలుగు భూ భౌతిక పద్ధతులు రూపొందింపబడినవి.

గురుత్వాకర్షణ పద్ధతులు: ఇందు భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణలో గల వ్యత్యాసములను కొలుతురు. గురుత్వాకర్షణశక్తి పరస్పరము ఆకర్షించుకొను వస్తుభారముల గుణనఫలమునకు అనులోమముగను, వస్తువుల మధ్య దూరవర్గమునకు విలోమముగను మారుచుండును. దానిని గెలిలియో పేరు మోయుచున్న 'గాల్' అను యూనిట్లలో కొలుతురు. దాని మూలమున భూమి ఉపరితలముపై కలుగు త్వరణము దాదాపు 1000 గాల్లు; భూమధ్యరేఖవద్ద అది 978 గాల్లు; ధ్రువములవద్ద 983 గాల్లు. ఈ వ్యత్యాసము భూమియొక్క దీర్ఘవృత్తాకారతవలన, కేంద్రాపసారి శక్తిలోని మార్పువలన కలుగుచున్నది. శిలలు భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణపై నెరపు ప్రభావము అత్యంత స్వల్పము. అది భూ గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రమున 10 వేలలో 1 పాలు గాని, 10 లక్షలలో ఒకటి, రెండు పాళ్ళు గాని ఉండవచ్చును. కాబట్టి కొలమానపరికరములు భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రములో $1/10^7$ భాగమును కొలువగలిగినంత సునిశితముగ ఉండుట అత్యావశ్యకము. ఈ పద్ధతిలో ఉపయోగింపబడు యూనిట్ మిల్లీగాల్ (గాల్లో

వెయ్యవ వంతు), కొలమానముగ టార్షన్ తులాదండము గాని, గురుత్వాకర్షణ మాపకము (గ్రావి మీటరు) గాని వాడబడును.

మోటన (టార్షన్) తులాదండము: ఇది క్షితిజ సమాంతర దూరములో ఒక యూనిట్ దూరమున కలుగు గురుత్వాకర్షణ శక్తుల వ్యత్యాసమును - అనగా గురుత్వాకర్షణ యొక్క క్షితిజ సమాంతర పాతమును కొలుచును. పూర్వము మోటన తులాదండములే విరివిగ వాడబడు చుండెడివి. కాని, ఇవి చాల మందకొడిగా పనిచేయుట వల్లను, వాటి కొలతలు పెక్కు దిద్దుబాటులకు లోనగుట వల్లను గురుత్వాకర్షణ మాపకములు వాటి స్థానమును ఆక్రమించినవి.

గురుత్వాకర్షణ మాపకములు: ఇవి గురుత్వాకర్షణ యొక్క సాపేక్ష బలములలోని వ్యత్యాసములను మిక్కిలి సున్నితమైన స్ప్రింగు ద్వారా కొలుచును. స్ప్రింగునకు తగిలించిన ఒక చిన్న ద్రవ్యరాశి (తులాదండములో స్ప్రింగువలె) ఒక ప్రదేశమునుండి వేరొక ప్రదేశమునకు మారు గురుత్వాకర్షణకు అనుగుణముగ ఆ స్ప్రింగును సాగదీయును. భూమి ఉపరితలమునకు అతి సన్నిహితముగ ఎచట బరువైన శిలలు, ఖనిజములు కేంద్రీకరింపబడి ఉండునో అచట ఈ ఆకర్షణ సాపేక్షముగా హెచ్చును. ఈ మాపకములు 0.01 మిల్లీగాల్‌ను - అనగా భూ గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రములో $1/10^8$ భాగమును - కొలువగలవు. అయితే, ఈ కొలతలు తాపక్రమము, అక్షాంశము, రేఖాంశము, భూమి ఉపరితల శిలాసాంద్రతలు మొదలగు బహిరంశములలోని అల్ప భేదముల వలన కూడ మారు చుండును; అప్పుడప్పుడు భూమిలోని మిట్టపల్లములవలన, భూ పృష్ఠములోని సాంద్రతా విభేదముల వలన సైతము ఆ కొలతలు మారవచ్చును. ఈ మార్పులను సరిదిద్దుటకు విధానములు కూడ కనుగొనబడినవి.

దిద్దుబాటులు అన్నియు చేసిన పిదప, ఆ కొలతలను ఉపయోగించి, ఆ ప్రాంతములోని సమాన గురుత్వాకర్షణ రేఖల (ఐసోగామ్‌లు) ను చూపు రేఖా చిత్రములను తయారుచేయుదురు. ఈ రేఖా చిత్రములు గురుత్వాకర్షణ శక్తిలో గల వైపరీత్యములను ప్రదర్శించును; గెలీనా, పైరిటీస్, ఇనుము, మాంగనీస్ వంటి బరువైన ఖనిజ నిక్షేపములకు, అల్పసాంద్రతకల ఉప్పుగుట్టలు మున్నగు నిక్షేపములకు స్థాననిర్దేశము చేయుటలో సహాయపడును; ఆయా ప్రాంతముల పంకశిలా నిర్మాణముల క్రింద కల స్ఫటికశిలల యొక్క ఉపరితల నిమ్నోన్నతులను తెలియజేయును.

అయస్కాంత పద్ధతులు: గురుత్వాకర్షణ పద్ధతిలో వలె ఇందు కూడ ఒక సహజ క్షేత్రశక్తి వినియోగింపబడును. ఈ భూగోళము ఒక పెద్ద సూదంటురాయి. కొన్ని ఖనిజ నిక్షేపములకు, శిలాద్రవ్య రాశులకు అధిక అయస్కాంత శక్తి కలదు. అవి స్థానిక అయస్కాంత క్షేత్రముపై విలోమవర్గ సూత్రము ప్రకారము తమ ప్రభావమును చూపగలవు. అయితే, ఈ సంబంధములు గురుత్వాకర్షణ పద్ధతిలోని వాటికంటె క్లిష్టతరములు. ఏలన, ఖనిజ నిక్షేపములకు ప్రత్యేకముగా కొంత స్వతంత్ర అయస్కాంత శక్తి ఉండవచ్చును. వాటి అయస్కాంత క్షేత్రములు భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రముతో కలియవచ్చును; కలియక పోవచ్చును. మాగ్నటైట్‌కు, కొన్ని మాంగనీస్ ముడి ఖనిజములకు తరుచుగా బలమైన ధ్రువత్వము ఉండును. అగ్నిశిలలు, రూపాంతరశిలలు సాధారణముగ గాఢ అయస్కాంత శక్తి కలవి; పంకశిలల అయస్కాంత శక్తి తక్కువైనది.

అయస్కాంత క్షేత్ర సాంద్రతను కొలుచుటకు 'గాస్' ను యూనిట్‌గ వాడుట పరిపాటి. కాని, ఈ పద్ధతిలో గామా('గాస్'లో $1/10^5$ వంతు)అనబడు యూనిట్ వాడబడును. భూమియొక్క యావత్ అయస్కాంత శక్తి సాంద్రత భూమధ్యరేఖ వద్ద 50,000 గామాలు, ధ్రువముల వద్ద 75,000 గామాలు. మాగ్నటైట్‌తో మిశితములైన కొన్ని ఇనుప ముడి ఖనిజములు (చాల అరుదుగా) భూమియొక్క అయస్కాంత శక్తికన్న 50,000 గామాల పై చిలుకు అయస్కాంత శక్తిని ప్రదర్శించుచు, స్థానిక వైపరీత్యములు పుట్టించును. కాబట్టి, ఈ పద్ధతిలో తీసికొను కొలతలు గురుత్వాకర్షణ పద్ధతిలో తీసికొనవలసినంత కచ్చితముగా ఉండనక్కరలేదు. అందుకు కావలసిన కొలమానములను తయారుచేయుట కూడ సులభమే. ష్మిడ్స్ నిర్మించిన అయస్కాంత మాపకము (మాగ్నెటొమీటరు) ఈ పద్ధతిలో విరివిగా వాడబడును. దానిలో రెండు రకములు కలవు. మొదటి రకము క్షితిజ సమాంతర ఘటకములలోని వ్యత్యాసములను, రెండవది ఉదగ్ర ఘటకముల లోని వ్యత్యాసములను కొలుచుటకు అనుకూలముగా నిర్మింపబడును. రెండిటిలోను స్ఫటిక శిలలతో చేయబడిన కత్తియొక్క వాడి అంచుపై గాఢ అయస్కాంత శక్తికల ఒక ఉక్కు పలకల జత వ్రేలాడగట్టబడి, ఒక అయస్కాంత వ్యవస్థ ఏర్పరుపబడును. ఈ వ్యవస్థ మొదటి రకములో ఉదగ్రముగను, రెండవ రకములో క్షితిజ సమాంతరముగను ఉండునటులు కొలమానము యొక్క గరిమనాభి (గురుత్వ కేంద్రము) సరిచేయబడును. ఈ స్థితులనుండి

కలిగిన విచలనములను దూరదర్శిని యొక్క కొలబద్ద సహాయమున కొలుతురు. ముందుగానే నిర్ణయింపబడిన పరికరము యొక్క మాన మూల్యములతో విచలనములను గుణించినచో అయస్కాంత సాంద్రతలు లభించును. తాప క్రమము వలన, అహోరాత్రముల తాప వ్యత్యాసముల వలన, అక్షాంశము వలన, కారణాంతరముల వలన అయస్కాంతపు కొలతలు కొద్దిగా మారును. ప్రమాణీకరించిన ప్రక్రియలను అనుసరించి, ఈ మార్పులకు తగిన దిద్దుబాటులు చేయబడును. పైన చెప్పిన కారణముల వలన కొలతలలో ఎట్టి మార్పులు రాకుండునట్లు నిర్మింపబడిన అధునాతన అయస్కాంత మాపకములు కలవు; వాటిని ఏ అక్షాంశములో పనిచేయుటకైన తేలికగా సర్దుబాటు చేయవచ్చును.

దిద్దుబాటులు అన్నియు చేసిన తరువాత ఆ కొలతల సాయమున సమాన అయస్కాంత సాంద్రతా రేఖలు, వైపరీత్యములు చూపు రేఖా చిత్రములు గీయబడును. ఈ చిత్రముల ద్వారా గాఢ అయస్కాంత శక్తి కల ఖనిజ నిక్షేపముల లేదా అట్టి ముడి ఖనిజములతో కూడిన అగ్ని శిలల ఉనికిని గూర్చి ఉపయోగకరమైన సమాచారమును తెలిసికొనవచ్చును; సర్వే చేయబడిన ప్రాంతమున పంక శిలానిర్మాణముల అడుగున కల స్ఫటిక శిలా వరణపు లోతులను అంచనావేయుట, వాటి నిమ్నోన్నతులను చూపు చిత్రములను కూడ తయారుచేయుట సాధ్యపడును.

విద్యుత్ పద్ధతులు: ఈ పద్ధతులలో విద్యుత్ లేదా విద్యుత్ అయస్కాంత బలక్షేత్రములకు ఖనిజములు చూపు ప్రతిక్రియల స్వభావములు అనుశీలింపబడును. ఇందుకు అనేక విభిన్న పద్ధతులు కలవు. వాటిలో క్రిందివి మూడును ముఖ్యములైనవి:

స్వయం విద్యుత్ శక్యతాపద్ధతి (సెల్ఫ్ పొటెన్షియల్ మెథడ్): ఇందు పైరిటీస్ వంటి కొన్ని సల్ఫైడ్ ఖనిజముల స్వతః ప్రేరిత ధ్రువీకరణము వలన ఉత్పన్నమగు సహజ విద్యుత్ క్షేత్రశక్తిని కొలుతురు.

విద్యున్నిరోధక పద్ధతి (రెసిస్టివిటీ మెథడ్): ఇందు డైనమోనుండి కాని, బ్యాటరీనుండి కాని అన్వేషిత ప్రాంతముల నేలలోనికి ఋజు లేదా ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమును కృత్రిమముగా ప్రసరింపజేయుదురు. చేసి, అందువలన ఖనిజ అన్వేషణకై పరిశోధింపబడు ప్రాంతమున ఏర్పడిన విద్యుత క్షేత్రములను కొలుతురు. కొలుచుటకు మెగ్గర్ భూశోధకమును గాని, గిష్-రోనీ పరికరమును గాని, నిష్పత్తి మాపకములను గాని, ఇతర పరికరములను గాని వాడుదురు.

విద్యుత్-అయస్కాంత పద్ధతి: ఇందు ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము ద్వారా నేలను విద్యుత్‌వంతము చేసి, నేలతో పాటు విద్యుత్‌వంతములైన ముడిఖనిజముల వంటి చక్కని విద్యుత్ వాహకముల వలన ప్రసారితములైన గౌణ విద్యుత్ క్షేత్రములచే ప్రాథమిక విద్యుత్ క్షేత్రము ఏ ప్రకారముగ సవరింపబడునో కొలిచి విలువ కట్టుదురు.

తరుచుగా నేలలోని ఖనిజముల విద్యుత్ వహన సామర్థ్యము విద్యుత్ క్షేత్రముపై తన ప్రభావమును నెరపును. అయితే పైరిటీస్, గెలీనా, కాపర్ సల్ఫైడ్ మున్నగు ధాతు ఖనిజములు మినహా శిలా నిర్మాణములలోని తక్కిన ఖనిజ ఘటకములు విద్యుత్ బంధకములో లేదా అత్యల్ప విద్యుత్ వాహకములో అయి ఉండును. పెక్కు అగ్ని శిలల, పంకశిలల విద్యుత్ వహన సామర్థ్యము వాటి రంధ్రములలో ఉండు తేమ మీదను సోడియమ్ క్లోరైడ్ వంటి విలీన లవణముల మీదను ఆధారపడును.

నీటిమట్టపు లోతును అంచనా వేయుట, కఠిన శిలాతలములపై ఏర్పడిన వండలి నిర్మాణముల మందమును కనుగొనుట వంటి క్షితిజ సమాంతరముగ విస్తరించిన నిర్మాణముల అనుశీలనకు విద్యున్నిరోధక పద్ధతి అత్యుత్తమము. ఉదగ్ర నిర్మాణముల సరిహద్దులకు, ముడుతలకు, డైక్‌లకు స్థాన నిర్దేశము చేయుటకు విద్యుత్ అయస్కాంత పద్ధతులు అనువైనవి. విద్యుత్ పద్ధతుల ప్రయోగమునకు సర్వే చేయబడు ప్రాంతములోని ప్రత్యేక పరిస్థితులకు, సమస్యలకు అనుగుణముగ పెక్కు రకముల పరికరములు, సాంకేతిక నైపుణ్యములు వినియోగింపబడును.

భూ కంపన పద్ధతి: ఇందు మందుగుండు సామగ్రిని పేల్చి, దానివలన భూమిలో కలుగు స్థితిస్థాపక తరంగముల ప్రసారవేగమును కొలుతురు. ఈ తరంగములను కొన్ని శిలలు తక్కిన వాటికన్న త్వరితగతిని ప్రసరింపజేయగలవు. భూమిలో కొద్ది లోతు కల రంధ్రములు తొలిచి, వాటిలో డైనమైట్‌ను దట్టించి నిప్పంటింతురు. ప్రేలుడు వలన జనించిన స్థితిస్థాపక తరంగములను జియోఫోన్‌లు అనబడు సూక్ష్మగ్రాహి పరికర పరంపర ద్వారా సంగ్రహింతురు. ప్రేలుడు జరిగిన వెంటనే నేలనుండి ఈ తరంగములను పెక్కుచోట్ల సంగ్రహించుటకు వీలుగా, ప్రేలుడు తావునకు వేరు వేరు దూరములలో పెక్కు జియోఫోన్‌లు నెలకొల్పుదురు. మందుగుండును ప్రేల్చిన క్షణమును, తరంగములు ఒక్కొక్క జియోఫోన్‌వద్దకు చేరిన కాలములను సైస్మోగ్రాఫ్ అను రికార్డింగ్ యంత్రములో ఛాయాచిత్రగ్రహణ విధానమున నమోదు చేయుదురు. రికార్డింగ్ యంత్రములో 1/100 సెకను వ్యవధులను కచ్చి

తముగను, సక్రమముగను ఫోటోకాగితముపై సమానాంతర నిలువురేఖలతో గుర్తింపగల సాధనము ఉండును. కాని, మిల్లీసెకనును - కంటితోనే అంచనా వేయవలసి ఉండును [చూ. భూకంప శాస్త్రము].

జియోఫోన్‌లు సంగ్రహించిన స్థితిస్థాపక తరంగములు తరుచుగా దుర్బలముగా ఉండును. కాన, అవి విద్యుత్ ప్రవాహములుగా మార్చబడి, భూకంపదర్శని (సైస్మోగ్రాఫ్)కి పంపబడను. ఈ యంత్రములో ఆ విద్యుత్ ప్రవాహములు సూక్ష్మగ్రాహి గాల్వనీమీటరులను కంపింప జేయుటకు చాలినంత శక్తి కలవిగా అధికీకరింపబడును. గాల్వనీ మీటరులకు విద్యుత్ దీపముచే దీపింపజేయబడిన చిన్న అద్దములు అమర్చబడును. ఒక్కొక్క జియోఫోన్ నుండి లేదా ఒక్కొక్క జియోఫోన్ వర్గము నుండి వచ్చిన తరంగములు ఒక ప్రత్యేక గాల్వనీ మీటరును చేరవచ్చును. దానిపై పడు కాంతి ఫోటోకాగితముపై నేల ఉపరి తలమునుండి సంగ్రహింపబడిన భూకంపన తరంగములకు అనురూపములైన తరంగ కంపనములను సునిశితముగా నమోదు చేయును. భూకంపదర్శనిలో ఫోటో కాగితము కాలవ్యవధులను నిలువురేఖల ద్వారా కచ్చితముగ నమోదు చేయును. ప్రేలుడు జరిగిన క్షణము కూడ నమోదు చేయబడును. జియోఫోన్‌లనుండి భూకంపన తరంగము రానిచోట రేఖలు క్షితిజ సమానాంతర ఋజురేఖలుగా గోచరించును. ఆ తరంగములు వచ్చిన వెంటనే అవి తరంగ యుత రేఖలుగా కనిపించును. కావున, మందు ప్రేలిన క్షణమునుండి తరంగములు జియోఫోన్‌లకు చేరుటకు పట్టు కాలమును సులభముగా తెలిసికొనవచ్చును. ప్రేలుడు తావునకు, జియోఫోన్‌లకు మధ్యగల దూరమును కచ్చితముగ కొలవవచ్చును. ప్రయాణకాలములను, దూరములను రేఖాచిత్రములో ఎదురెదురుగా చిత్రించి, దానినుండి స్థితిస్థాపక తరంగముల ప్రసార వేగమును కనుగొనవిలగును. ఈ కాల - దూర రేఖా చిత్రములు భూతలములోని స్థితిస్థాపక వ్యత్యస్థామండలముల నిర్దేశమునకు కూడ ఉపయోగపడును. ఆచరణరీత్యా భూకంపన పద్ధతిలో మరల రెండు విభిన్న పద్ధతులు కలవు.

వక్రీభవన పద్ధతి : ఇందు జియోఫోన్‌లను ఋజురేఖా రూపమున గాని, చాపరూపమున గాని ఉంచుదురు. ప్రతి జియోఫోన్‌లోను మొదటి తరంగముయొక్క ప్రయాణ కాలమును కనుగొని, ప్రేలుడు తావులకు, జియోఫోన్‌లకు మధ్యగల దూరములతో రేఖాచిత్రమును గీయుదురు.

పరావర్తన పద్ధతి : జియోఫోన్‌లు ఇందు కూడ ఋజురేఖా రూపముననే ఉంచబడును. కాని, వాటికి, ప్రేలుడు తావులకు మధ్య గల దూరములు తక్కువగ ఉండును. అనగా భూమిలోని పొరల లోతులతో పోల్చి చూచినపుడు ప్రేలుడు తావునుండి జియోఫోన్‌ల దూరము తక్కువగ ఉండును. వివిధ జియోఫోన్‌లనుండి సంగ్రహింపబడిన పరావర్తిత తరంగములు అన్నియు దాదాపు ఒకే క్షణమున వచ్చినట్లు స్పష్టముగ సెస్మిక్ రికార్డులో నమోదు చేయబడును.

ఇటుల పరావర్తితములై వచ్చిన తరంగములు పరావర్తనము చెందించు భూమిలోని పొరల సంఖ్యను బట్టి అనేకములు ఒకే రికార్డులో కనిపించవచ్చును. ఈ పరావర్తనములు తరుచుగా స్థితిస్థాపక ధర్మము వ్యత్యస్తముగ ఉండు పొరల సరిహద్దులనుండి వచ్చును. ఈ పద్ధతి సముద్రపు నీటి లోతులను కొలుచుటకు ఉపయోగించబడు 'ప్రతిధ్వనిని కొలుచు' పద్ధతి వంటిది.

ఇతర పద్ధతులు : పైన చెప్పిన నాలుగు పద్ధతులకు తోడు మరికొన్ని పద్ధతులు కూడ కలవు. భూ తాపన పద్ధతి అనునది వాటిలో ఒకటి. ఇది నేలలోని ఉష్ణప్రవాహమును, తాపక్రమ పాతమును అనుశీలించుటపై ఆధారపడినది. యురేనియమ్, థోరియమ్ వంటి ఖనిజముల రేడియోధార్మిక విఘటనము మీద ఆధారపడినది రేడియో ధార్మిక పద్ధతి. అయితే, వీటి వినియోగము చాల పరిమితమైనది. నేలలో తొలువబడిన రంధ్రములలోనికి చిన్న చిన్న యంత్రములను దించి కూడ భూ భౌతిక కొలతలను తీసికొనవచ్చును. విద్యుత్, రేడియో ధార్మిక ఆధారములైన ఈ కొలతలు అంతర్గత జలముల, నూనెగనుల అన్వేషణలో ఉపకరించును.

భూ భౌతిక పద్ధతుల వినియోగక్రమము : ఈ పద్ధతులు ఇనుము, మాంగనీస్, రాగి, సీసము, బంగారము మొదలగు అనేక ధాతు ఖనిజములను; నేలబొగ్గు, చమురు వంటి అధాతు ఖనిజములను అన్వేషించుటకు ఉపయోగపడును. ధాతు, అధాతు ఖనిజముల అన్వేషణకు ప్రధానముగా అయస్కాంత, విద్యుత్, విద్యుత్ అయస్కాంత పద్ధతులు ఉపకరించును. నేలబొగ్గు, చమురు గనుల అన్వేషణకు అప్పుడపుడు అయస్కాంత, విద్యుత్ పద్ధతులు కూడ వినియోగింపబడినను గురుత్వాకర్షణ, భూకంపన పద్ధతులే విరివిగా ప్రయోగింపబడును. అంతర్గత జలముల అన్వేషణకు విద్యుత్ పద్ధతియే సర్వత ఉపయుక్తమగును. ఏలన, జలపీఠము యొక్క లోతును, నీటిలోని లవణ ప్రమాణమును ఆ పద్ధతి ద్వారా సుళువుగ అంచనా వేయవచ్చును. సైనిక, ఇంజనీరింగు ప్రాజెక్టుల పరిశోధనలకు; డాములు, సొరంగములు, రోడ్లు నిర్మించు స్థలములలో అడుగున కల శిలాపరి

స్థితులను పరిశీలించుటకు విద్యుత్, వక్రీభవన, భూకంపన పద్ధతులు మిక్కిలి ప్రయోజనకారులు. నూనెగనుల అన్వేషణకు పరావర్తన భూకంపన పద్ధతి విస్తారముగ వినియోగింపబడి వేలాది మీటరుల లోతులలో గల తైలక్షేత్రములు కూడ వెలుగులోనికి కొనిరాబడినవి.

భూ భౌతిక పద్ధతుల ప్రయోజన పరిమితులు : సాధారణముగ భూ భౌతిక ఖనిజాన్వేషణ పద్ధతులు ఏ ప్రత్యేక ఖనిజ నిక్షేపముల ఉనికిని ప్రత్యక్షముగ తెలుప లేవు. అవి ఆ కృషికి చాలవరకు పరోక్షముగ మాత్రమే తోడ్పడగలవు. ఉదా: బంగారము, చమురు, కొన్ని ఇతర నిక్షేపములు పరోక్షముగనే నిర్దేశింపబడును. బంగారము తరచుగా క్వార్ట్జ్ ఈనెలలో చాల అత్యల్ప అనుపాతములో ఉండును. ఎంత సున్నిత పరికరముతోనైనను ఆ శిలలనుండి బంగారమునకు సంబంధించిన భౌతిక ప్రతిక్రియలు గుర్తింపలేము. కాని, క్వార్ట్జ్ ఈనెలు విద్యుత్ ప్రసారమునకు గొప్ప అవరోధమును కలిగించును. కాబట్టి, విద్యుత్ నిరోధక సర్వే మూలమున వాటి ఉనికిని కనుగొనవచ్చును. చమురు గనుల అన్వేషణలో అనుకూలపడు ఆన్‌టిక్లైన్‌లు, గోపురములు, ముడుతలు మున్నగు భూగర్భ శిలాకృతులను మాత్రమే కనుగొనవచ్చును. ఇతర ప్రదేశములలో గడించిన అనుభవము వలన ఆ నిర్మాణముల నుండి చమురు గాని, సహజ వాయువు గాని లభించవచ్చునని భావింపగలము. త్రవ్వకముల వల్లనే ఆ విషయమును ఖరారు చేయగలము. అనేక సందర్భములలో విద్యుత్, అయస్కాంత పద్ధతుల వలన అమూల్యములైన అనేక ఖనిజములు కనుగొనబడినవి. కాని, ఆ భౌతిక కొలతలకు అపేక్షిత ఖనిజముల విశిష్ట ధర్మములతో ఎట్టి ప్రమేయము లేకుండెను.

కావున, భూ భౌతిక పద్ధతులు గుప్త ఖనిజ నిక్షేపములను వెలిపుచ్చుట కంటె నేలలోని భౌతిక స్వభావ వైపరీత్యములను గుర్తించుటకే ప్రధానముగ ఉద్దేశింపబడినవని నొక్కి చెప్పవలసి ఉన్నది. కాని, ఈ భౌతిక స్వభావ వైపరీత్యములకు సాధారణముగ ఖనిజ నిక్షేపములతోడనో లేదా వాటి ఉనికికి చాల అనుకూలములగు భూగర్భ నిర్మాణములతోడనో నిర్విశేషముగ కాకపోయినను కొంతవరకైన సంబంధము ఉండి తీరును. ఈ అన్వేషణ ప్రయోగముల ఫలితములు ఒక్కొక్కసారి విభిన్న లేదా విరుద్ధ వ్యాఖ్యానములకు దారితీసినను తీయవచ్చును. భూగర్భమున లోతుగా ఉండు ఖనిజములు ఇచ్చు సూచనలను భూమి ఉపరితల సంక్షోభములు మరుగుపరచవచ్చును. కాబట్టి, తిరుగులేని వ్యాఖ్యానము చేయగలుగుట చాల అరుదుగా మాత్రమే సాధ్యపడును. ఇంతకు ఈ పద్ధతుల వలన కొన్ని సూచనలు మాత్రమే లభించును. ఇవి ఖనిజముల సంపాదనకు త్రవ్వకములు ఏ యే ప్రాంతములందు ఫలప్రదములు కాగలవో నిర్దేశింపగలవని మాత్రమే చెప్పుట యుక్తము. ఇవి ఒక గమ్యము కాదనియు, గమ్యమును చేరుటకు సాధనములు మాత్రమే అనియు గ్రహింపదగును.

విమానములనుండి భూ భౌతిక పద్ధతుల ప్రయోగము : భూమి ఉపరితలము నుండియే కాక హెలికాప్టర్‌లలోను, విమానములలోను ఎగురుచు కూడ పై పద్ధతుల ద్వారా ఖనిజ నిక్షేపముల ఆనుపానులు తీయవచ్చును. నూనెగనుల అన్వేషణలో మొదటి మెట్టుగా అస్సామ్, పశ్చిమ బెంగాలు, బీహారు, ఉత్తరప్రదేశ్, పంజాబు, రాజస్థాన్ రాష్ట్రములలోని పండలి నేలలు ఆకాశమునుండి అయస్కాంత పద్ధతుల ద్వారా సర్వే చేయబడినవి. భారత ప్రభుత్వపు పరమాణు శక్తిశాఖ పరమాణుశక్తి ఉత్పాదనకు సాధనభూతములైన యురేనియమ్, థోరియమ్ ధాతువుల అన్వేషణకు రాజస్థాన్, బీహారు ప్రాంతములలో రేడియో ధార్మిక సర్వేలు కొనసాగించెను.

భారత దేశములో భూ భౌతిక ప్రయోగములు : మధ్యప్రదేశ్‌లో అయస్కాంత పద్ధతుల ద్వారా మాంగనీస్ ఖనిజ నిక్షేపములు నిర్దేశింపబడినవి. విద్యుత్ పద్ధతుల మూలమున మైసూరు రాష్ట్రములోని పైరిటీస్, గ్రాఫైట్ గనుల ఉనికి కనుగొనుట జరిగినది. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో అనేక ప్రాంతములలో ముఖ్యముగా నెల్లూరు జిల్లాలోని గరిమెనపెంట ప్రాంతమున, గుంటూరు జిల్లాలోని అగ్నిగుండాల పరిసరములను, కర్నూలు జిల్లాలోని గని చుట్టు ప్రక్కలను, కొత్తగూడెము సమీపమున కల ఎల్లంబైలు ప్రాంతమునను-రాగి నిక్షేపముల అన్వేషణకై విద్యుత్ అయస్కాంత పద్ధతుల ద్వారా పరిశోధనలు సాగినవి. అగ్నిగుండాల, ఎల్లంబైలు, గని పరిసరములలో ఆశాజనకములైన సూచనలు గోచరించినవి; త్రవ్వకముల ద్వారా అవి ఇటీవల నిర్ధారణ చేయబడినవి. బీహారులోని సింగ్‌భమ్ ప్రాంతమును, రాజస్థాన్‌లోని ఖేత్రీ ప్రాంతమును రాగి నిక్షేపముల అన్వేషణకై భారత జియలాజికల్ సర్వేసంస్థ విద్యుత్, అయస్కాంత పద్ధతుల ద్వారా సర్వేచేయించెను. ఎగువ అస్సామ్‌లో బ్రహ్మపుత్ర లోయలో భూగర్భమున గుప్తములై ఉన్న చమురు గనులను అస్సామ్ ఆయిల్ కంపెనీ గురుత్వాకర్షణ, భూకంపన పద్ధతులను వినియోగించి, వెలుగులోనికి కొనిరాగలిగెను. అస్సామ్‌లోనే నహార్ కటియా, హుగ్రిజాన్, మొరాన్ ప్రాంతములలో పెద్ద పెద్ద చమురు గనులు భూ భౌతిక సర్వే మూలమున ఆవిష్కరింపబడినవి.

ఎమ్. బి. ఆర్. అర్.

ఖనిజ అన్వేషణ - భూ రాసాయనిక పద్ధతులు : చూ. భూ రాసాయనిక శాస్త్రము.

ఖనిజ నిక్షేపములు : చూ ఆర్థిక భూ శాస్త్రము-పు. 207.

ఖనిజములు : ఖనిజములను, ఒక విస్పష్ట (పరిధితో కూడిన) రాసాయనిక సంఘట్టనము, బాహ్య జ్యామితీయ రూపములలో తరుచుగా వ్యక్తీకరింపబడు విస్పష్ట (స్ఫటిక) నిర్మాణక్రమము కలిగి, ఒకటి లేదా ఎక్కువ మూలద్రవ్యములతో ప్రకృతి సిద్ధముగ ఏర్పడు ద్రవ్యములు అని నిర్వచింపవచ్చును.

ఖనిజముల ఉత్పత్తి రీతులు : ఖనిజములు నాలుగు విభిన్న రీతులలో రూపొందవచ్చును: 1. మాగ్మాల (తప్త శిలాద్రవ్యముల) స్ఫటికీకరణము; 2. (జల) ద్రావణముల స్ఫటికీకరణము; 3. ఉత్పతనము (సబ్లిమేషన్); 4. అతః పూర్వపు ఖనిజముల లేదా శిలల పునఃస్ఫటికీకరణము లేదా రూపాంతరీకరణము. ఈ నాలుగింటిలో మొదటి రెండును ప్రధానములైనవి.

మాగ్మాల స్ఫటికీకరణము: అగ్నిశిలలు [చూ-పు. 166], వాటిలో అంశీభూతములైన ఖనిజములు మాగ్మా [చూ] అనబడు తప్త శిలాద్రవ్యము ఘనీభవించిన ఫలితముగ ఏర్పడినవే. మాగ్మాయందున్న వివిధ మూలద్రవ్యములు అనుకూల పరిస్థితులు తారసిల్లినపుడు సముచిత సంయోగ నిష్పత్తులలో మేళవించి, వేరు వేరు ఖనిజములుగా తయారగుటకు తగిన స్వేచ్ఛయు, చలన శీలతయు కలిగి ఉండును. మాగ్మా యొక్క సంఘట్టనము; స్ఫటికీకరణ సమయమందలి శక్తి పరిస్థితులు (తాపక్రమము, ప్రేషము, చల్లారు రేటు); మూల ద్రవ్యముల యొక్క అయన్‌ల పరిమాణము, విద్యుత్ ఆవేశము వంటి స్వతస్సిద్ధ ధర్మములు - అను ఈ మూడు శక్తుల ప్రభావమునకు లోబడి వివిధ ఖనిజములు ఏర్పడును. అగ్నిశిలలలోని సర్వ ఖనిజములు, ఆ శిలలతో సమ్మిశ్రితములై ఉండు ఇతర ఖనిజములను (ఉదా: పైరాక్సీన్‌లు, ఆంఫిబోల్‌లు, అభ్రకములు, ఫెల్‌స్పార్‌లు వంటి సిలికేట్ ఖనిజములు; మాగ్నెటైట్, ఇల్మెనైట్ వంటి ఆక్సైడ్‌లు, పైరటీస్, పెన్‌ట్లాన్‌డైట్ వంటి సల్ఫైడ్‌లు; ఇంకను ఎన్నో ఇతర ఖనిజములు) పై విధమున ఏర్పడినవే. ఇవి అన్నియును కొంత లోతుననే ఏర్పడును.

జలద్రావణముల స్ఫటికీకరణము : ద్రావణములనుండి ఖనిజములు స్ఫటికీకరించుటకు అనేక పద్ధతులు కలవు. అందు క్రిందివి రెండును సాధారణములు: 1. విభిన్న ద్రావణముల క్రియా ప్రతిక్రియల ఫలితముగా ఒక అద్రావ్య ఖనిజము ఏర్పడి అవక్షేపింపబడుట (ఉదా: కాల్‌సైట్-కాల్సియమ్ కార్బొనేట్); 2. ద్రావకము ఇగిరిపోవుట వలన ద్రావణము అతిసంతృప్తమై దానిలోని ద్రావ్య యౌగికము నిక్షేపింపబడుట (ఉదా: ఉప్పు పాతరలు-హేలైట్ మొదలైనవి). ఈ ఖనిజములు అన్నియు భూపృష్ఠముపై సాధారణ వాతావరణ పరిస్థితులలో రూపొందును.

ఉత్పతనము : ఇది ఒక అప్రధాన పద్ధతి. ఇందు వాయువులనుండియే (ద్రవరూప రహితముగ) స్ఫటికీకరణము జరుగును - ఉదా: గంధకము.

పునః స్ఫటికీకరణము (రూపాంతరీకరణము): భూపృష్ఠముపైన గాని, కొద్దిపాటి లోతులలో గాని ఉండు ఖనిజములు, శిలలు ఒత్తిడికి లోనై క్రిందికి చాల లోతుల వరకు త్రోయబడినపుడు లేదా అవి మాగ్మా శిలలతో గాని, ద్రావణముతో గాని కలసినపుడును, అవి ఆ పరిసరముల యొక్క నూతన పరిస్థితులలో సుస్థిరముగా ఉండగల నూతన ఖనిజములుగ, శిలలుగ పునః స్ఫటికీకరించును. ఉదా: గ్రాఫైట్, సిల్లిమనైట్.

ఖనిజముల ధర్మములు : ఖనిజములకు వాటి రాసాయనిక సంఘట్టనమే మౌలిక ప్రాధాన్యము కల లక్షణము. తరువాతి ప్రధాన లక్షణము వాటి నిర్మాణక్రమము. ఖనిజముల రంగు, ప్రకాశము, గీటు, కాఠిన్యము మొదలగు భౌతిక ధర్మములు అన్నియును కొంతవరకు వాటి రాసాయనిక సంఘట్టనము మీద, కొంతవరకు వాటి నిర్మాణ క్రమము పైన ఆధారపడి ఉండును.

ఖనిజముల (స్ఫటిక) నిర్మాణము : ఖనిజముల నిర్మాణము దానిలో ఘటకములైన పరమాణువులు గాని, అయన్‌లు గాని బంధితమై ఉన్న రీతిపై ఆధారపడి ఉండుట పరిపాటి. వాటి బంధనము నిర్దిష్టమగు ఒక నమూనాను, క్రమమును అనుసరించి జరుగును. అందు మూల ద్రవ్య కణములు ఏ ఒక దిశయందైన సమాన దూరములో ఉండగా; అంతర కణముల దూరము వ్యత్యస్తముగ ఉండవచ్చును లేదా విభిన్న దిశలలో సరిసమానముగనే ఉండవచ్చును [చూ సం. 2 - పు. 503; 761].

ఖనిజములు తమ లాక్షణిక ఆకృతులను ప్రదర్శించినచో వాటిని స్ఫటికములు (స్ఫటిక ఖనిజములు) అనియు, అటుల ప్రదర్శింపని వాటిని అస్ఫాటిక (స్థూల) ఖనిజములు అనియు పేర్కొనుట పరిపాటి. ఖనిజమును ఎక్స్ (X) కిరణములతో అనుశీలించి, దాని స్ఫటికాకృతిని, నిర్మాణమునందు సౌష్ఠవముతో కూడిన విన్యాసమును లేదా ఆ రెండిటి అభావమును కనుగొనవచ్చును. ఈ స్ఫటికాకృతులను, రచనా క్రమములను అనుశీలించు శాస్త్రమునకు 'స్ఫటిక

శాస్త్రము'అని పేరు. స్ఫటికాకృతులను, విన్యాస సౌష్ఠవములను నిర్ధారించుటవలన ఆ యా ఖనిజములను-ముఖ్యముగా లాక్షణిక 'ఆకృతి' లేదా 'అభ్యాసము' కలిగి స్ఫటికీకరించు ఖనిజములను-గుర్తింపగలుగుట సులభ సాధ్యమగును.

ఆకృతి లేదా అభ్యాసము: కాల్‌సైట్, క్వార్ట్జ్, గార్నెట్ వంటి అనేక ఖనిజములు ప్రకృతిలో తరుచుగా చక్కని స్ఫటికాకృతులతోడనే లభించినను, అప్పుడప్పుడు అవి స్ఫటికరాశులుగనో, గడ్డలుగనో రూపొందవచ్చును. ఇతర ఖనిజములు కొన్నిటికి స్ఫటికాకృతి పూజ్యమయినను, వేరొక లాక్షణిక ఆకృతి లేదా అభ్యాసము అనివార్యముగ ఉండవచ్చును. ఈ ధర్మములను బట్టి ఆ ఖనిజములను తేలికగా గుర్తింపవచ్చును. అట్టి ప్రధాన అభ్యాసములలో సర్వ సాధారణములైనవి ముఖ్యములైనవి, కొన్ని దిగువ పేర్కొనబడినవి.

భారీ స్ఫటికములు లేదా స్ఫటికరాశులు : ఘనములు - ఉదా: గెలీనా, ఫ్లోరైట్, పైరిటీస్; ద్వాదశానికములు (డొడెకా హీడ్రన్‌లు) - ఉదా: గార్నెట్; షట్కోణ (హెక్సాగొనల్) స్ఫటికములు - ఉదా: క్వార్ట్జ్; సమ చతుర్భుజ (రాంబో హీడ్రల్) స్ఫటికములు - ఉదా: కాల్‌సైట్; దీర్ఘీకృత త్రికోణ (ప్రైగొనల్) పట్టకములు - ఉదా: టూర్మలీన్; దీర్ఘ ఫలకాకృతి కల స్ఫటికములు - ఉదా: హారన్ బ్లెండ్, సెలెస్టైట్; శలాకాకార (సూదుల కట్టవలె) స్ఫటికములు - ఉదా: నేట్రలైట్, సిల్మనైట్; ద్రాక్షగుత్తుల రూపము - ఉదా: హేమటైట్; స్తంభాకృతి - ఉదా: జిప్సమ్; వలయాకారపు పొరలు లేదా గీతలు కల రూపము - ఉదా: ఆగెట్, మాలకైట్; పలుచని రేకులవంటి పొరల దొంతర రూపము - ఉదా: అభ్రకము.

రంగు : ఒక ఖనిజముయొక్క భౌతిక ధర్మములలో మొట్టమొదట అవేక్షింపబడునది దాని రంగు. ఈ అవేక్షణ సులభతమమైన పనియే కాని దాని రంగును కచ్చితముగా తెలుపుట మాత్రము తరుచుగా కష్టసాధ్యము. చాలవరకు లాక్షణికమైన రంగు కల ఖనిజములు కొన్ని కలవు; ఆ ఖనిజములలో అంశీభూతములైన మూల ద్రవ్యముల వలన వాటికి ఆ యా రంగులు సంక్రమించును. ఉదా: గంధకముయొక్క పసుపు రంగు, మాలకైట్ యొక్క ఆకుపచ్చ రంగు. అజురైట్ యొక్క నీలి రంగు ఆ ఖనిజములకు లాక్షణికములు; స్వతస్సిద్ధములు. కాని, అనేక ఇతర ఖనిజములకు సాధారణముగ వాటిలో ఉన్న మలిన ద్రవ్యములను బట్టియే రంగు అలవడుచుండును. అట్టి ఖనిజములలో వాటి రంగులోను, రంగు యొక్క వ్యాపనములోను కొంత వ్యత్యాసము కనిపించును. ఉదా: వజ్రము, కురువిందము (నీలము, కెంపు), క్వార్ట్జ్.

వర్ణ ప్రదర్శనము: కొన్ని ఖనిజములకు వాటిని కొద్దిగా ప్రక్కవాటుగా త్రిప్పినను, వాటిని అవేక్షించు దిశను మార్చి చూచినను విభిన్న వర్ణములు ప్రదర్శించుట నైజము. ఉదా: ఓపాల్, లాబ్రాడోరైట్.

తళ తళ ప్రకాశము (లస్టర్): ఖనిజ తలమునుండి కాంతి పరావర్తితమగునపుడు ఆ తలము గోచరించు తీరునకు 'తళ తళ ప్రకాశము' అని పేరు. తళ తళ ప్రకాశము ధాతు తళ తళ, అధాతు తళ తళ అని రెండు రకములు. బంగారము, వెండి, రాగి వంటి ధాతువులు లాక్షణికముగ ప్రదర్శించునది ధాతు తళ తళ. లాక్షణిక ధాతు తళ తళ కల ఖనిజములకు గెలీనా, పైరిటీస్, చాల్కో పైరిటీస్ చక్కని ఉదాహరణములు.

'మెరుగు'లో కల తరగతి భేదములను బట్టి అధాతు తళ తళలలో క్రింది రకములు కొన్ని గుర్తింపబడినవి:

వజ్రతుల్యము (అడమన్ టైన్): ఇది వజ్రములో వలె చాల ఉజ్జ్వలముగా ఉండును.

కాచతుల్యము (గాజువంటిది): గాజు పగిలినచోట ఉండు మెరుగును పోలినది. ఉదా: క్వార్ట్జ్.

రెసిన్‌తుల్యము : రెసిన్ తళ తళ వంటిది. ఉదా: స్ఫాలరైట్.

జిడ్డువంటిది : నూనెపూసిన తలమువలె మబ్బుబారినది. ఉదా: సర్పెన్‌టైన్.

ధాతు, అధాతు తళ తళలకు నడుమంతరముగ ఉండు దానికి ఉపధాతు తళతళ అని పేరు. ఉదా: గ్రాఫైట్.

గీటు : గీటు అనగా చూర్ణీకృతమైన ఖనిజము యొక్క రంగు. ప్రతి ఖనిజమునకు సాధారణముగ ఇది ఒక స్వాభావిక ధర్మము. ఖనిజమును నునుపారని పింగాణీ తలముపై అరగదీసి, తరుచుగా దాని గీటును కనుగొనవచ్చును.

కాఠిన్యము : ఖనిజముపై గీయుటలో గల కష్టము తరుచుగా దాని కాఠిన్యమును సూచించును. ఇది ఒక అతిముఖ్యమైన స్వాభావిక లక్షణము; దానిని నిర్ణయించుట కూడ తేలిక. సుప్రసిద్ధ సాధారణ ఖనిజముల కాఠిన్యములను ప్రమాణముగ గ్రహించి, ఇతర ఖనిజముల కాఠిన్యములను నిర్ణయించుట పరిపాటి. మోహ్ ప్రమాణము ప్రకారము 10 ఖజనిములకు నిర్ణయింపబడిన కాఠిన్యములు దిగువ పేర్కొనబడినవి:

టాల్క్: 1 (చేతికి జిడ్డుగా తగులును, వ్రేలి గోటితో గీయవచ్చును); **జిప్సమ్: 2** (వ్రేలిగోటితో గీయ వచ్చును); **కాల్‌సైట్: 3** (వ్రేలి గోటితో గీయుట అతికష్ట సాధ్యము,

చాకుతో సులభముగా గీయవచ్చును); ఫ్లోరైట్:4 (చాకుతో సులభముగ గీయవచ్చును); అపటైట్: 5 (చాకుతో గీయబడదు, గాజు ముక్కతో గీయవచ్చును); ఫెల్డ్‌స్పార్: 6 (గాజు ముక్కతో గీయుట కష్ట సాధ్యము); క్వార్ట్జ్: 7 (ఉక్కు ఆకు రాయితో గీయవచ్చును:గాజును గీయగలదు); టోపాజ్:8 (ఉక్కుఆకురాయితో గీయలేము,గాజును సులువుగా గీయగలదు); కురువిందము: 9 (వజ్రముచే మాత్రమే కోయవచ్చును; గాజును సులువుగా కోయగలదు); వజ్రము: 10 (వేరొక వజ్రముచే మాత్రమే కోయవచ్చును).

విశిష్టగురుత్వము: ఒకవస్తువు యొక్క భారమునకు (గాలిలో) దానితో సమాన ఆయతనము కల నీటియొక్క భారమునకు మధ్య గల నిష్పత్తి ఆ వస్తువు యొక్క విశిష్ట గురుత్వము అనబడును. ఖనిజమును మొదట గాలిలోను, తరువాత అది నీట మునిగి ఉన్నప్పుడును తూచి, దాని విశిష్ట గురుత్వమును సులభముగా నిర్ణయింప వచ్చును. గాలిలో తూచినపుడు దానికి కల భారమును, నీట మునిగి ఉన్నపుడు అది కోల్పోయిన భారముచే భాగించినచో దాని విశిష్ట గురుత్వము లభించును.

రంగు, కాఠిన్యము వంటి భౌతికధర్మములు ఒకే విధముగా ఉండు రెండు ఖనిజములను వాటి విశిష్టగురుత్వములలో కల భేదమును బట్టి గుర్తింపవచ్చును.

పగులు: దెబ్బ తగిలినపుడు విస్పష్ట తలముల వెంబడి క్రమానుగుణ్యముగ చీలుట ఖనిజముల స్వాభావిక ధర్మము. దీనికి పగులు అని పేరు. ఈ పగులు సాధారణముగ ఖనిజము యొక్క స్ఫటిక ధర్మముపై ఆధారపడి ఉండును. ఖనిజము ఏ తలముల పొడవున విరుగునో, ఆ తలములు తరుచుగ స్ఫటికముల పలకలకు సమాంతరముగ ఉండవచ్చును.

ఘన పగులు అనగా ఘన తలములకు సమాంతరముగ విరుగుట అని అర్థము. గెలీనా ఘన పగులును, కాల్‌సైట్ సమచతురస్ర పగులును, అభ్రకములు పీఠ పగులును ప్రదర్శించును.

విరుగు: ఒక ఖనిజము విరిగినపుడు దాని భగ్నతలము యొక్క లక్షణమును తెలియజేయునది విరుగు. పగులు గుణములేని ఖనిజములు, అసంపూర్ణ పగులు గుణము కల ఖనిజములు విరిగినపుడు విరుగు చూపించును.

విరిగిన గాజు వక్ర లేదా ఏక కేంద్రీయ తలములను ప్రదర్శించును. దానికి వలయాకారపు విరుగు అని పేరు.

ఇతర భంగములు: 1. గరుకు పగులు—ఇది వాడి మొన లతో క్రమరహితమై ఉండును; 2. చీలిక పగులు - పగిలిన చోటు పీచువలె కనిపించును; 3. సమభంగము - పగిలిన తలము నునుపుదేరి ఉండును; 4. విషమ భంగము-పగిలిన తలము అంత నున్నగా ఉండదు.

ప్రత్యేక ధర్మములు: కొన్ని ఖనిజములు కొన్ని ప్రత్యేక ధర్మములను ప్రదర్శించును. అవి విద్యుచ్ఛక్తికి, అయస్కాంతత్వమునకు సంబంధించిన ధర్మములు.

ఉష్ణజన్య విద్యుత్ ధ్రువీకరణము (పైరో ఎలక్ట్రిసిటీ): స్ఫటికాకృతులు కలిగి, విద్యుత్ వాహకములు కాని ఖనిజములు కొన్నిటిని వేడిచేసినచో, అవి ఒకే స్ఫటికముపై వేరు వేరు భాగములవద్ద ధన, ఋణ విద్యుత్ ఆవేశములను పెంపొందించుకొనును. అట్టి ఖనిజములకు 'పైరో ఎలక్ట్రిక్' ఖనిజములు అని పేరు. సౌష్ఠవ కేంద్రములు లోపించిన తక్కువ తరగతి స్ఫటికములుగా ఏర్పడు ఖనిజములలో ఈ ధర్మము ప్రస్ఫుటముగ కనిపించును. ఉదా: టూర్మలీన్, క్వార్ట్జ్.

ప్రేష విద్యుత్ (పీజో ఎలక్ట్రిసిటీ): కొన్ని ఖనిజములను ప్రేషమునకు గాని, తన్యతకు గాని గురిచేసినచో, అవి పైన చెప్పిన విధమున ధన, ఋణ విద్యుత్ ఆవేశములను పెంపొందించుకొనును. ఈ ధర్మమునకు ప్రేష విద్యుత్తు అని పేరు. ఉదా: టూర్మలీన్, క్వార్ట్జ్.

అయస్కాంతత్వము: కొద్ది ఖనిజములు వాటి సహజ స్థితిలో - అయస్కాంతముచే గాఢముగ ఆకర్షింపబడును. వాటికి 'అయస్కాంత ఖనిజములు' అని పేరు. ఉదా:మాగ్నటైట్.

మరికొన్ని ఖనిజములు బలమైన అయస్కాంత క్షేత్రముచే ఆకర్షింపబడుటయో, అపకర్షింపబడుటయో ప్రదర్శించును. ఆకర్షింపబడునవి ఆసన్న అయస్కాంత (పారామాగ్నటిక్) ఖనిజములు అనియు, అపకర్షింపబడునవి వ్యతిరేక అయస్కాంత(డయా మాగ్నటిక్)ఖనిజములు అనియు పేర్కొనబడును. ఆసన్న అయస్కాంత ఖనిజముల రాసాయనిక సంఘట్టనములో కొంత ఇనుము తప్పనిసరిగా చేరి ఉండును. ఆ ఖనిజములను (ఉదా: ఇల్మెనైట్, క్రోమైట్, ఇనుము మొ॥) ఆర్థిక ప్రయోజనములకు ఉపయోగించునపుడు సమ్మిళిత స్థితిలో ఉండువాటిని విద్యుత్ అయస్కాంత పద్ధతుల ద్వారా వేరుపరచుటకు, సాంద్రీకరించుటకు వాటి ఆకర్షణ తీవ్రతలోని వ్యత్యాసములు చాల ఉపకరించును.

చాక్షుష ధర్మములు: ఖనిజములు భౌతిక శోధనల ప్రయోగము సాధ్యపడనంత అతి సూక్ష్మకణముల రూపమున ఉన్నపుడు లేదా భౌతిక శోధనలవలన వాటిని ఇదమిత్థముగ నిర్ణయించుటకు చాలినంతగా వివరములు లభింపక పోయినపుడును, వాటిని పలుచని పేలికలుగా కోసి, పెట్రోలాజికల్ సూక్ష్మదర్శిని క్రింద వాటి చాక్షుష

ధర్మములను అవేక్షింతురు. పెక్కు శిలాఖనిజములు సూక్ష్మ దర్శని క్రింద పారదర్శకములుగ గోచరించుటయేకాక, వర్ణము, బహువర్ణత (అనగా విభిన్న దిశలనుండి అవేక్షించి నపుడు విభిన్న వర్ణములతో కనిపించుట), వక్రీభవన సూచి, ద్వి వక్రీభవనము వంటి లాక్షణిక చాక్షుష ధర్మములను కూడ ప్రదర్శించును. ఈ ధర్మములను నిర్ణయించుట కూడ చాల వరకు సులభమే. అవి ఖనిజములను గుర్తుపట్టుటకు కూడ సహాయకారులు కాగలవు. విరళచ్ఛేదములలో సైతము పారదర్శకములుగ కనిపించని ధాతు ఖనిజముల వంటి కొన్ని ఖనిజముల విషయమున చిన్న చిన్న గడ్డలను మెరుగుపెట్టి, పరావర్తిత కాంతిలో ముడి 'ఖనిజ సూక్ష్మదర్శని' తో అవేక్షింతురు; అట్టి ముడి ఖనిజములు కూడ వర్ణము, పరావర్తన బహువర్ణత, విభిన్న దశలలో విభిన్న ధర్మములను చూపుట వంటి లాక్షణిక చాక్షుష ధర్మములను ప్రదర్శింపగలవు. ఈ ధర్మములు తరుచుగా ఆ ఖనిజముల నిదానమునకు ఉపకరింపగలవు.

రాసాయనిక సంఘట్టనము : సాధారణముగ ఖనిజముల భౌతిక, చాక్షుషధర్మములను సులభతరముగ, శీఘ్రతరముగ నిర్ధరింపగలుగుట వాస్తవమే అయినను, రాసాయనిక, నిర్మాణ విశ్లేషణతో నిమిత్తములేకుండ, కేవలము ఆ ధర్మముల సహాయముననే ఇదమిత్థముగ ఖనిజములను గుర్తించుట సర్వదా సాధ్యపడకపోవచ్చును. ప్రామాణిక రాసాయనిక విశ్లేషణ ప్రక్రియలను అనుసరించి, ఖనిజములను విశ్లేషించి, వాటి రాసాయనిక సంఘట్టనమును కచ్చితముగా తేల్చుకొనవచ్చును. అయితే, ఆ ప్రక్రియలు తరుచుగా సుదీర్ఘములై విసుగు జనింపజేయును. రాసాయనిక సంఘట్టనమును కచ్చితముగ నిర్ణయించుట సాధ్యమే అయినను, ఒక ఖనిజము యొక్క స్వభావమును నిర్ధరించుటకు, దాని సంఘట్టమునకు,నిర్మాణ క్రమమునకు గల సాపేక్షత పరిశీలించుట ఆవశ్యకము [చూ. భూరాసాయనిక శాస్త్రము].

అప్పుడప్పుడు ఒకే రాసాయనిక ద్రవ్యములు విభిన్న పరిస్థితులలో రెండు లేదా ఎక్కువ విభిన్న స్ఫటిక నిర్మాణములుగ (అందువలన విభిన్న ఖనిజములుగ) ఏర్పడుట సంభవించును. ఈ విభిన్న ఖనిజములు సర్వ సమ రాసాయనిక సంఘట్టము కలవి కావచ్చును. కాని, వాటి నిర్మాణ క్రమములు మాత్రమే వేరు వేరుగ ఉండవచ్చును. ఉదా: రాసాయనిక సంఘట్టనమును బట్టి కాల్సైట్,ఆరగొనైట్ అను రెండు ఖనిజములు కాల్సియమ్ కార్బొనేట్లు. కాని, వాటి భౌతిక నిర్మాణ ధర్మములలో సాదృశ్యము పూజ్యము. ఈ సంఘటనకు ద్విరూపత (డైమార్ఫిజమ్) లేదా బహురూపత (పోలిమార్ఫిజమ్) అని పేరు. ఇటులనే రాసాయనికముగ విభిన్నములైన రెండు ద్రవ్యములు సర్వసమనిర్మాణములు కల ద్రవ్యములుగ ఏర్పడవచ్చును. అనగా సర్వసమనిర్మాణ క్రమములు కల కొన్ని ఖనిజముల రాసాయనిక సంఘట్టనములు వేరు వేరై ఉండుట కలదు. ఉదా: కాల్సైట్, సైడరైట్ అను రెండు ఖనిజములు సర్వసమనిర్మాణక్రమము కలవి. కాని, వాటి రాసాయనిక సంఘట్టనములలో తారతమ్యము కనిపించును. ఈ సంఘటనకు సమరూపత (ఐసోమార్ఫిజమ్) అని పేరు. పైన చెప్పిన రెండు భూతార్థముల దృష్ట్యా సంఘట్టనమును, నిర్మాణక్రమమును సంయుక్తముగను, పరస్పర సాపేక్షముగను పరిగణించుట ఆవశ్యకము.

ఇంతేకాక, సమరూపతా సంఘటనలో ఒక ఖనిజము యొక్క నిర్మాణమున అంశీభూతములైన మూల ద్రవ్యములలో ఒకటి మరి ఒక మూలద్రవ్యముచే ప్రతిస్థాపితము చేయబడవచ్చును; దానివలన ఖనిజము యొక్క రాసాయనిక సంఘట్టనము కొద్దిగనో, హెచ్చుగనో మార్పు చెందినను, నిర్మాణక్రమము మాత్రము యథాతథముగనే నిలుచును. నిజమునకు ఈ ప్రతిస్థాపన సంఘటన ప్రకృతిలో మిక్కిలి తరుచుగాను, అతివిస్తృతముగాను జరుగుచుండుట వలన దానిని ఒక మినహాయింపుగా కాక, సాధారణ నియమమనియే పరిగణింపవచ్చును. ఉదా: డోలమైట్ ఖనిజములో కాల్సియమ్‌కు బదులుగ మగ్నీషియమ్ ప్రతిస్థాపితమగుట ($CaMgCO_3$); ఆలివీన్ ఖనిజములో మగ్నీషియమ్ స్థానమున ఇనుము ప్రతిస్థాపితమగుట. ఇట్టి ప్రతిస్థాపనములు ఘనద్రావణములు అని పేర్కొనబడును. ఇవి సరళ లేదా సంకీర్ణ ఖనిజములలోను, బంగారము వంటి ఏకమూల ద్రవ్య ఖనిజములలోను సైతము సంభవింపవచ్చును. అయితే, ప్రతిస్థాపక - ప్రతిస్థాపిత మూలద్రవ్యములకు వాటి అయన్‌ల పరిమాణములోను, విద్యుత్ ఆవేశములోను, పరిసర అణువులతో కలయు సామర్థ్యములోను కొంత సర్వసమత ఉన్నపుడే ఈ ప్రక్రియ సాధ్యపడును.

అ. న.

ఖనిజములు - వర్గీకరణము : ఖనిజములను వాటి రాసాయనిక సంఘట్టనమును బట్టి కాని, వాటి స్ఫటిక నిర్మాణమును బట్టి కాని స్థూలముగ వర్గీకరించవచ్చును. నిర్మాణక్రమమును అనుసరించిన వర్గీకరణము సహేతుకమైనది అనుట నిస్సంశయము. అయితే, అనేక ఖనిజముల నిర్మాణక్రమము ఇప్పటికిని ఇదమిత్థముగ నిర్ణయింపబడలేదు. అందువలన, నిర్మాణక్రమము చాలవరకు చక్కగా నిర్ధరింపబడిన సిలికేట్‌ల విషయమున మినహా, ఇతర ఖనిజముల విషయమున ఆ పద్ధతి అంతగా అనుసరింపబడుటలేదు.

రాసాయనిక సంఘటనముపై ఆధారపడిన వర్గీకరణము నందు ఖనిజములు వాటిలో కల ప్రబల ధాతు మూల ద్రవ్యమును బట్టి వర్గీకరింపబడును - ఉదా: ఇనుము ఖనిజములు, రాగి ఖనిజములు, జింకు ఖనిజములు.... లేదా వాటి ఆమ్లగణముల ప్రాతిపదికపై వర్గీకరింపబడును; ఉదా: ఆక్సైడ్‌లు, సల్ఫైడ్‌లు, కార్బొనేట్‌లు. అయితే, ఆమ్లగణములలో నిర్మాణము, సమరూపత అను అంశములపై ఆధారపడిన ఉపవర్గములు కూడ కొన్ని కలవు. ప్రబల ధాతు మూల ద్రవ్యమును అనుసరించిన వర్గీకరణము ఖనిజముల సాహచర్యము, ఉత్పత్తిక్రమము మొదలగు గణనీయాంశములను సరకు గొనదు. కావున, దానికి విస్తృత వినియోగము లేదు. ఆమ్లగణములను అనుసరించు వర్గీకరణము ఎక్కువ శాస్త్రీయమైనది. కావున, అనేకులచే ఆమోదితమై అవలంబింపబడుచున్నది.

పై వర్గీకరణములోని ప్రధాన తమ ఖనిజ వర్గములు: 1. సహజ మూలద్రవ్యములు; 2. సల్ఫైడ్‌లు; 3. ఆక్సైడ్‌లు; 4. హేలైడ్‌లు; 5. కార్బొనేట్‌లు; 6 సల్ఫేట్‌లు; 7. ఫాస్ఫేట్‌లు; 8. సిలికేట్‌లు.

సహజ మూలద్రవ్యములు: ఇవి ఇతర మూలద్రవ్యములతో సంయోగింపక, ప్రకృతిలో విడిగా దొరకు మూల ద్రవ్యములని వాటి పేరే సూచించుచున్నది. అయితే, ఇవి ప్రకృతిలో అరుదుగా మాత్రమే లభించును. ఉదా: వజ్రము, గ్రాఫైట్, గంధకము (అధాతువులు); బంగారము, ప్లాటినమ్, రాగి (ధాతువులు). వీటిలో విలక్షణములైన వాటిని గూర్చి వివరములు దిగువ పొందుపరచడమయినది.

వజ్రములు: ఇవి చిన్న చిన్న స్ఫటికముల రూపమున దొరుకును; వీటిలో పారదర్శకములు (వెలుతురును చొరనిచ్చునవి), అపారదర్శకములు (వెలుతురును చొరనియ్యనవి) అను రెండు రకములు కలవు. పారదర్శక వజ్రము అమూల్య రత్నముగ ఉపయోగపడును. నల్లని అపారదర్శక వజ్రము అపఘర్షకముగ [చూ]. కోత పని ముట్టుగ ఉపకరించును. వజ్రము కాఠిన్యమునకు పెట్టిన పేరు (కాఠిన్యము 10). కోసి, పలకలు తీర్చి, సానబట్టి, మెరుగు పెట్టినచో దానికి అసాధారణమైన దీప్తి, తళ తళ ఉద్భవించును. x—కిరణములు కూడ వజ్రము గుండ ప్రసరించును. రేడియమ్ వికిరణమునకు గురిచేసినచో వజ్రము వర్ణపరివర్తనముతో ప్రజ్వరిల్లును. కడపటి రెండు ధర్మములు నకిలీ వజ్రములకు ఉండవు. కాబట్టి, ఈ ధర్మములు రెండును అసలు వజ్రములను సులభముగా గుర్తించుటకు ఉపయోగపడును.

ప్రపంచ ప్రసిద్ధికెక్కిన వజ్రపు గనులు ఆఫ్రికా ఖండము (కింబర్లీ)న బ్రెజిల్‌లోను, భారతదేశము (ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని వజ్రకరూరు, పరిటాలవద్ద, మధ్య ప్రదేశ్‌లోని పన్నా వద్ద)లోను ఉన్నవి. వజ్రము భారతదేశమున క్రీ పూ. 800 ప్రాంతమున తొలిసారిగ వెలుగులోనికి వచ్చెనని తెలియుచున్నది. భారతదేశము ప్రాచీన కాలమునుండి వజ్రముల ఉత్పత్తి వినియోగములకు ప్రసిద్ధి కనినది. ప్రపంచ వైచిత్ర్యములలో ఒకటియై, జగత్ప్రఖ్యాతికెక్కిన 'కోహినూర్' వజ్రమునకు, మరికొన్ని వజ్రములకు పుట్టినిల్లు భారతదేశమే అని ప్రసిద్ధి.

గ్రాఫైట్: ఇది స్ఫాటిక, అస్ఫాటిక రూపములు రెండిటిలోను దొరకును; నల్లగా ఉండును; చేతికి మెత్తగా, జిడ్డుగా తగులును. దీనికి ధాతు తళతళ కలదు. దీనిని కాగితము మీద గీచిన నల్లని గుర్తులు ఏర్పడును. పెన్సిలు, మూస, విద్యుత్ అగ్రములు తయారుచేయుటకు; కందెనగను గ్రాఫైట్ పనికివచ్చును.

గ్రాఫైట్ సాధారణముగ రూపాంతర శిలలలో చిన్న కటకాకారపు పొరలు గను, జాడలు గను ఉండును. ప్రపంచ ప్రఖ్యాతికన్న గ్రాఫైట్ నిక్షేపములు సిలోన్‌లో కలవు. భారతదేశపు తూర్పు కోస్తాలో తూర్పు కనుమలలో కూడ గ్రాఫైట్ నిక్షేపములు ఉన్నవి.

బంగారము: నిగ నిగ లాడు పసుపుపచ్చని రంగు, ఉన్నతమైన విశిష్ట గురుత్వము (19·3) కల అమూల్య ధాతువు. మేలిమి బంగారము మెత్తగను, సుత్తితో సాగగొట్టుటకు వీలుగను ఉండును. ఆమ్లములు, క్షారములు దీనికి ఎట్టి చెరుపు చేయజాలవు. బంగారము ఆక్వారెజియా ద్రావణములో కరగును; పాదరసముతో మేళవించి ధాతు మిశ్రముగా తయారగును. అంతర్జాతీయ ద్రవ్య వినిమయమునందు ప్రమాణ మూల్యముగను, ఆభరణములను తయారు చేయుటకును ఉపకరించుట బంగారము యొక్క అతి ప్రధాన వినియోగము. ఆభరణములను తయారు చేయుటకు ముందు రాగిని గాని, వెండిని గాని బంగారమునకు కలుపుదురు. అందువలన దానికి గట్టితనము అలవడును. అట్టి ఆభరణముల యొక్క బంగారపు పాలును కేరట్‌లలో తెలియపరతురు. ఉదా: 14 కేరట్ల బంగారము అనగా 24 వంతులలో 14 వంతులు మేలిమి బంగారము, 10 వంతులు ఇతర ధాతువులు కల బంగారపు ధాతు మిశ్రము అని అర్థము. కాసు బంగారము (22 కేరట్లు)న మేలిమి 22 వంతులును, 2. వంతులు ఇతర ధాతువులును కలిసి ఉండును. 24 కేరట్ల బంగారము కల్తీలేని మేలిమి బంగారము [చూ. బంగారము].

ఆఫ్రికా, ఆస్ట్రేలియా ఖండములందు, కెనడా, యునైటెడ్ స్టేట్స్, సోవియట్ రష్యా దేశములలోను ప్రపంచములోని బృహత్తమ బంగారు నిక్షేపములు కలవు. భారతదేశమున మైసూరు రాష్ట్రములోని కోలారు, హట్టి గనులలోను; ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని అనంతపురము, చిత్తూరు జిల్లాలలోను బంగారము దొరకుచున్నది.

సల్ఫైడ్‌లు : సమృద్ధిలో కాకపోయినను, రకముల వైవిధ్యములో సిలికేట్‌ల తరువాత చెప్పదగినవి సల్ఫైడ్‌లు. ఇవి ధాతువులు గంధకముతో సంయోగించుటవలన ఏర్పడును. సాధారణముగ ఇవి సరళ యౌగికములు. కాని, తరచుగా సంకీర్ణ సల్ఫైడ్‌లు కూడ ఏర్పడుట కద్దు. ఈ వర్గమునకు విలక్షణములైన కొన్ని ప్రధాన సల్ఫైడ్‌లు దిగువ వివరింపడినవి.

గెలీనా (లెడ్ సల్ఫైడ్ PbS): ఇది బూడిద రంగు, ధాతు తళ తళ, ఉన్నత విశిష్ట గురుత్వము (7.5) కల యౌగికము; సరళ ఘన పద్ధతిలో స్ఫటికీకరించును. కాగితముపై దీనిని గీచిన నల్లని గీటు ఏర్పడును. గెలీనా జలతాపక (హైడ్రో తెర్మల్) నిక్షేపములలో లభించును; సీసమును సాధించుటకు ప్రధాన ముడి ఖనిజముగ ఉపకరించును. ఇది తప్పనిసరిగా జింకు ముడి ఖనిజములతో సమ్మిళితమై ఉండును; దీనిలోని మలిన ద్రవ్యములలో తరుచుగా వెండి ఖనిజములు కూడ చేరి ఉండుట పరిపాటి.

స్ఫాలెరైట్ (జింకు సల్ఫైడ్, ZnS): ఇది లేత పసుపు పచ్చని రంగుతో కూడిన ఇటుక రంగు లేదా బూడిద రంగు కల యౌగికము; రెసినస్ ప్రకాశము, అప్పుడప్పుడు కొంచెము ధాతు ప్రకాశము కలిగి ఉండును. ఇది ఒక ప్రధాన జింకు ఖనిజము; గెలీనాతో సన్నిహితముగ సమ్మిళితమై ఉండును.

ప్రపంచ విఖ్యాతములైన జింకు, సీస నిక్షేపములు : 1. ఆస్ట్రేలియాలోని బ్రోకెన్-హిల్ నిక్షేపములు; 2. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని ట్రైస్టేట్ నిక్షేపములు; 3. వాయవ్య ఆఫ్రికా (అల్జీరియా, టూనీషియా) నిక్షేపములు; 4. బర్మా నిక్షేపములు. భారత దేశమున జింకు, సీస నిక్షేపములు రాజస్థాన్‌లో జవార్ వద్ద ఉన్నవి.

పైరిటీస్ (ఐరన్ సల్ఫైడ్-FeS_2): ఇదియే చాల తరుచుగా దొరకు సల్ఫైడ్ ఖనిజము. సాధారణముగ ఇది పసుపుపచ్చని సూక్ష్మ ఘన స్ఫటికముల రూపమున నే గాక, పెద్ద గడ్డల రూపములలో కూడ ఉండును. రంగులోను, కాంతిలోను ఇది బంగారమును సన్నిహితముగ పోలి ఉండును. అయితే, దాని పెళుసుతనము వలన, నల్లని గీటు వలన (బంగారపు గీటు పసుపుపచ్చనిది), అల్పతర విశిష్ట గురుత్వమువలన దానిని సులువుగ గుర్తింప వచ్చును. పరిశ్రమలలో పైరిటీస్ తరుచుగా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ [చూ.] ఉత్పత్తియందే అత్యధికముగ వాడబడును; ఇనుమును సాధించుటకు ఉపయోగింపబడదు. పైరిటీస్‌నుండి సాధించుటకంటె ఇనుమును హేమటైట్ (ఐరన్ ఆక్సైడ్) నుండి సాధించుట సులభతరము. ప్రపంచములో కెల్ల పెద్దవగు పైరిటీస్ నిక్షేపములు యూరప్‌లోని స్పెయిన్, పోర్చుగల్ దేశములందు ఉన్నవి.

చాల్కోపైరిటీస్ (రాగి, ఇనుము ధాతువుల యుగళ సల్ఫైడ్-$CuFeS_2$): ఇది ఇత్తడి వంటి పసుపుపచ్చని రంగు, ధాతు తళతళ కల ఖనిజము. ఇది పైరిటీస్‌ని చాల సన్నిహితముగ పోలి ఉండును. అయితే, దానికన్న ఇది ఎక్కువ మెత్తనిది, ముదర రంగు కలది. ఇది లేత ఆకుపచ్చ రంగు కలిసిన నల్లని గీటునిచ్చును. ఇదియొక ప్రధాన రాగి ఖనిజము; ప్రపంచమున పలుప్రాంతములలో జలతాపక నిక్షేపములలో లభించును. భారతదేశమున బీహారు (సింగ్‌భమ్), రాజస్థాన్ (ఖేత్రి, డారిబో), ఆంధ్రప్రదేశ్ (అగ్నిగుండాల, గరిమని పెంట, మైలారము), మైసూరు (చితల్ దుర్గ జిల్లా) రాష్ట్రములలో రాగి నిక్షేపములు కలవు.

ఆక్సైడ్‌లు : ఇవి సిలికేట్‌ల తరువాత ప్రకృతిలో సమృద్ధిగా విస్తరించి ఉండు యౌగికములు; ధాతువులు అక్సిజన్‌తో సంయోగించిన ఫలితముగా ఏర్పడును.

క్వార్ట్జ్ (సిలికన్ డై ఆక్సైడ్-SiO_2): ఇది శిలావరణములో సర్వేసర్వత్ర కనిపించు సాధారణ తమ ఖనిజము; అనేక అగ్ని, పంక, రూపాంతర శిలలలోని అతి ప్రధాన ఘటకము; ఆ శిలలలో తరచు ప్రత్యేక ఈనెల రూపమున ఇది ఉండును.

క్వార్ట్జ్ షట్కోణపు పలకలు కల పట్టకముల రూపమున స్ఫటికీకరించును. స్ఫటికములు పారదర్శకములై, వర్ణరహితముగ గాని, తెల్లగ గాని ఉండును. గాజువలె మెరయుట, వర్తులాకారపు (కాంగ్‌కాయిడల్) పగులు, అధిక కాఠిన్యము(7), అల్ప విశిష్టగురుత్వము(2·6) దాని లాక్షణిక ధర్మములు. విశిష్టములైన క్వార్ట్జ్ స్ఫటికముల పలకలపై అడ్డముగ సాగనైన సూక్ష్మరేఖలు గోచరించును. పారదర్శకత, వర్ణము కల క్వార్ట్జ్ స్ఫటికములు పుష్యరాగములుగ ఉపకరించును; రంగులేనివి అనేక చాక్షుష, సునిశిత పరికరములలో కటకములుగ, శంకులుగ, విద్యుత్ ఉపకరణములుగ, వర్ణమాల దర్శకములో పట్టకములుగ పనికి వచ్చును.

సిలికన్ డై ఆక్సైడ్ శీతల జలద్రావణముల నుండి అప్పుడప్పుడు అస్పష్ట స్ఫటికముల రూపమున గాని, అస్ఫాటి

కపు ముద్దలుగా గాని అవక్షేపింపబడి, అగిట్, ఓపాల్, ఛాల్సిడోనీ వంటి యౌగికములుగ ఏర్పడవచ్చును.

లేత బూడిదరంగు లేదా తెలుపురంగు కలిగి అగిట్ అర్ధపారదర్శకముగా గాని, అపారదర్శకముగా గాని ఉండును. విలక్షణములైన సూక్ష్మ వలయములవంటి గీతల వలన అగిట్‌ను సులభముగా పోల్చవచ్చును.

ఓపాల్ కొద్దిగా తెలుపు లేదా మీగడరంగు కల ఖనిజము. హరివిల్లువలె రంగులను ప్రదర్శించుట దాని వైలక్షణ్యము.

అగిట్, ఓపాల్ రెండును తరుచుగా జాతి తక్కువ రత్నములుగ ఉపయోగపడును. అగిట్ సునిశిత త్రాసు లందును, కల్వములు, కొన్ని పారిశ్రామిక, శాస్త్రీయ పరికరములు తయారుచేయుటకును పనికివచ్చును.

హేమటైట్ (ఐరన్ ఆక్సైడ్ - Fe_2O_3): ఇది ఇటుక, బూడిదరంగులకు మధ్యన ఉండు రంగు, ధాతు తళతళ కల ఖనిజము. దీనిని గుర్తించుట తేలిక. ఇది ఇనుమునకు ప్రధానతమమైన ముడిఖనిజము; ప్రపంచమున పెక్కుచోట్ల దొరకును. సాధారణముగ ద్రాక్షాగుచ్ఛముల రూపమున ఉండుట దాని స్వభావము.

మాగ్నటైట్ (ఐరన్ ఆక్సైడ్, Fe_3O_4) ఇదియును ఒక ప్రధాన ఇనుప ముడిఖనిజము. దాని నలుపురంగు, నలుపు గీటు, గాఢ అయస్కాంత ధర్మములనుబట్టి మాగ్నటైట్‌ను ఇతర ఖనిజముల నుండి తేలికగ గుర్తింపవచ్చును. ఇది అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపబడును; తరుచు తాను కూడ ఒక సూదంటురాయివలె మేకులను, సూదులను ఆకర్షించును. స్వీడెన్‌లోని కిరూనా నిక్షేపములు, సోవియట్ రష్యాలోని ఊరల్ పర్వతములలోని నిక్షేపములు ప్రపంచ ప్రసిద్ధికల మాగ్నటైట్ నిక్షేపములు.

ఇల్మెనైట్ (ఇనుము టైటానియమ్ ధాతువుల జంట ఆక్సైడ్ FeO TiO_2): ఇది లేత బూడిద రంగుతో కలిసిన నలుపురంగు, నలుపు గీటు, ధాతు తళతళ, దుర్బలమైన అయస్కాంత శక్తి కల ఖనిజము; తరుచుగా మాగ్నటైట్‌తో సమ్మిశ్రితమై ఉండును. త్రుప్పు పట్టని ఉక్కు (స్టెయిన్‌లెస్ స్టీల్) తయారీకి అవసరమగు టైటానియమ్ ధాతువునకు ఇది ఒక ప్రధాన ఖనిజము; చూర్ణీభవనమును నిరోధింపగల శక్తికలది అగుటచే తరుచుగా ప్లాస్టర్ నిక్షేపములలో సాంద్రీకరింపబడి ఉండును; వర్ణద్రవ్యములు, పూతరంగులు తయారుచేయుటకు ఉపకరించును. భారతదేశములో పశ్చిమతీరమున కేరళరాష్ట్రములోని తిరువనంతపురము వద్ద సముద్రతీరపు ఇసుకలలో ఇల్మెనైట్ విరివిగ లభించుచున్నది.

క్రోమైట్ (ఇనుము క్రోమియమ్ ధాతువుల జంట ఆక్సైడ్ $FeCr_2O_3$): నల్లని లేదా లేత బూడిదరంగు కలిసిన నల్లని రంగు, అధాతు తళతళ, మధ్యమ విశిష్టగురుత్వము (4·1-4·9) కల ఖనిజము. క్రోమియమ్ ధాతుసాధనకు ఇదియే ప్రధానతమమైన ముడిఖనిజము. ఇది తరుచుగా అతిక్షారక ప్లూటానిక్ అగ్ని శిలలతో సమ్మిశ్రితమై ఉండును. భారతదేశమున ఆంధ్ర (కొండపల్లి), ఒరిస్సా, బీహారు, మైసూరు రాష్ట్రములలో క్రోమైట్‌లు స్వల్పరాశులలో కలవు.

హెలైడ్‌లు: ఇవి ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్, బ్రోమీన్, అయిడీన్, అను హేలోజెన్‌ల ధాతువులతో సంయోగించుట వలన ఏర్పడినవి.

హెలైట్‌లు: (సోడియమ్ క్లోరైడ్ Na Cl): ఇది హేలైడ్ వర్గములో విస్తృత వ్యాప్తి చెంది ఉండు ఖనిజము; వర్ణరహితముగనో, తెలుపుగనో ఉండును; అల్ప కాఠిన్యము (2), అల్ప విశిష్టగురుత్వము (2·2) కలది; నీటిలో అవలీలగా కరగి, ఉప్పురుచిని ఇచ్చును. ఇది ఆహార పదార్థములలోను, రాసాయనిక పరిశ్రమలలోను రాతి ఉప్పుగను ఉపయోగింపబడును. దీని భారీ నిక్షేపములు సోవియట్ రష్యా (ఊరల్ పర్వతములు), జర్మనీ (స్ట్రాస్‌ఫర్ట్), పాకిస్తాన్ (పశ్చిమపంజాబు) దేశములలో కలవు.

ఫ్లోరైట్ (కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్-Ca F_2): ఇది సరళ ఘన పద్ధతిలో ఘనముల క్రింద స్ఫటికీకరించును; వర్ణరహితము లేదా లేత పసుపుపచ్చ, ఆకుపచ్చ, నీలి ఎరుపు, ఊదా, నీలిరంగుఛాయ కలిగి ఉండును; పారదర్శకము లేదా అర్ధపారదర్శకము; గాజువలె మెరయును. దీని కాఠిన్యము (4). విశిష్ట గురుత్వము (3. 1). ఇది యొక స్ఫోరక ఖనిజము; అనగా చీకటిలో అతి నీలలోహిత కిరణములకు గాని, వేడికి గాని గురిచేసినచో ప్రకాశించును. ఫ్లోరైట్ ఇనుము ధాతుసాధనలో ఫ్లక్స్‌గా వాడబడును. భారతదేశమున గుజరాత్ (అంబాడోగ్రా), మధ్యప్రదేశ్ రాష్ట్రములలో ప్రయోజనకరములైన ఫ్లోరైట్ నిక్షేపములు కలవు.

కార్బొనేట్‌లు: ఇవి కార్బానిక్ ఆసిడ్ లవణములు; సాధారణముగ ఉష్ణ లేదా శీతల జలద్రావణముల నుండి అవక్షేపింపబడును.

కాల్‌సైట్ (కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ $CaCO_3$): ఇది సర్వసాధారణమైన కార్బొనేట్; వర్ణరహితముగ లేదా అప్పుడప్పుడు తెల్లగ, తేనె పసుపు పచ్చరంగుగ, ఊదా రంగుగ, లేత నీలిరంగుగ కూడ ఉండవచ్చును. కాల్‌సైట్

పారదర్శకము, అర్ధపారదర్శకము లేదా అపారదర్శకము కూడ కావచ్చును. అమ్లములతో కలిసినపుడు అది బుస్సుమని పొంగును. ఇది త్రిభుజ పద్ధతిలో స్ఫటికీకరించును, సమగ్రమైన సమచతురస్రపు (రాంభో హెడ్రల్) పగులు గలిగి ఉండును. అరగొనైట్ (కాల్సియమ్ కార్బొనేట్, $Ca\ CO_3$): సైడరైట్ (ఐరన్ కార్బొనేట్) ఖనిజములు కూడ లాక్షణికములైన కార్బొనేట్‌లు.

సల్ఫేట్‌లు : ఇవి తరుచుగా జలద్రావణములనుండి అవక్షేపణము ద్వారా ఏర్పడును.

జిప్సమ్(సోదక కాల్సియమ్ సల్ఫేట్ -$Ca\ SO_4\ 2H_2\ O$): ఇది ప్రకృతిలో ఉప్పునీళ్లు ఇగిరిపోయినపుడు ఏర్పడును. వర్ణరహితముగనో, ఊదా, లేతనీలి రంగులలో ఒక రంగు కలిగియో ఉండవచ్చును. జిప్సమ్ కాఠిన్యము చాల తక్కువ (2), విశిష్టగురుత్వము 2. 3. ఇది సిమెంటు, కృత్రిమ ఎరువుల పరిశ్రమలలోను, కొన్ని రాసాయనిక పరిశ్రమలలోను ఉపయుక్తమగును.

పెరైటీస్(బేరియమ్ సల్ఫేట్ -$Ba\ SO_4$): ఇది పూతరంగు (పెయింటింగు)ల పరిశ్రమకు ఆవశ్యక ఖనిజము. పెట్రోలియమ్ అన్వేషణలో బురద నేలలలో తొలపడములు సాగించుటకు, కొన్ని రాసాయనిక పరిశ్రమలకు కూడ ఇది అవసరమగును. పెరైటీస్, దాని ఉన్నత విశిష్టగురుత్వము (4-5) వలన భారస్ఫటిక మృత్తిక (హెవీస్పార్) అని కూడ పిలువబడును. అల్పకాఠిన్యము, అర్ధపారదర్శకత కలిగి, ఇది సాధారణముగ తెల్లగ ఉండును. అయితే, మలిన ద్రవ్యముల ఉనికి మూలమున క్వాచిత్కముగ ఇటుక, గులాబీ, బంగారు రంగులలో ఏదో ఒక రంగు కలిగి కూడ ఉండవచ్చును. కాల్‌సైట్ వలె ఇది అమ్లసంపర్కమున బుస్సుమని పొంగదు; దీని పగుళ్లు కూడ కాల్‌సైట్ పగుళ్ళవలె వలయాకారమున గాక, పరస్పర లంబములై ఉండును. ఈ రెండు గుణభేదములను బట్టి కాల్‌సైట్ నుండి పెరైటీస్‌ను తేలికగా గుర్తింపవచ్చును. విశిష్టగురుత్వ తారతమ్యమును, కాఠిన్యములో గల భేదమును బట్టి దానిని జిప్సమ్‌నుండి కూడ గుర్తించుట సులభమే.

ఫాస్ఫేట్‌లు : ఈ ఖనిజ వర్గమునకు లాక్షణిక ప్రతినిధి అపటైట్ (కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్). ఇది అనేక అగ్నిశిలలలోను, పంకశిలలలోను ఉపాంగ ఖనిజముగ ఉండును. అయితే, ఇది ఆర్థికముగ ప్రయోజనకారి కాగలుగునంత సమృద్ధిగా సాంద్రీకరింపబడి ఉండుట అరుదు. ఎరువుల పరిశ్రమకు ఇది ఒక విలువైన ముడిఖనిజము. భాస్వరమును తయారుచేయుటకు కూడ ఇదియే ముడివస్తువు [చూ. ఎరువులు-పు. 261].

సిలికేట్‌లు : శిలా నిర్మాణ ఖనిజములలో సిలికేట్‌లు ప్రధానములైనవి. సిలికేట్‌లలో సిలికన్, ఆక్సిజన్ మూలద్రవ్యముల మధ్య గల సంబంధము ఒక యౌగికపరంపర ఉత్పన్నమగుటకు హేతువగుచున్నది. సిలికన్ పరమాణువు ఆక్సిజన్ పరమాణువులను క్రాంతికరముగా పంచుకొనుటచే ఆ యౌగికములు ఉత్పన్నములగుచున్నవి.

సాధారణముగ ఒక్కొక్క సిలికన్ పరమాణువు చతుస్తలక (టెట్రాహెడ్రల్) రూపమున నాలుగు ఆక్సిజన్ పరమాణువులతో బంధితమై ఉండును. సిలికన్ చతుర్యోజనీయ ధాతువు (Si^{4+}), ఆక్సిజన్ ద్వియోజనీయము (O^{2-}). కాబట్టి ఒక ($Si\ O_4$) చతుస్తలకములో 4 ఋణయోజనీయములు మిగిలి ఉండును. అందువలన రెండు ద్వియోజనీయ ధాతువుల లేదా నాలుగు ఏకయోజనీయ ధాతువుల సంయోగమున (విద్యుత్తు) ఋణ విమోచనము కలిగి, ఆ ఖనిజము ప్రత్యేక చతుస్తలకముల రూపమున నిల్వ గలుగును. ఇట్టి ఖనిజములకు నిసో సిలికేట్‌లు అని పేరు. ఉదా: ఆలివీన్‌లు $(Mg\ Fe)_2\ (Si\ O_4)$. ఇవి ఆకుపచ్చరంగు, మధ్యమ కాఠిన్యము (6-7), 3.3 నుండి 3.5 వరకు విశిష్ట గురుత్వము కల ఖనిజములు. ఇవి కణాత్మక గుచ్ఛముల రూపమున ఉండును; అతిక్షారక అగ్నిశిలలలోను, కొన్ని క్షారక అగ్నిశిలలలోను కనిపించును, ఆలివీన్‌లకు ఆర్థిక ప్రాముఖ్యము పూజ్యము. అయితే, పారదర్శకములైన రకములను రత్నములుగ ఉపయోగింపవచ్చును.

రెండు $Si\ O_4$ చతుస్తలకములలో ఒక్కొక్కటి ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువును పంచుకొనినపుడు అవి ($Si_2\ O_6$) యొక్క బంధిత శృంఖలములుగ తయారగును; ధాతుపరమాణువులు శృంఖలముల మధ్య అనుసంధింపబడును. ఈ నిర్మాణమును పైరాక్సీన్ ఖనిజవర్గము చక్కగా దృష్టాంతీకరించును. ఉదా: ఆగిట్. ఇది కాల్సియమ్, సోడియమ్, మగ్నిషియమ్, ఇనుము, అల్యూమినియము ధాతువుల సంకీర్ణ సిలికేట్; పైరాక్సీన్‌లలో సర్వసాధారణమైన రకము; అనేక మాధ్యమిక, క్షారక అగ్నిశిలలలోను, కొన్ని రూపాంతర శిలలలోను కనిపించును. ఆగిట్ లేత ఆకుపంచరంగుతో కూడిన నలుపురంగును, సమగ్రమైన పట్టికాకారపు పగులును కల ఖనిజము; ఏకనత పద్ధతిలో స్ఫటికీకరించును. దానిని కంటితోను, సూక్ష్మదర్శిని సహాయముననను గుర్తింపవచ్చును. హైపర్‌స్తీన్, ఎన్‌స్టాటైట్, డై ఆప్‌సైడ్, ఐజరీన్ అనునవి మరికొన్ని సాధారణ పైరాక్సీన్‌లు.

రెండు $Si\ O_4$ చతుస్తలకములలో ఒక్కొక్క ఆక్సిజన్ పరమాణువును, ప్రతి రెండు చతుస్తలకములకు వైకల్పిక

ముగా మరొక ఆక్సిజన్ పరమాణువును విభక్తము చేసికొనినపుడు, తత్ఫలితముగ ($Si_4 O_{11}$) యుగళ శృంఖలములు ఏర్పడును. ఇట్టి నిర్మాణ క్రమమునకు ఆంఫిబోల్‌లు లాక్షణిక ప్రతినిధులు అని చెప్పవచ్చును. ఉదా: హోరన్‌బ్లెండ్ $(Ca\ Na)_2\ (Mg\ Fe^{2+})_4,\ (Al,\ Fe^{3+})\ (Al\ Si_3\ O_{11})\ (OH)_2$. పైరాక్సీన్ వర్గమున ఆగిట్ వలెనే, ఆంఫిబోల్ వర్గమున ఇదియే సర్వసాధారణమైన ఖనిజము. అగ్ని, రూపాంతర శిలలు రెండిటిలోను ఉండును. రంగు, కాంతి, కాఠిన్యము మొదలగు భౌతిక ధర్మములలో ఇది ఆగిట్‌ను సన్నిహితముగ పోలి ఉండును. రెండు ఖనిజములను సూక్ష్మదర్శని క్రింద పరిశీలించుట వలన తప్ప, ఇతర విధముల గుర్తుపట్టుట తరుచుగా కష్టసాధ్యము.

పైన చెప్పిన శృంఖల రకములు యుగళ శృంఖల రకములు అయనో సిలికేట్‌లు అని వ్యవహరింపబడును.

చతుస్తలకములు ($Si\ O_4$)నాలుగు ఆక్సిజన్ పరమాణువులలో మూడిటిని పంచుకొనినపుడు ఏర్పడు నిర్మాణము రేకులవంటి షీట్ నిర్మాణము అని పేర్కొనబడును. ఈ (Si_4O_{11}) నిర్మాణక్రమమునకు అభ్రకములు చక్కని నిదర్శనములు. వాటికి ఫిల్లో సిలికేట్‌లు అని పేరు. ఉదా: మస్కోవైట్ (పొటాష్ అభ్రకము), బయోటైట్ (నల్ల అభ్రకము). మస్కోవైట్ పలుచని పొరలుగ ఉన్నపుడు వర్ణరహితమైనది; స్థితిస్థాపకత, పారదర్శకత కలది. అదే రేకుల రూపమున ఉండును; వాటిని చాల పలుచని పొరల క్రింద విడదీయవచ్చును. మస్కోవైట్ దృఢమైన తాప, విద్యుత్తు బంధకము కావున అది విద్యుత్ పరికరములలోను, ఎలక్ట్రానిక్ సామగ్రిలోను విస్తారముగ వినియోగింపబడును.

భారతదేశమున బీహారు, రాజస్తాన్, ఆంధ్ర ప్రదేశ్ (నెల్లూరు జిల్లా) రాష్ట్రములలో (అభ్రకములతో కూడిన) పెగ్మటైట్ శిలలనుండి మేలిరకపు మస్కోవైట్ విరివిగ లభించుచున్నది.

బయోటైట్ పెక్కు అగ్నిశిలలలోను, రూపాంతర శిలలలోను విస్తృతముగ వ్యాపించి ఉండును. కాని, దానికి ఆర్థిక రీత్యా విలువ మృగ్యము.

చతుస్తలకములు ($Si\ O_4$) నాలుగు ఆక్సిజన్ పరమాణువులను పంచుకొనునపుడు త్రిపరిమాణిక నిర్మాణములు కల ఖనిజములు ($Si_4\ O_8$) ఏర్పడును. శిలావరణమునందు శిలానిర్మాణ ఖనిజములలో అన్నిటికన్న అధిక సమృద్ధిగా దొరకు ఫెల్‌స్పార్‌లు ఈ నిర్మాణ క్రమమునకు మంచి దృష్టాంతములు. ఇదిగాక సిలికన్-ఆక్సిజన్ చతుస్తలకములలోని సిలికన్ మూల ద్రవ్యములో ఒకటి గాని, రెండు గాని అణువులకు ప్రత్యామ్నాయముగ అల్యూమినియము వంటి వేరొక మూలద్రవ్యము ప్రతిస్థాపన రీత్యా చేరి ఉండుట ఫెల్‌స్పార్‌ల (అభ్రకముల, ఆంఫిబోల్‌లతో సహా) మరి యొక ప్రధాన లక్షణము. ఉదా: ఆర్థోక్లేజ్-K($Al\ Si_3\ O$); అనార్థైట్-Ca ($Al_2\ Si_2\ O_8$). వీటికి టెక్టో-సిలికేట్‌లు అని పేరు. లేతరంగులు కల ఖనిజములలో ఫెల్‌స్పార్‌లు ప్రధాన వర్గము; శిలల - ముఖ్యముగా అగ్ని, రూపాంతర శిలల-నిర్మాణమున అంశీభూతములైన ఖనిజములలో అవి 50-60% వరకు ఉండును. అవి లేత నలుపు, లేత ఇటుక, లేత ఆకుపచ్చ రంగులు కలవి. ముత్యముల వలె ప్రకాశించును. వాటి కాఠిన్యము (6); విశిష్టగురుత్వము (2.6). వాటిలో రెండు ఉపవర్గములు కలవు.

పొటాష్ ఫెల్‌స్పార్‌లు : వీటిలో ముఖ్యమైనవి ఆర్థోక్లేజ్, మైక్రోక్లైన్ ఖనిజములు. ఇవి ఆమ్లక, మాధ్యమిక అగ్నిశిలలలోను, పెగ్మటైట్ శిలలలోను, కొన్ని రూపాంతర శిలలలోను కనిపించు సాధారణ ఘటకములు. లేత ఊదా లేదా లేత ఆకుపచ్చరంగుతో ఏర్పడుట వాటి స్వభావము. ఇది పింగాణీ పరిశ్రమకు చాల ఉపయుక్తములు; చూర్ణీభవనమునకు గురియైనపుడు ఇవి చీనా మన్నుగ లేదా కయోలిన్‌గా మారిపోవును.

ప్లాజియోక్లేజ్‌లు : ఇవి సోడియమ్ - కాల్సియమ్ ఫెల్‌స్పార్‌లు; తెల్లగా ఉండును లేదా ఇటుక, బూడిదరంగులలో ఒక రంగు కలిగి ఉండును. అవి సోడియమ్ అధికముగా కల రకములకు, కాల్సియమ్ అధికముగా కల రకములకు మధ్య ఒక అవిచ్ఛిన్న సమరూప పరంపరగా ఏర్పడును; అన్ని అగ్నిశిలలలోను విస్తారముగ ఉండును. అయితే, కాల్సియమ్ అధికముగ కల రకములు క్షారక శిలలలో ఎక్కువ తరుచుగా కనిపించును; సోడియమ్ అధికముగా కలవి గ్రానైట్‌లు, సైనైట్‌లు వంటి శిలలలో మాత్రమే ఉండును. సూక్ష్మ దర్శని సహాయము లేకుండ పై రెండు వర్గములకు చెందిన వేరు వేరు ఖనిజములను గుర్తుపట్టుట తరుచుగా కష్టసాధ్యము.

గార్నెట్: ఇది యొక లాక్షణికమైన ప్రధాన రూపాంతర ఖనిజము. నిజమునకు ఇది ఇనుము, కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, అల్యూమినియము ధాతువుల సంకీర్ణ సమరూప సిలికేట్‌ల వర్గము అని చెప్పవచ్చును. గార్నెట్ లేత ఎరుపుతో కూడిన ఇటుకరంగు కలది; తరుచుగా అపారదర్శకము; సరళ ఘనపద్ధతిలో ద్వాదశ పలకలు గల డొడెకాహెడ్రన్, ట్రెపిజో హెడ్రన్‌ల రూపమున స్ఫటికీకరించును. దాని కాఠిన్యము (7–7.5) ను, రంగును, గాజువలె జిడ్డుగా మెరయు గుణమును బట్టి గార్నెట్‌ను గుర్తుపట్టుట తేలిక.

గార్నెట్ అపఘర్షకముగ ఉపకరించును. పారదర్శకమై ఉన్నచో దానిని రత్నముగ వినియోగింపవచ్చును.

ఫెల్‌స్పాథాయిడ్‌లు, ఎపిడోట్‌లు, స్కాపొలైట్‌లు, జియొలైట్‌లు, ఏండలూసైట్, సిల్లిమనైట్, కెయనైట్ అనునవి శిలానిర్మాణ సిలికేట్ వర్గమునకు చెందిన మరి కొన్ని సాధారణ ప్రధాన ఖనిజములు.

బంకమన్ను ఖనిజములు: ఇవి ఒక విలక్షణ వర్గమునకు చెందిన ఖనిజములు; రూపాంతరీకరణమునకు గురికాని పంకశిలలలో కనిపించును. రాసాయనిక సంఘట్టనము ప్రకారము అవి సోదక అల్యూమినియము సిలికేట్‌లు; అస్పష్ట స్ఫటిక నిర్మాణక్రమముతో అత్యంత సూక్ష్మ కణముల పరిమాణము కలిగి ఉండును. ఈ వర్గములో మాంట్ మోరిల్లోనైట్, హెల్లోయ్‌సైట్, డికైట్, కెయొనైట్ మొదలగు ప్రత్యేక ఖనిజములు పెక్కు కలవు. కాని, సూక్ష్మదర్శని క్రింద సైతము వాటిని వేరు వేర గుర్తింపగలుగుట కష్టసాధ్యమే కాక, తరుచుగా అసాధ్యము కూడను. అయితే, విచ్ఛేదక తాపక్రమములపై ఆధార పడిన వ్యత్యస్త తాపవిశ్లేషణ, X - కిరణ విశ్లేషణ, ఎల క్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శని పరిశీలనములు మొదలగు ప్రక్రియల వలన ఈ వర్గములోని వేరు వేరు ఖనిజములను గుర్తు పట్టుట, విడదీయుట సాధ్యపడవచ్చును.

బంకమన్నులు వాటి భౌతిక, రాసాయనిక ధర్మము లను బట్టి బహుముఖ ప్రయోజనములకు పనికి వచ్చును. ఉదా: అగ్ని మృత్తికలు రిఫ్రాక్టరీలను, ఘటమృత్తికలు ఘటములు, ఇటుకలు, పెంకులు మొదలగు వస్తువులను తయారుచేయుటకు ఉపకరించును. చీనా మన్ను (కయొలిన్), పింగాణి, కాగితము, రబ్బరు మున్నగు పరిశ్రమ లలో ఉపయోగింపబడును. అ. న.

ఖనిజ శాస్త్రము (మినరాలజీ) : శిలావరణము శిలల తోడను, శిలానిర్మాణ ద్రవ్యములతోడను సంఘటితమై ఉన్న విధముననే శిలలును ఖనిజములతోడను, ఖనిజ నిర్మాణ ద్రవ్యములతోడను సంఘటితమై ఉన్నవని స్థూలముగ చెప్పవచ్చును.

ఖనిజముల సమగ్రాను శీలనము ఖనిజశాస్త్రము అని పేర్కొనబడును. అందు ఖనిజములకు సంబంధించిన విభిన్న విషయములు—వాటి ఉత్పత్తి రీతులు, రాసాయనిక సంఘట్టనము, నిర్మాణక్రమము, ధర్మములు, వర్గీకరణము, ఉపయోగములు, వాటిని గుర్తించు సూత్రములు మున్నగు నవి - చర్చింపబడును. ఖనిజశాస్త్రము ముఖ్యముగా వర్త మాన శతాబ్దమున త్వరిత పురోగతిని సాధించి, విశిష్టమగు స్థానమును అధిగమించి, ఒక ప్రత్యేక శాస్త్ర ప్రతిపత్తిని చేపట్టగలిగినది [చూ. ఖనిజములు; ఖనిజములు - వర్గీ కరణము.]. అ. న.

ఖని పరిశ్రమ : ఖని పరిశ్రమ అనగా భూమిలో త్రవ్వకములు జరిపి, ఉపయుక్త ఖనిజములను భూపృష్ఠము నుండి సాధించుట అని నిర్వచింపవచ్చును. ఇందు నిమి త్తము భూగర్భమునందు, శిలల ఉపరితలములందు జరుప బడు త్రవ్వకములే కాక గట్టిపడని వదులు వండలి నేలల పైన, పంకములపైన జరుపబడు త్రవ్వకములు సైతము ఖనిపరిశ్రమగానే పరిగణించబడును.

పూర్వము భూమినుండి త్రవ్వి తీయబడుచుండిన ఖనిజ నిక్షేపమునకే ఖని (గని) యను పదము వాడబడు చుండెను (ఉదా : నేల బొగ్గుగని, ఇనుపగని). ఆ పదము త్రవ్వకపు పద్ధతిని సూచింపకుండెను. రాను రాను ఆ పదము విభిన్న దేశములో విభిన్నార్థములలో వాడబడ సాగెను. ప్రస్తుతము పలు దేశములలో భూగర్భమున దీప ముల సాయమున త్రవ్వకములు జరుపబడు ప్రదేశమునకు మాత్రమే ఖనియను పదమును వాడుట పరిపాటియై నది. భూమి ఉపరితలముపై ఆరుబయట వెలుతురులో త్రవ్వబడు స్థలములు 'క్వారీ'లు అని వ్యవహరింపబడును. అయితే, ఈ విభేదము సాధారణ పరిభాషయందు పాటింప బడుట లేదు. ఉదా: కట్టడపు రాళ్ళకొరకు, పలకల కొరకు భూగర్భమున త్రవ్వకములు జరుపబడు తావులు నేటికి కూడ క్వారీలు అని పిలువబడుచున్నవి. అటులనే నేల బొగ్గు, పైరిటీస్ మొదలగు ఖనిజముల నిమిత్తము త్రవ్వబడు ఆరుబయట స్థలములు 'గనులు' అని పేర్కొన బడుచున్నవి. అనగా త్రవ్వకపు పద్ధతితో ప్రమేయము లేకుండ, త్రవ్వితీయబడు ఖనిజమును బట్టియే పేరు నిర్ణ యింపబడుచున్నదనుట సుస్పష్టము.

కాని, ఖనిజ సంపాదనకు అవలంబింపదగు ప్రక్రియలు, ఎదుర్కొనదగు సమస్యలు సాధారణముగ ఖనిజముల రక ములపైగాక, ఖనిజ నిక్షేపముల స్వభావముపైన, భూమి ఉపరితలమునకు అవి ఉన్న తావులకు మధ్య గల లోతుల పైన అధికముగా ఆధారపడి ఉండును. ఇంతేకాక భూగర్భ ఖనన పద్ధతులు వివృత స్థల ఖనన పద్ధతులకంటె చాల వ్యత్యస్తములై ఉండక తప్పదు. కాబట్టి, ఖనిజము లను బట్టి కాక త్రవ్వకముల స్వభావమును బట్టి ఆ పద్ధతు లను వర్గీకరించుట సాంకేతిక దృష్ట్యా సహేతుకము, సదు పాయకరము. ఈ ప్రాతిపదికపై మొత్తము ఖని పరి శ్రమను 1. భూగర్భ ఖనిపరిశ్రమ; 2. క్వారీ పరిశ్రమ; 3. వండలి నేలల ఖనిపరిశ్రమ అని మూడు తెగలుగ విభజింపవచ్చును.

భూగర్భమున అగాధములలో నెలకొని ఉండు నిక్షేపములను; ఉపరితలమునందుండి ప్రారంభించి, చాల లోతుల వరకు నిటారుగా చొచ్చుకొన్న నిక్షేపములను; ఈ నెల పొడవుగా సన్నగా ఉండి, గురు, లఘు పరుపులలో లోతుగా చొచ్చుకొన్న నిక్షేపములను త్రవ్వుటకు తరుచుగా భూగర్భ ఖనన పద్ధతులు అవలంబనీయములు. భూమి ఉపరితలము మీదనే వెడల్పుగ, చదునుగ ఉండు నిక్షేపములకు; కఠిన శిలలలో ఉపరితలమువద్ద గాని, సమీపమున గాని కొంత మందము కలిగి ఉండు నిక్షేపములకు క్వారీ ఖనన పద్ధతులు; పేరుకొని గట్టిపడని శిథిల పంకములలో చూర్ణీకరణ, పరివహన, నిక్షేపణ ప్రక్రియల మూలమున సాంద్రీకరింపబడిన ఖనిజములకు (ఉదా: అవశిష్ట నిక్షేపములు, ప్లాసర్ రకపు నిక్షేపములు) వండలి నేల త్రవ్వకపు పద్ధతులు ప్రయోజనకారులు.

భూగర్భ ఖనిపరిశ్రమము : చూ. అకారాది.

క్వారీ పరిశ్రమ: కఠిన శిలలలో ఉపరితలమువద్ద గాని, దాని సమీపమున గాని మందముగా, చదునుగా లేదా కొద్దిగా లోనికి చొచ్చుకొని ఉన్న లావుపాటి ముడి ఖనిజ నిక్షేపముల త్రవ్వకమునకు ఆరుబయటి క్వారీ పద్ధతులు అనుకూలములు. ఇవి సాపేక్షముగా భూగర్భ పద్ధతుల కంటె తరచుగా తక్కువ అపాయకరములైన, చౌకైన, సులభమైన పద్ధతులు. ఇందు గాలి సదుపాయము, వెలుతురు, తన్నుకర్రలు నిలబెట్టుట వంటి సమస్యలు ఉండవు; భారీ యంత్రములను ఉపయోగించుట సులువు; అజమాయిషీ సుకరమే కాక ఫలప్రదము కూడను. అయితే, చంచల వాతావరణపు ప్రత్యక్ష దుష్ఫలితముగా త్రవ్వకములను ఆపివేయవలసి వచ్చుట ఈ పద్ధతులకుగల ప్రధాన లోపము. నిక్షేపములపై ఆవరించియున్న మన్నును లేదా రాయిని తొలగించుట అను ఇబ్బంది కూడ కలదు. ఇటుల తొలగించవలసిన మన్ను, రాయి యొక్క మందము ఎక్కువగు కొలది, త్రవ్వకముల ఖర్చు కూడ ఎక్కువగును.

ముడి ఖనిజ నిక్షేపముల ప్రక్కలు లేదా గోడలు తన్నుకర్రల అవసరము లేకుండ నిలువగలిగినపుడే క్వారీ పద్ధతులు అనుకూలపడును. నిక్షేపములు ఉపరితలము నుండి చాల లోతువరకు విస్తరించి ఉండి, వాటి త్రవ్వకమునకు క్వారీ పద్ధతులు ఆర్థికముగా గిట్టుబాటు కాక పోయినచో; క్వారీ, భూగర్భ పద్ధతులు రెండింటిని మేళవించవచ్చును. ఇట్టి సందర్భములలో క్వారీ పద్ధతులను అనుసరించి ఖనిజ మిశ్రమును త్రవ్వుదురు; త్రవ్విన చోటు నుండి దానిని చిన్న సొరంగముల ద్వారా తొట్టెలలోనికి చేరవేసి, ఆ తొట్టెలను గని ద్వారముల గుండా పైకెత్తుదురు. దీనికి గ్లోరీహోల్ (గ్లోరీ హోలింగ్) ఖని పరిశ్రమ అని పేరు.

త్రవ్వకపు పద్ధతులు ఖనిజ స్వభావము మీద, తీయవలసిన ఘనపరిమాణము మీద, లభ్యమగు ఖనిజరాశి మీద ఆధారపడి ఉండును. మునుముందుగా చేయవలసిన పనిని గడ్డపారలను, పారలను, తొట్టెలను, తోపుడు బండ్లను ఉపయోగించి కార్మికులే పూర్తిచేయవచ్చును. అయితే, భారీ ఎత్తున సాగు పనికి బుల్‌డోజరులు, విద్యుత్తుతో పనిచేయు పారలు, డ్రాగ్ - లైన్ త్రవ్వకపు పనిముట్లు వంటి భారీ యంత్రములు వాడవలసి వచ్చును. క్వారీ పద్ధతి త్రవ్వకము క్రింద చెప్పిన 4 దశలలో సాగును:

ఉపరి భారము తొలగింపు: ఉపరి భారము (ఓవర్ బర్డెన్)ను- అనగా నిక్షేపములపై ఆవరించి ఉన్న మొక్కలను, మన్నును లేదా రాతికప్పును - కార్మికుల, యంత్రముల సాయమున తొలగింతురు. ఇందుకు తరుచుగా బుల్‌డోజరులను వాడుదురు. రాయి చాల గట్టిదైనచో, దానిని తొలిచి కాని, ప్రేలుడు వస్తువులను వాడి పగులగొట్టి కాని తీసివేయుదురు.

పలకలుగా, బెంచీలుగా మలచుట: సాధారణముగ నిక్షేపముల అంచులనుండి ఆరంభించి, మధ్యభాగము వరకు త్రవ్వకములు సాగింతురు. ఇందుకు ఆ భాగమును కొన్ని పలకల క్రింద, బెంచీల క్రింద మలచుదురు. పలకలు చదునైన పై తలములతో, నిటారు గోడలతో నిలువుగా ఉండును. అవి 3–4.5 మీ. ఎత్తు ఉండును. గోడల నిటారుతనము ఖనిజ మిశ్రము కూలిపోకుండ నిలచి ఉండగల సామర్థ్యముపై ఆధారపడి ఉండును. బెంచీలు పలకల కన్న ఎక్కువ వెడల్పుగా ఉండును. అందువలన కార్మికులు వాటిపై నిలబడి ఎదుట ఉన్న పలకలనుండి ముడి ఖనిజమును త్రవ్వుదురు. విరిగిన ముడి ఖనిజము బెంచీలపై పడును. ప్రతి బెంచిని, దానికి జతపరచిన పలకను కొన్ని విభాగములు చేయుదురు. ఒక్కొక్క విభాగముపై ఒక్కొక్క కార్మికుల జట్టు పనిచేయును.

ఖనిజ సేకరణ: ముడిఖనిజమును కార్మికుల చేత, యంత్రముల చేత విరుగగొట్టింతురు. అది గట్టిగా ఉన్నచో తొలుచుట, ప్రేలుడు సామగ్రి సాయమున పగులగొట్టుట అనుసరింపబడును. రంధ్రములను తొలుచుటకు బరమాలు, జాక్ హేమర్ తొలుపుడు పనిముట్లు, సంపీడిత వాయువు చేత, విద్యుత్తు చేత పనిచేయు తొలుపుడు పనిముట్లను వినియోగింతురు. భూగర్భ ఖనిపరిశ్రమ [చూ] లోని రంధ్రముల కన్న ఈ రంధ్రములు సైజులో చాల పెద్దవిగా ఉండును. ఇవి చాల తరుచుగా 3–4.5 మీ. లోతున,

అనగా పలకలు ఎంత ఎత్తుండునో అంత లోతుకు తొలువబడును. తుపాకి మందు, లోక్స్ (ద్రవ ఆక్సిజన్), డైనమైట్ వంటి ప్రేలుడు సామగ్రిని రంధ్రములలో ఉపయోగించి ప్రేల్చుదురు. ముడిఖనిజము తీయుటకు వీలుకానంత పెద్ద పెద్ద దిమ్మలుగా పగిలి పడినచో వాటిని తిరిగి ప్రేలుడు సామగ్రితో చిన్న చిన్న సైజులలోనికి చితుక గొట్టుదురు.

రవాణా : గాలితో నింపబడిన టైరులు కల చిన్న బండ్ల మీద గాని, పట్టాలపై నడచు తొట్టెలలో గాని బ్రద్దలు గొట్టిన ముడి ఖనిజమును పైకి చేర్తురు. టైరు బండ్లవలన కొన్ని సౌకర్యములు కలవు. వాటిని సులువుగా బరువులు వేయుచోటికి, బరువులు దించుచోటికి కొనిపోవచ్చును. అవి నడచు ప్రదేశమున వాలు ఏకరూపముగ ఉండనక్కర లేదు; ఎక్కువగా ధనమును వెచ్చించి పట్టాలు వేయబని లేదు. అయితే, వాలు నిటారుగా ఉండు ప్రదేశములకు అవి పనికి రావు. ఇంతేకాక, అవి చీటికి మాటికి చెడిపోవుచుండును. పట్టాలపై నడచు తొట్టెలలో రవాణాచేయుట పై దానికన్న ఎక్కువ సులభము; వ్యయము కూడ తక్కువగును; అవి తరుచుగా చెడిపోవుట, పని ఆగిపోవుట ఉండదు; ఏ వాలులోనైన ఈ రవాణా కొనసాగగలదు. తొట్టెలను ఒక దానితో ఒకటి చేర్చి ఒక బండిగా తయారుచేసి, వాటిని ఉక్కు త్రాళ్ళతో పైనున్న త్రిప్పుడు యంత్రములకు తగిలించి మీదికి లాగుదురు.

యంత్రముల సహాయమున పనిచేయు పెద్ద తరహా గనులలో త్రవ్వకములకు, ముడి ఖనిజమును బండ్లలో వేయుటకు, దానిని పైన ప్రోగువేయుటకు విద్యుత్తుచే పనిచేయు పారలను, డ్రాగ్ - లైన్ త్రవ్వకపు పనిముట్లను వాడుదురు. ఈ పారలు మట్టమున ఉన్న ముడి ఖనిజమును, కొంత ఎగువన ఉన్న దానిని త్రవ్వి, తొట్టెలను త్రవ్విన ముడి ఖనిజముతో నింపగలవు. డ్రాగ్-లైనర్లు క్రింద ఉన్న ఖనిజ మిశ్రమును కూడ త్రవ్వి, దానిని దూరపు చోట ప్రోగువేయగలవు. ఆధునిక డ్రాగ్–లైనర్లలో కొన్ని 76 మీ. పొడవు కల దండములతో 360°C పూర్తిగా తిరుగగలిగి ఖనిజమిశ్రమును త్రవ్వుటకు, ఉపరిభారమును తొలగించుటకు ఉపయోగపడును. విద్యుత్తు, డీసెల్ నూనె, పెట్రోలు – వీటిలో దేనితోనైన, అప్పుడప్పుడు ఆవిరి సహాయమున కూడ అవి పనిచేయగలవు.

వండలినేలల ఖనిపరిశ్రమ : భూమి ఉపరితలమునకు సమీపమున వదులు నేలలలో నెలకొనిన ఖనిజమిశ్రములను సేకరించుటకు 'వండలి నేలల ఖనిపరిశ్రమ' అని పేరు. ఇందుకు అనుసరింపబడు పద్ధతిలో ముడి ఖనిజము కల ప్రాంతమును శుభ్రపరచుట, ముడిఖనిజమును కడిగి దానిలో ఉన్న నిరర్థక ద్రవ్యములను తొలగించుట, తరువాత దానిని సాంద్రీకరించుట అను చర్యలు ముఖ్యాంగములు. బంగారము, కాసిటరైట్, క్రోమైట్, ఇల్మెనైట్, వజ్రము మొదలగు ఖనిజములు ప్లాసర్ నిక్షేపములలో ఉన్నపుడు వాటి సంపాదనకు ఈ పద్ధతి కార్యకారి. చీనా మన్ను వంటి మెత్తని ఖనిజములకు కూడ ఈ పద్ధతి పనికివచ్చును.

సాధారణముగ గడ్డపారలు, పారలు మున్నగు పనిముట్ల సాయమున మొక్కలను, చెత్త చెదారమును తొలగించి, ముడి ఖనిజము కల ప్రాంతములను కార్మికులచేతనే శుభ్రము చేయింతురు. ముడి ఖనిజముపై కొంత ఉపరిభారము కూడ ఉన్నచో దానిని కూడ తొలగించవలెను. నిక్షేపమును, ఉపరిభారమును త్రవ్వి తీయుటకు ఒకే పద్ధతిని అనుసరింపవచ్చును.

నిక్షేప ఖనన పద్ధతి చాల వరకు ఖనిజమిశ్రము ఉన్న స్థలమును బట్టి, దాని స్వభావమును బట్టి, పరిమాణమును బట్టి నిర్ణయింపబడును, స్థలము గనుక కొంత గట్టిగా ఉన్నచో పారలను ఉపయోగించి త్రవ్వకము జరుపుదురు. స్థలము చాల మెతకగా ఉన్నపుడు తరుచుగా అనుసరింపబడు పద్ధతిలో నిక్షేపముపై నీటిని ధారా రూపమున పారింతురు. అప్పుడు ముడి ఖనిజము, దానితో కలిసి ఉన్న ద్రవ్యము పూర్తిగా క్రిందికి కొట్టుకొనిపోయి, నిక్షేపము అడుగున త్రవ్వబడిన తూముల లేదా కాలువల వెంట ప్రవహించును.

బ్రహ్మాండమైన హైడ్రాలిక్ యంత్రములను ఉపయోగించి, వాటి నిడుపాటి గొట్టములలో నుండి ముడి ఖనిజతలముమీదికి శక్తిమంతమైన నీటిధారను ఎడ తెరిపిలేకుండ పంపుదురు. నీటిధార ముడి ఖనిజమును శిథిలీకరించి దానిని క్రింద ఉన్న తూములలోనికి కొట్టుకొనిపోవునట్లు చేయును. సమీపమున నీరు పుష్కలముగా లభించునపుడే ఈ హైడ్రాలిక్ పద్ధతిని చేపట్ట వీలుపడును. తగినంతగా నీరు అందుబడి కాని ప్రాంతములలో ముడిఖనిజమును త్రవ్వి దానిని-వండలినేలలపై బండ్ల సంచారము కష్టసాధ్యము కనుక-పటకాలపై ప్రక్షాళనమునకు కొనిపోవుదురు. స్థలము అంత అధ్వాన్నముగా లేని చోట త్రవ్వకమునకు, రవాణాకు విద్యుత్తుచే పనిచేయు పారలను, డ్రాగ్-లైన్ సాధనములను వినియోగింతురు.

ప్రక్షాళన, సాంద్రీకరణము : పై విధమున లభించిన ముడి ఖనిజము నుండి దానిలో చేరి ఉన్న నిరర్థక ద్రవ్యములను తొలగించి, తరువాత దానిని సాంద్రీకరింపవలయును. నిరర్థక ద్రవ్యములు కంకర, ఇసుక రూపమున

ఉన్నప్పుడు మొత్తము ముడి ఖనిజమును ఇనుప జల్లెడతో జల్లింతురు. పైజు వారి జల్లెడలను ఉపయోగించి మరల మరల జల్లించి కంకరను తొలగింతురు. తరువాత ముడి ఖనిజమును సాంద్రీకరణ బల్లపైపోసి ఇసుకను కూడ విడదీయుదురు. జల్లించినపుడు, బల్లలపై కుదిపినపుడు లభించిన సాంద్రీకృత ఖనిజ భాగమును వేరుపరచి, మిగిలిన దానిని తిరిగి పై ప్రక్రియల పరము చేయుదురు.

ఖనిజ సాంద్రీకరణమునకు అప్పుడప్పుడు తూగు తొట్టెలను తూము, రీఫిల్ పెట్టెలతో సహా వాడవచ్చును. తూగుతొట్టె దీర్ఘ చతురస్రాకృతిలో ఉండును. అందులో అడుగున ఒక తీగె వల కల నిడుపాటి కరతొట్టి అమర్చబడి ఉండును. కరతొట్టి క్రింద ఒక వాలుపలక నెలకొల్పబడును. ఈ పలకపై ఒక ముతక కంబళి (కార్డురాయ్) పరచబడును లేదా దానితలము క్రొవ్వుతో పూయబడును. సాంద్రీకరింపదగు (బంగారము లేదా వజ్రములతో కూడిన) ఖనిజమును కరతొట్టిలో వేసి, నీరుపోసి, దానిని ఊగులాడింతురు. అప్పుడు ద్రవ్యములోని ఎల్ల సూక్ష్మకణములు ఖనిజముతో సహా తీగెవల ద్వారా పలక మీదికి జారి, తదుపరి రీఫిల్ పెట్టెలలోనికి నీటితో కలిసి పారును. ముతక బంగారు కణములు పలకమీది కంబళికి చిక్కుకొని అచటనే నిలిచిపోవును. వజ్రములు కూడ పలకపై పూసిన క్రొవ్వుకు అంటుకొని ఉండిపోవును. ఈ రెండిటిని దాటి వెళ్ళిపోయిన సూక్ష్మకణములు రీఫిల్ పెట్టెల అడ్డుబల్లల వెనుక నిలిచి ఉండును. వాటిని సులువుగ సంగ్రహింపవచ్చును. బంకమన్ను, ఇసుక వంటి ద్రవ్యములను వేరుపరచుటకు తూములు లేదా తూముపెట్టెలు ఉపయోగపడును. ఇసుక మధ్య, మధ్య ఉండు తూములలో నిలిచిపోవును. బంకమన్నులు వాటిని అన్నిటిని గడచి కడపట ఉన్న తొట్టిలోనికి నీటితో కలిసి ప్రవహించి, క్రమముగా తొట్టి అడుగునకు బురదగా దిగజారును. ఈ బురదను వడపోసి. ఎండబెట్టినచో సన్నని బంకమన్ను లభించును.

పైన వివరించిన దానిని బట్టి వండలి నేలల ఖనిపరిశ్రమ నిజమునకు అమూల్య ఖనిజముల సంగ్రహణ, సాంద్రీకరణ సాంకేతిక ప్రక్రియయే కాని అసలు ఖనిపరిశ్రమ కాదని సుస్పష్టమగును.

సొరంగపు ఖని పరిశ్రమ: దీనిని ఆంగ్లములో 'డ్రిఫ్ట్ మైనింగ్' అని వ్యవహరింతురు. ఖనిజ నిక్షేపములు వదులు నేలలోనే ఉన్నను, అవి ఉపరితలమునకు తగినంత చేరువగా లేనపుడు, వాటిని భూగర్భ ఖని పద్ధతులను అవలంబించియే త్రవ్వుదురు. వండలి నేలల ఖని పరిశ్రమ పద్ధతులకు అనువు పడక చాల లోతులలో నెలకొన్న సంపన్న నిక్షేపములకు డ్రిఫ్ట్ పద్ధతి అనుకూలము. దీనిని అప్పుడప్పుడు క్వారీ పద్ధతితో జోడించుట కూడ కద్దు.

ఈ పద్ధతిలో స్థల నైసర్గికము అనుకూలించినపుడు నేలపై నుండి నిక్షేపము అట్టడుగు చివరవరకు నిలువున వాలు బాట (షాఫ్ట్)ను త్రవ్వి దానిపై కలపకట్టె బిగింతురు. ఈ బాట నుండి నిక్షేపము పొడవు పొడవున ఒక ప్రధాన సొరంగమును త్రవ్వుదురు. దీనికి 'డ్రిఫ్ట్' అని పేరు. దీని నుండి 30–60 మీ. ఎడమున నిక్షేపము వెడల్పుపై దాని చివరకు కొన్ని సొరంగములు కూడ ఏర్పరుతురు. ప్రధాన సొరంగము వైపున్న సొరంగములనుండి త్రవ్వకము ప్రారంభించి క్రమముగా నిలువు సొరంగము చేరు వరకు సాగింపబడును.

ఖని కూలిపోకుండ కలపను తన్నుగా నిలబెట్టుదురు. త్రవ్విన ఖనిజమును పట్టాలపై నడచు తొట్టెలలో పైకి తీసికొని వత్తురు. ప్రకృతి సిద్ధముగా లభించు గాలి పని చేయు కార్మికులకు సరిపోవును. కాని. ప్రధాన సొరంగము చాల పెద్దదిగా ఉన్నపుడు వాయు ప్రసారము ధారాళముగ ఉండుటకు పంకాలు వాడుదురు.

జలగర్భ ఖని పరిశ్రమ: నీటిలో నుండు ఖనిజములను కూడ ముఖ్యముగా సముద్రతీరము పొడవున, సరస్సుల లోను, డెల్టా ప్రాంతములలోను కల ప్లాసర్ రకపు ఖనిజ నిక్షేపములను - త్రవ్వి తీయవచ్చును. నదీముఖద్వారముల వద్ద, నౌకాశ్రయ ప్రవేశకములవద్ద ప్రోగుపడిన ఒండుమన్నును, ఇసుకను త్రవ్వోడ సహాయమున త్రవ్వి తీయు మాదిరిగనే పై నిక్షేపములను కూడ త్రవ్వి తీయవచ్చును.

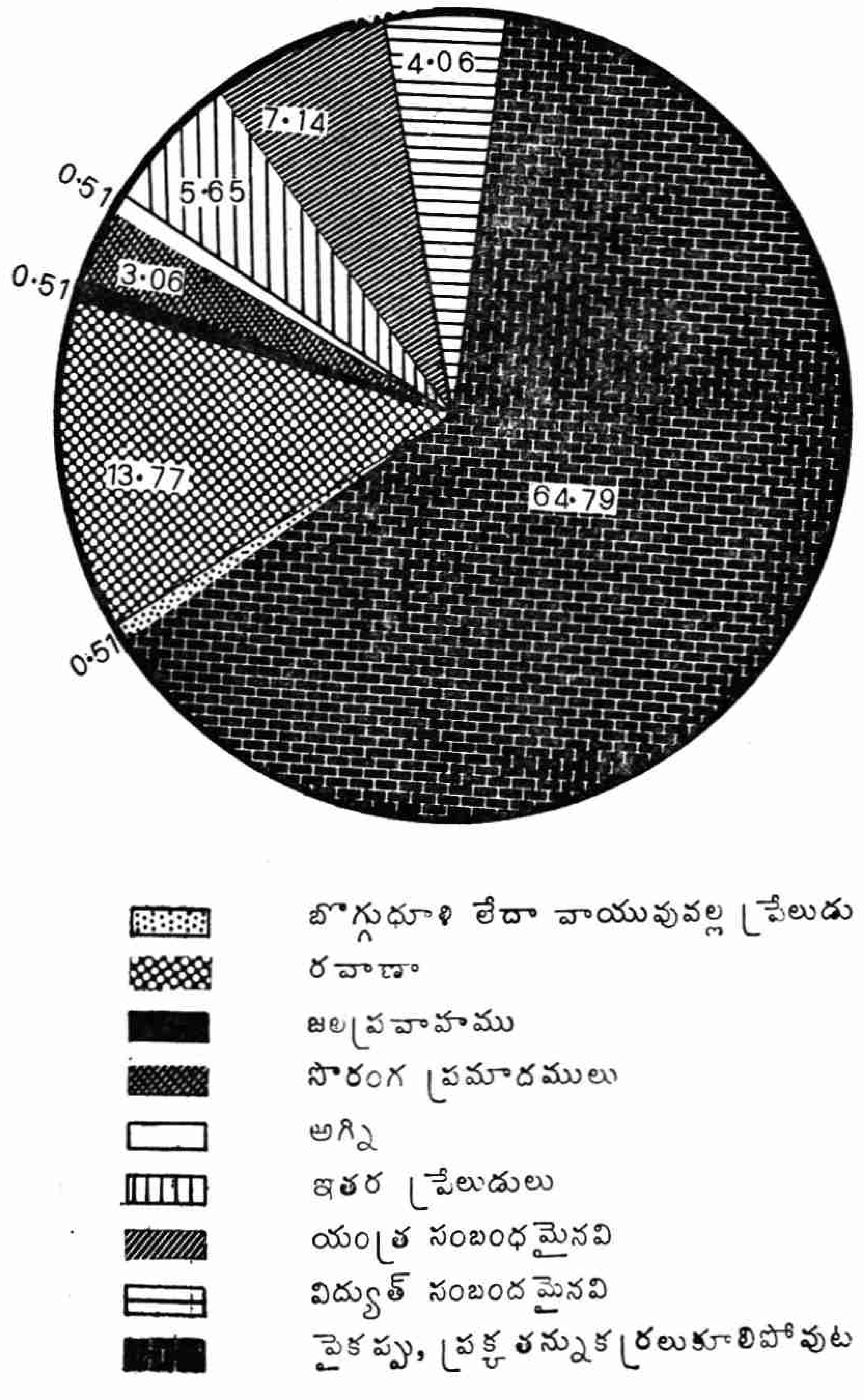
త్రవ్వోడ (దీనికి పాన్‌టూన్ అని కూడ పేరు) లోతు లేని ఒక ఓడ. దాని పైభాగమున త్రవ్వకపు యంత్రములు నెలకొల్పబడి ఉండును. త్రవ్వోడలను రెండు రకములలో నిర్మింతురు. మొదటి రకములో కొన్ని బాల్చీలు గొలుసుకట్టు దొంతరగా కట్టబడి ఉండును. రెండవరకములో ఒకే ఒక పెద్ద బాల్చీ ఉండును. ఖనిపరిశ్రమలో మొదటి రకమే తరుచుగా వినియుక్తమగును. త్రవ్వోడలు నీటి మట్టమునకు పైన, క్రింద కూడ పనిచేయగలవు. అవి 9 - 12 మీ. ఎత్తుగల గట్టులను; 30 మీ. క్రింద గల నేలలను కూడ త్రవ్వగలవు. సోవియట్ రష్యాలో నిర్మించిన భారీ త్రవ్వోడలు 9,500 టన్నుల బరువు కలవి. అవి నిముషమునకు 14. ఘ. మీ. చొప్పున ఖనిజ నిక్షేపములను అవలీలగా త్రవ్వగలవు [చూ. పు. 212].

మొదటబాల్చీల దొంతరను 1.8-3 మీ.వరకు గొలుసుతో పైకెత్తి,త్రవ్వోడను అటునిటు ఊగించి త్రవ్వవలసిన ప్రదేశ

మునకు గురిచేయుదురు. తరువాత నిచ్చెనతో బాల్చీల దొంతరను క్రిందికి దింపుదురు. త్రవ్వబడిన ఖనిజము బాల్చీల లోనికి చేరగానే వాటిని మరల పైకి తీయుదురు. ఇటుల పర్యాయముగ త్రవ్వోడను కొద్దికొద్దిగా త్రిప్పుట, బాల్చీలను క్రిందికి దింపుట, నిండిన బాల్చీలను పైకి తీయుట, నేలలో రాయి తగులునంతవరకు లేదా ముడి ఖనిజము యొక్క అట్టడుగును చేరునంతవరకు కొనసాగింతురు. పైకి తీసిన ఖనిజములను నీటితో కడిగి, అక్కడే శుభ్రపరచి, వాటి నుండి గురుత్వ, అయస్కాంత విభజన పద్ధతుల సాయమున, ఇతర విధముల ఇసుక మున్నగు వ్యర్థ ద్రవ్యములను వేరుపరతురు. వ్యర్థ ద్రవ్యములను మరల ఆ నీటిలోనే చేర్తురు.

అ. న.

ఖని పరిశ్రమ - భద్రత : మానవ వృత్తులలో ఖని పరిశ్రమ ఎక్కువ అపాయకరమైనది. గనుల త్రవ్వకములో అనుక్షణము క్రొత్త నేల కొంత బయట పడుచుండును. తత్ఫలితముగ గనిలోని పరిసర పరిస్థితులు తరుచుగను, తలవని తలంపుగను మారిపోవును. గనులలోని స్తరములు సహజముగ ఉండు భారతన్యతకును, సంపీడనమునకును గురి అగుచుండును. గని స్వరూపము అనుక్షణము మారిపోవుచుండుటవలన భారతన్యతా సంపీడనములు కూడ ఎడతెగని మార్పులు చెందుచుండును. అంతే కాక, అవి వాటి స్వభావమునుబట్టి సన్నిహితముగ అనుశీలించుటకు కూడ అవకాశము కలిగింపవు. జ్వలనశీల వాయువును ఎన్నడును ఎరుగని గనులలో-వాటిలో పనిచేయు సమయమున-ఏ దశయందైన క్రమముగా కాని, అకస్మాత్తుగా కాని అట్టి వాయువు పైకి రావచ్చును. ఇటులనే నేలబొగ్గు గనులలో గనివాయువు బొగ్గుధూళిని పైకి కొనిపోయి అచట నిర్విరామముగ నిక్షేపించుచుండును. గనులలో పని పరిస్థితులు ఇటుల నిరంతరము మారుచుండుట వలన ఖని పరిశ్రమలో బలవత్తర ప్రకృతి శక్తులను ఎదుర్కొని వాటిని నిరోధించుట, అపాయ నివారణము పెద్ద సమస్యలు. గనులలో ప్రమాదములను తగ్గించుట యావత్ ప్రపంచమున తరుచుగా కష్టసాధ్యమగు పారిశ్రామిక భద్రతా సమస్యగ పరిణమించినది. గనులలో లోతులు పెరుగుట వలన, యంత్రముల వాడకము హెచ్చుట వలన, ఉత్పత్తి ప్రగతి పెంపొందుట వలన ప్రమాద నివారణము క్లిష్టతరమయినది.



భద్రతా సమస్యలు : నేలబొగ్గు గనులలో అగ్ని వలన, ప్రేలుడుల వలన, బొగ్గు ధూళివలన, గని పైకప్పు, పార్శ్వతలములు విరిగి కూలుట వలన, అపార జలోత్పాదన వలన, గాలి సదుపాయము, వెలుతురు లోపించుట వలన ప్రమాదములు తటస్థించును. అపరిమితమైన విద్యుత్తు వినియోగము, నిట్ట నిలువు వాలు తలములు ప్రమాదములకు ఇతర కారణములు.

గని ప్రమాదములలో దాదాపు సగభాగము గని పైకప్పు, పార్శ్వతలములు విరిగి కూలుట వలననే సంభవించును. వాటిలో అనేకములు అనివార్యములు కూడను. ఈ పరిశ్రమ యొక్క స్వభావమే వాటికి మూల కారణమని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. సకాలమున బలమైన తన్నుకర్రలను నిలబెట్టి ప్రమాదములను కొంతవరకు తప్పించవచ్చును.

ప్రేలుడులు - ఇవి కొంత తక్కువ శాతములోనే సంభవించినను - చాల దారుణములైనవి. ప్రాణహాని అత్యధికముగ జరుగు ప్రమాదములకు అవియే గురుతమ హేతువులు. నేలబొగ్గు వాయువు వలన కాని, బొగ్గుధూళి వలన కాని ప్రేలుడులు తటస్థింపవచ్చును. చాల రకముల బొగ్గులనుండి మీతేన్ అనబడు వాయువు వెలువడును. వాతావరణములో దాని ఉనికి 5 నుండి 15 శాతముల వరకు హెచ్చినపుడు అది ఒక ప్రేలుడు మిశ్రమముగా ఏర్పడి

అగ్ని సంపర్కము తగిలినంతనే ప్రేలును. ఈ వాయువు వలన కలిగిన ప్రేలుడు సాధారణముగ సన్నని పొడి బొగ్గు ధూళిని లేవనెత్తగా, ఆ ధూళి ఒక మేఘ రూపమును పొంది, ప్రేలుడు ప్రారంభించును. ఇదియే బొగ్గు ధూళి ప్రేలుడు.

పొగత్రాగుడు, అనాచ్ఛాదిత దీపముల వాడకము నిషేధించుట, సక్రమముగ పనిచేయు అపాయరహిత దీపములను మాత్రమే వినియోగించుకొనుట, జ్వలనబంధక విద్యుత్తు ఉపకరణములను ఏర్పాటు చేసికొనుట, స్వతస్సిద్ధముగా నిరపాయకరములైన (ఉచికాగ్నిని పుట్టించని) సర్క్యూట్‌లను, సామగ్రిని ఉపయోగించుట, అయత్నపూర్వకముగ జనించు వేడిని అణచి వేయుటకు వీలుగా అనుమతింపబడిన లేదా సురక్షితమైన పై పొరలు కల ప్రేలుడు ద్రవ్యములను మాత్రమే వాడుట, ఇంకను మరికొన్ని జాగ్రతలు తీసికొనుట వలన వాయువు నిప్పంటుకొను సాధారణ అవకాశములను చాల వరకు తొలగింపవచ్చును. నీరు చల్లుట, అవరోధములను కల్పించుట వంటి చర్యల మూలమున బొగ్గు ధూళిని అణచివైచి, ప్రేలుటకు కావలసిన శాతములలో జ్వలన వాయువు గాలిలో ప్రోగుపడకుండ నివారించుటకు బయటినుండి గనిలోనికి తాజా గాలిని హెచ్చుగా ప్రసరింపజేసి, ప్రేలుడు యానకము గనిలో లోపించునట్లు చేయవచ్చును.

గనులలో మంటలు బహిఃకారణముల వలన పుట్టవచ్చును లేదా స్వయం జనకములు కావచ్చును. మండెడు గుణము కల ఒక ద్రవ్యమునకు, మంటకు ఆధారమగు ద్రవ్యమునకు సంసర్గము ఏర్పడుట వలన జనించిన మంటలు బహిఃకారణ జన్యములు. వీటిని అగ్నిబంధక ద్రవ్యములను వినియోగించుట వలన కార్మికులు తమ తమ భద్రతా విషయమున ప్రవర్తన నియమావళిని తు. చ. తప్పక అనుసరించుట వలన కనిష్ఠ సంఖ్యకు తగ్గించుటకు విశేష అవకాశము కలదు. బొగ్గునుండి పుట్టు స్వయంజనక జ్వలనములు ప్రధాన అపాయ హేతువులు.

గనులలో భద్రత - చట్ట నిర్మాణము : ఖని పరిశ్రమలో పెక్కు సంవత్సరముల తరబడి ప్రమాదము, ప్రాణహాని పరంపరగా సంభవించిన ఫలితముగ గని కార్మికుల భద్రత కొరకు కఠినమైన చట్టము రూపొందింపబడినది. నేడు భారతదేశమున అమలులో ఉన్న ఈ భద్రతా చట్టము ఖని పరిశ్రమలో గడించిన 60 ఏండ్ల పైబడిన విస్తార అనుభవమును పురస్కరించుకొని, ఆ పరిశ్రమకు చెందిన అధునాతన సాంకేతిక ప్రక్రియలను, విదేశములలోని శాసనములను దృష్టిలో పెట్టుకొని తయారు చేయబడినది. భారతదేశములోను, విదేశములలోను జరుపబడిన పరిశోధనా కృషి ఫలితముగానే, గడింపబడిన అనుభవము వలననేమి, వెలుగులోనికి వచ్చిన నూతన పద్ధతులలోను, పరివర్తక పరిస్థితులలోను వెనుకబడకుండ చూచుటకు గనుల ప్రధాన ఇన్‌స్పెక్టర్ అప్పుడప్పుడు గనుల నిర్వాహక సంస్థలకు ఉత్తరువులు జారీచేసి, అవలంబనార్థము ఆ పద్ధతులను వారికి నివేదించుచుండును.

కేంద్ర ఖని పరిశ్రమ పరిశోధన సంస్థ (ధాన్‌బాద్) ఇతర దేశముల పరిశోధన సంస్థల సహకారముతో సాంకేతిక ప్రక్రియా వికాసములను ముందుగా తెలియపరచి, ఖని పరిశ్రమకు సహాయ పడుచున్నది.

పై చర్యలన్నియు కలసి ఖని పరిశ్రమను చాల వరకు నిరపాయకరముగ చేయగలిగినను, ఇప్పటికిని ప్రతి సంవత్సరము గనులలో ప్రమాదములును, వాటి మూలమున హృదయ విదారకమగు ప్రాణాపాయమును, విస్తారమగు ఉత్పత్తి నష్టమును తప్పుట లేదు. ప్రమాదములకు గల కారణములను సూక్ష్మముగా పరిశోధించుట వలన గని కార్మికులు అప్రమత్తులై తమ ప్రవర్తనల శ్రేష్ఠతర ప్రమాణమునకు మెరుగు పరచుకొనినచో ప్రమాదములు చాల వరకు నివారింపబడవచ్చునని వెల్లడి అయినది. ఈ యథార్థమును గుర్తించియే గనుల ప్రధాన ఇన్‌స్పెక్టర్ అధ్యక్షతన భద్రతా విషయములను పర్యవేక్షించుటకు నెలకొల్పబడిన గనుల జాతీయ సంస్థ ప్రతి గనివద్ద భద్రతా వారములను ఏర్పాటు చేయుచు, గని కార్మికులకు తమ పనిలో పొంచి ఉన్న అపాయములనుండి వారు తమ్ము తామే రక్షించుకొనవలసిన అవసరమును నచ్చజెప్పి, వారిలో భద్రతా చైతన్యమును పెంపొందింప జేయుటకు పాటుపడుచున్నది.

వృత్తి శిక్షణ : ప్రభుత్వ గనుల శాఖ భావికాల ఉపయోగార్థమై 1966 లో దీర్ఘకాల చర్యగా ఖని పరిశ్రమలో వృత్తి శిక్షణ నియమములను ప్రవేశపెట్టి అమలు జరుపుచున్నది. వాటి ప్రకారము గని పరిశ్రమలో క్రొత్తగా ప్రవేశించు ప్రతి వ్యక్తికి అతడు తన బాధ్యతలను భద్రతా చర్యలలో తన పాత్రను సక్రమముగ నిర్వహించుటకు తగిన సంపూర్ణ శిక్షణ ఒసంగబడును. ఆ నిబంధనల క్రింద అదివరకే గనులలో పనిచేయుచున్న వారికి కూడ ప్రత్యేక శిక్షణ తరగతులను ఏర్పాటు చేసి, వారి మనః ప్రవృత్తులను కూడ రక్షణ నిబంధనలకు సుముఖముల చేయుచున్నది. సమర్థులైన బోధకులు ఉపన్యాసముల ద్వారా, ప్రదర్శనముల ద్వారా తగిన తర్ఫీదు ఒసంగుదురు. ఈ శిక్షణ వలన విశేష ప్రయోజనము చేకూరగలదని, గని

కార్మికులు ప్రమాద నివారణమున జాగరూకతతో మెలగ గలరని ఆశింపబడినది. వి. వి. కె. మూర్తి.

ఖని యంత్రము : చూ. యంత్ర ఖని త్రవ్వకము.

ఖని శాస్త్రము : చూ. మైనింగు ఇంజనీరింగు.

గడియారములు : చూ. కాలమును కొలుచు పరికరములు - సం. 9-పు. 179.

గణిత్ర పరికరములు : చూ. గణిత, ఖగోళ శాస్త్రములు-పు. 230; ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్ లు-పు. 276.

గాజు : గాజు అనినతోడనే సామాన్య మానవుడు అద్దము, సీసా, కిటికీ అద్దము, సులోచనములు మొదలగు ఉపయుక్త వస్తువుల నిర్మాణమునకు పనికి వచ్చు ద్రవ్యము అని తలంచును. భౌతిక శాస్త్రవేత్తకు మాత్రము అది ద్రవ్యమునకు కల ఒకానొక (ఘన) స్థితి. సాధారణ ఘన ద్రవ్యములలో అధికభాగము స్పటిక రచన కలిగి ఉండును. స్ఫాటిక ద్రవ్యములలో పరమాణువులు క్రమబద్ధమగు స్థలములను ఆక్రమించి ఉండును. దానినే స్థల విన్యాసము (లాటిస్) అని అందురు. గాజుంబోలు స్థితిలో ద్రవ్యము ఘనద్రవ్యముగ పరిగణింపబడునంత దృఢముగ ఉన్నను, దానిలో ఒక ద్రవములో వలెనే పరమాణువులు అనియత క్రమమున విన్యసింపబడి ఉండును. స్ఫాటిక ఘనద్రవ్యముల భౌతిక ధర్మములలో ద్రవాంకము ఒకటి; అనగా, ఆ తాపక్రమము వద్ద అవి ఘనస్థితి నుండి ద్రవస్థితికి మారును. తాపక్రమము హెచ్చినకొలది గాజులు క్రమేపీ ఎక్కువగా మెత్తబడుచుండును. వాటికి నిర్దిష్టములైన ద్రవాంకములు ఉండవు. గాజును మిత స్థిర పరిస్థితిలో ఉన్న అతి శీతలీకృత ద్రవము అని నిర్వచింపవచ్చును. ఏ ద్రవ్యమునైనను - దాని రాసాయనిక సంఘట్టనముతో నిమిత్తము లేకుండ - ద్రవీకరించి, చల్లబడు సమయమున స్ఫటికీకరణమునకు తావులేని శీఘ్రగతిలో ఆ ద్రవమును చల్లార్చి గాజుంబోలు స్థితికి కొనిరావచ్చును.

సంఘట్టనము: కరగిన కొన్ని ఆక్సైడ్‌ల (ఇతర లవణముల)తో మిశ్రమును చల్లబరుచునపుడు స్ఫటికీకరణము జరుగకుండ నిరోధింపబడగా ఏర్పడినదియే గాజుగా పరిగణింప వచ్చును. గాజును తయారుచేయుటకు వలయు ప్రధాన ఘటకము సిలికా. సిలికాకుతోడు బోరిక్ ఆక్సైడ్, ఫాస్ఫారిక్ ఆక్సైడ్ కూడ అవసరమగు ఆమ్లఘటకములు అని చెప్పవచ్చును. సోడాభస్మము (Na_2O), పొటాష్ (K_2O), లిథియమ్ (Li_2O), లెడ్ ఆక్సైడ్ వంటి క్షార యౌగికములను చేర్చి, గాజు యొక్క ద్రవాంకమును తగ్గింపవచ్చును. ఇక అల్యూమినా, సున్నము, మగ్నీషియా, జింకు ఆక్సైడ్ వంటి పరివర్తక ద్రవ్యములను చేర్చుట వలన గాజు యొక్క ధర్మములు మెరుగగును. అనగా, రాసాయనికపు మన్నిక పెంపొందును. స్ఫటిక ద్రవ్యమునకు వలె కాక, గాజుకు ఒక స్థిరమయిన సంఘట్టనము ఉండదు. దాని సంఘట్టనమును ఒక సరళ రాసాయనిక అణు సాంకేతిక ఫార్ములా ద్వారా తెలియపరుచుట కూడ సాధ్యపడదు. గాజు ధర్మములు దానిలో ఉన్న ఘటకములను అనుసరించి మారుచుండును. అనుకూల ఘటకములను చేర్చి, దాని వాంఛనీయ ధర్మములను అభివృద్ధి పరచవచ్చును. సాధారణముగా ఘటకముల పరిమాణమునకు, భౌతిక [చాక్షుష (ఆప్టికల్), వైద్యుత(విద్యుత్) ఇత్యాది] ధర్మములకు మధ్య ఒక సంకలన సంబంధము వర్తించును. స్థూలముగా చెప్పవలెనన్న సున్నమును, కొద్దిగా అల్యూమినాను చేర్చుటవలన గాజు యొక్క రాసాయనికపు మన్నిక మెరుగగును. సిలికా శాతమును పెంచుటవలన దాని మృదుత్వ గుణాంకము తగ్గుచుండును. కాని, మగ్నీషియాను కాని, లిథియాను కాని చేర్చుట వలన ద్రవపరిస్థితిలోన దాని పారుదల హెచ్చును. లెడ్ ఆక్సైడ్ చేరికవలన దాని సాంద్రత వృద్ధిచెందును. వాంఛనీయ గుణములు కల గాజును తయారుచేయుటకు అనురూప సంఘట్టనములను ఎంచుకొన వచ్చును. కాని, వాంఛనీయమైన ఒక ధర్మమును కాని, ధర్మములను కాని పెంపొందింప యత్నించునపుడు ఇతర ధర్మములు కొన్నిటిని త్యాగముచేయవలసి ఉండును. ఉదా: ఉన్నత వక్రీభవన (రిఫ్రాక్షన్) సూచిక కల కంటి అద్దములకు రాసాయనికపు మన్నిక కొరవడును.

వాణిజ్యపు గాజులు : వాణిజ్యపు గాజులకు కావలసిన అంశములు: 1. దాని ఘటక ద్రవ్యములు అధిక వ్యయము లేని తాపక్రమమున కరగింప వీలుపడుట; 2. కరగించిన పిదప స్ఫటికీకరణము చెందకుండ, ఉపయోగకర రూపములలో పోతపోయుటకు సాధ్యపడుట; 3. ఉద్దిష్ట ప్రయోజనమునకు చాల కాలము పనికి వచ్చుట.

సోడాసున్నపు సిలికా గాజులు : వాణిజ్యపు గాజులలో విశేషభాగము సోడాసున్నపు సిలికా గాజులు. ఈ గాజుల సంఘట్టనములలో సోడాభస్మము (సోడియమ్ ఆక్సైడ్) 13-17%, సున్నము (కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్) 13-15%. సిలికా 70%, మిగిలిన ఘటకములు 2-5% ఉండును. ఇందు ఉత్పత్తి పద్ధతుల అవసరములకు అనుగుణముగను, కావలసిన రూపములలో పోతపోయుటకు సహాయకారి యగు స్నిగ్ధతా-తాపక్రమ సంబంధము గాజుకు ఉండ జూచుటకును చిన్న చిన్న మార్పులు చేయుట కలదు. వివిధ ప్రయోజనములకు ఉద్దిష్టములైన పరివర్తకపు సోడా సున్నపు గాజుల నమూనా సంఘట్టనములు కొన్ని పట్టిక-1

లోను, సాంకేతికముగ ఉపకరించు మరికొన్ని గాజు రకముల సంఘట్టనములు పట్టిక-2 లోను చూపబడినవి.

పట్టిక - I

వాణిజ్యపు సోడా - సున్నపు గాజుల నమూనా విశ్లేషణ

(శాతములలో)

ఘటకము పేరు	కిటికీ అద్దములు	ప్లేట్ గ్లాసు	టేబుల్ వేర్	ఎలక్ట్రిక్ బల్బులు
సోడా భస్మము (Na_2O)	14-16	14	14-18	15-17
పొటాష్ (K_2O)	0-1	—	0-2	0-1
లెడ్ ఆక్సైడ్ (PbO)	—	—	—	—
సున్నము (CaO)	7-10	11	4-6	5-6
మగ్నీషియా (MgO)	2-5	2	3-4	3.5-4.5
అల్యూమినా (Al_2O_3)	1-2	0-2	0-1	1-0
సిలికా (SiO_2)	70-72	72	72-74	71-74

పట్టిక - II

సాంకేతికపు గాజుల నమూనా సంఘట్టనము

(శాతములలో)

నిరోధక	రాసాయనిక వైకార్ గాజులు		థెర్మామీటరు గాజులు	చాక్షుష ఆప్టికల్ గాజు	
	పైరెక్స్, జీనా, మోనెక్స్	వైకార్	(స్థిర ఆయతనము)	(క్రౌన్)	ఫ్లింట్
సోడా భస్మము (Na_2O)	4-7		15	9	1-0
పొటాష్ (K_2O)	0-1		—	7	7-8
లెడ్ ఆక్సైడ్ (PbO)	2-8		3-4	0-1	35-45
సున్నము (CaO)	0.5-1.0		7	12	—
జింకు ఆక్సైడ్ (ZnO)	0-3		6	—	—
బోరిక్ ఆక్సైడ్ (B_2O_3)	5-12	4	1	—	—
సిలికా (SiO_2)	75-80	96	60-66	70	45-55

గాజు ఉత్పత్తి: గాజు పరిశ్రమలో సాధారణముగ ఉపయోగింపబడు ముడి సరుకులు సిలికా (ఇసుక లేదా క్వార్ట్జ్ చూర్ణము), బట్టల సోడా పొడి (సోడియమ్ కార్బొనేట్), కాల్సియమ్ కార్బొనేట్, బోరాక్స్ (వెలిగారము), బోరిక్ ఆక్సైడ్ మొదలైనవి. కరగింపబడిన పిదప కోరినట్లుగా గాజు సంఘట్టనము లభించుటకు ఒక రాశికి ఏ యే ఘటకములు ఎంతెంత చేర్చవలెనో లెక్కకట్టి నిశ్చయించుకొనిన పిదప, ఆవశ్యక శుద్ధత, సైజు, భౌతిక ధర్మములు కల ముడి సరుకులను తూకమువేసి, కలిపి, సమ మిశ్రమముగా తయారుచేయుదురు. సాధారణముగ పై మిశ్రమునకు కల్లెట్-అనగా తగిన సైజుకు నూరబడిన తప్తకాచము (గాజు ద్రావణము) - కొంత చేర్తురు. అందువలన కరగించిన తరువాత గాజును సమ పదార్థముగా తయారుచేయుట సుకరమగును. కిటికీల అద్దములు, సీసాలు వంటి భారీ పారిశ్రామిక ఉత్పత్తికి ఈ మిశ్రమును రోజుకు 200 టన్నుల పెద్ద మొత్తములో కరగించు సామర్థ్యము గల 'టాంకు(తొట్టి)కొలుము'లలో కరగింతురు. సోడా-సున్నపు గాజు తయారీకి కొలిమితాప క్రమము 1400°C ప్రాంతమునను, బోరో సిలికేట్ గాజు తయారీకి 1500°C ప్రాంతమునను ఉండవలెను. కరగించిన గాజు ధూళిమిశ్రముచే తినివేయకుండ, రాపిడికి పారించి వేయకుండ తట్టుకొనగల రిఫ్రాక్టరీ వస్తువులతో కొలిమిని నిర్మింతురు. కొలిమి యొక్క పైకప్పు తరుచుగా సిలికా రిఫ్రాక్టరీలతోను, కుతుక (మధ్య) భాగమును కోతను నిరోధింపగల కరగు-పోత ఇటుకలతోను, మిగిలిన భాగమును మంచి నాణ్యము కల అల్యూమినా సిలికేట్ ఇటుకలతోను నిర్మింతురు. ప్రకృతి సిద్ధముగ దొరకు సిల్లిమనైట్‌ను కోసి తయారుచేసిన రిఫ్రాక్టరీ బ్లాక్‌లను - అవి కొంత వరకు అధిక వ్యయముతో కూడినవైనను - గాజు టాంకుల నిర్మాణములో చాల తరచుగా ఉపయోగింతురు. సాధారణముగా ఒక వాయురూప ఇంధనము వాడబడును. పునరుత్పాదకములను, పునఃగ్రాహకములను వినియోగించుకొని, కొలిమినుండి నిర్గమించు వాయువుల ఉష్ణమును పునఃగ్రహించియు, టాంకులకు తగుపాటి ఇన్‌సులేషన్‌ను వాడియు ఇంధన వ్యయమును ఆదా చేయుదురు.

కంటి అద్దములను, రంగు గాజులను తయారు చేయుటకు ఇప్పుడు కూడ కరగింపు చిన్న కుండ - కొలిమిలో జరుపబడును. ఈ కుండలు పరిపాటిగా అనుకూల అగ్ని మృత్తికతో నిర్మింపబడును. కరగింపు పిదప గాజు పూర్తిగా విశుద్ధీకరింపబడునంతవరకు (దానిలోని గాలి బుడగలు అన్నియు పోవునంతవరకు) దానిని కొలిమిలో ఉన్నత తాపక్రమములో కొంతసేపు ఉండనిత్తురు. అవసరమని తోచినచో ఈ దశలో దానిలో విశుద్ధీకరణ ద్రవ్యములను (ఉదా: ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్) కొద్దిగా చేర్తురు. తరువాత ఆకారము తయారీకి పోతపోయుటకు లొంగునట్లుగా దానిని ఉచిత తాపక్రమమునకు చల్లారబెట్టుదురు. అపుడు గాజుయొక్క తాపక్రమ - స్నిగ్ధతా సంబంధము ఎట్లుండవలెనన్న గాజు రూపు గొనుటకు కావలసిన కాలవ్యవధిలో - అనగా తాపక్రమము తగ్గిపోవు కాలవ్యవధిలో-

అది చిక్కని ద్రవమునుండి సాపేక్షముగ దృఢమైన ద్రవ్యముగ పరిణమించవలెను. ఇంతేకాక, ఆ తరువాత మరల తొందరగా రూపవికారమును పొందకుండవలెను. గాజును కావలసిన రూపులలోనికి కొనితెచ్చుటకు ఊదుట, అదుముట, సాగదీయుట అను విడిపద్ధతులను కాని, ఈ పద్ధతుల సమ్మేళనమును కాని అనుసరింతురు. ఈ పని చేతితో కాని, స్వతశ్చలన యంత్రముతో కాని చేయుదురు.

కడచిన మూడు దశాబ్దములలోను, ముఖ్యముగా యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో గాజు ఉత్పత్తి చాల భాగము యాంత్రీకరింపబడినది. వేడి వస్తువులను మెల్లగా చల్లారనిచ్చిన, లోని విడి శక్తులు క్షీణించి మన్నిక పెరుగును. దీనిని అన్నీలింగు అని అందురు.

పీచు గాజు; ఒక దశాబ్దమునుండి పీచుగాజు విస్తృత వినియోగములోనికి వచ్చినది. కరగిన గాజుపై ఎక్కువ ఒత్తిడితో ఆవిరిని ఊదినపుడు పీచుగాజు తయారగును. గుండ్రని ప్లాటినమ్ బిళ్ళలోని సూక్ష్మరంధ్రముల గుండా కరగిన గాజును పంపుటవలన ఎడతెగని సన్నని పోగులు (ఫిలమెంట్ లు) లభించును. పోగు వ్యాసము రమారమి 0.00022″* ఉండును. ఈ పీచును ఇతర నారలవలెనే వస్త్రములు నేయుట మొదలగు పనులలో ఉపయోగింతురు. విద్యుత్తు, వేడి ఇన్‌స్యులేషన్‌కు వాడుచున్నారు.

పారిశ్రామిక ఉపయోగములు: గాజు బహుముఖ ప్రయోజనకరమగు వస్తువు అనియు, నిర్మాణములలోను, పరిశ్రమలలోను దాని వినియోగములకు అపార అవకాశములు కలవు అనియు ఇప్పుడిప్పుడు గుర్తింపబడినది. గాజు పరిశ్రమ గనుక ప్రస్తుత స్థాయికి అభివృద్ధి చెంది ఉండకపోయినచో, నేటి విజ్ఞాన, సాంకేతిక పారిశ్రామిక పురోగతి ఎటుల ఉండెడిదో ఊహించుట చాల కష్టము. గాజు వినియోగములో ముఖ్యములైన వాటిని క్రింద సంగ్రహముగ క్రోడీకరింతుము.

గృహోపకరణములు: బల్లలు, కుర్చీలు, టేబుల్ సామగ్రి, వంటపాత్రలు (తాపనిరోధకములు), అద్దములు, సీసాలు, జాడీలు, తలుపులు, ఫైబర్ గ్లాసు బట్టలు-తలుపులకు అమర్పులు.

కళలు, కట్టడములు: గాజు పలకలు, కిటికీ అద్దములు, రంగు అద్దములు, ఒకే ప్రక్కన పారదర్శకముగ ఉండు పలకలు, ఇండ్లు వేడి చేయునపుడు వాడు వేడిని పీల్చు గాజు (ఇటుకలు) పలకలు.

చాక్షుష (ఆప్టికల్) పరికరములు: సులోచనములు, కటకములు, పట్టకములు, జాలకములు, చాక్షుష పరికరములు మొదలగునవి.

మౌంట్ పాలమర్ వేధశాలలో నెలకొల్పబడిన 200″* కటకము గాజుతో నిర్మింపబడినది. దాని బరువు 8 టన్నులు.

దీప్తి: విద్యుత్తుదీపములు, అన్ని రకములకు వలయు బల్బులు, ట్యూబు లైట్లు, వాటి వెంట వాడు సామగ్రి.

మోటారు పరిశ్రమ: సులభముగ పగిలిపోని గట్టి పలకలు, లామినేటెడ్ సేఫ్టి గాజు పలకలు (లామినేట్ అను ప్లాస్టిక్ ద్రవ్యముతో అతుకబడిన గాజు పలకలు, పగిలిపోయినను గాజు ముక్కలను విరజిమ్మవు).

రాసాయనిక పరిశ్రమ: గాజు పైపులు, క్షయన నిరోధక గాజులు.

శాస్త్రము, పరిశోధన: పరిశోధనా పరికరములు, చాక్షుష పరికరములు, రాసాయనిక ప్రక్రియా (క్షయన) నిరోధక గాజు పరికరములు, తాప నిరోధక సామగ్రి, తెర్మామీటరు గొట్టములు, ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేట్ లు, మందు బుడ్డులు.

విద్యుత్తు పరిశ్రమ: ప్రసార విద్యుత్తు బంధకములు, టెలిఫోన్ విద్యుత్తు బంధకములు, తెర్మో అయానిక్ వాల్వులు, డై ఎలక్ట్రిక్ పరికరములు, టెలివిజన్ వాల్వులు మొదలగునవి.

ఇతర వినియోగములు: ధ్వనిబంధకములు, గాలి వడపోత సాధనములు, విద్యుత్తు బంధక టేప్ లు, బరువులో తగ్గుదల అత్యావశ్యకమగు అనేక నౌకా, విమాన, రోదసీయాన పరికరములు. వి. కృ. మూ.

గాలి ఓడ: చూ. సమీక్ష - పు. 77.

గాలి సదుపాయములు: భవనముల అంతర్భాగములకు ధారాళముగ తాజా గాలిని సరఫరాచేయు పద్ధతికి 'గాలి సదుపాయము' అని పేరు. సాధారణముగ వయోజనులు గంటకు రమారమి 0.566 ఘ. మీ. గాలిని పీల్చి, అందులో ఉన్న ఆక్సిజన్‌ను వినియోగించుకొని, మిగిలిన వాయువులను నిశ్వసింతురు. ఇట్లు విడిచిన గాలిలో కొంత కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, కొంత తేమ కలిసి ఉండును. కాబట్టి, గాలి సదుపాయము కొరవడిన గదిలో క్రమముగా గాలిలో కల ఆక్సిజన్ వినియోగింపబడి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ యొక్క, తేమ యొక్క నిష్పత్తి పెరుగును. ఒక భవనము లోపలి భాగమున కల గాలిలోని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ పరిమాణమును పూర్వము గాలి సదుపాయమునకు ప్రమాణముగా తీసికొనుచుండిరి. అయితే, గాలిలోని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వలన కంటె తేమవలననే మానవారోగ్య సౌకర్యములకు ఎక్కువగా చెరుపు కలుగునని ఇప్పుడు తెలియవచ్చినది. కాబట్టి, తేమ పరిమాణము ఇప్పుడు ప్రమాణముగ గ్రహించబడుచున్నది.

* 1″ = 254 మి. మీ.

గాలిలో ఏ తాపక్రమమువద్దనైన ఆర్ద్రత ఒక నిర్దిష్ట పరిమాణములో ఉండును. ఆర్ద్రత గరిష్ఠ పరిమాణములో ఉన్నపుడు ఆ గాలి ఆర్ద్రత విషయమున సంతృప్తము అయినదని చెప్పుదురు. ఈ పరిమాణమునకు తక్కువైన దానిని సంతృప్త పరిమాణము యొక్క శాతములో తెలియ పరుతురు. దీనికి 'సాపేక్ష ఆర్ద్రత' అని పేరు సాధారణ గది తాపక్రమములలో సాపేక్ష ఆర్ద్రత 30% నుండి 80% వరకు మారినను అసౌకర్యము కలుగదు. అయితే, ఉన్నత తాపక్రమము, ఉన్నత సాపేక్ష ఆర్ద్రత ఈ రెండిటి సమ్మేళనము చాల అసౌఖ్యకరము, అనుల్లాసకరము.

ఏ పనిని చేయకున్నపుడు సైతము మానవ శరీరము నుండి కొంత ఉష్ణము వెలువడు చుండును. అటులనే మానవుని నిశ్వాసములనుండి, చర్మము ద్వారా ఇగురుట నుండి కొంత తేమ కూడ విడుదల అగును. అందువలన జనసమ్మర్దముతో కూడి, గాలి సదుపాయము లేని స్థలములు వేగముగా వేడెక్కి, బాధాకరములు అగుట అనుభవ సిద్ధము. అట్టి స్థలములలోనికి మానవులు పీల్చుకొనుటకు అవసరమగు గాలి కంటె, అదనపు తేమను విలీనము చేసి కొనుటకే మిక్కిలి ఎక్కువగా తాజా గాలిని పంపవలసి ఉండును.

గదులకు స్వాభావికముగ (కిటికీలు మొదలగు వాటి ద్వారా)ను, యాంత్రికముగను గాలి సదుపాయము సమకూర్చ వచ్చును. కాని, స్వాభావిక గాలి సదుపాయమును కొలుచుట, నియంత్రించుట సాధ్యపడదు. గాలి సదుపాయమును నిర్దిష్ట రేటులలో సమకూర్చుటకు యాంత్రిక పద్ధతులే ఉపయుక్తములు. విద్యాలయములలోను, కార్యాలయములలోను ఒక్కొక్క వ్యక్తి ఆక్రమించు జాగాను బట్టి గాలి సదుపాయము ఏర్పాటు చేయవలెను. అది 14 ఘ. మీ. అయినచో గంటకు 11 ఘ. మీ. ; 5, 6 ఘ. మీ. అయినచో గంటకు కనీసము 23 ఘ. మీ. తలసరి తాజా గాలి అవసరమగును. కర్మాగారములలో ఈ రేటు అంత కన్న ఎక్కువగ ఉండును. అపాయకరములైన వాయు లేశములు, పొగలు వెలువడు కర్మాగారములలో గంటకు కనీసము 30 సారులైన గాలి మార్పిడి జరుపబడవలెను.

యాంత్రికముగా గాలి సదుపాయమును సమకూర్చుటకు నిష్కాసన పద్ధతి, ప్లీనమ్ పద్ధతి అని రెండు పద్ధతులు కలవు. కాని, తరుచుగా ఈ రెండు పద్ధతులను జత చేయుదురు. దీనికి సమతులిత గాలి సదుపాయము అని పేరు.

నిష్కాసన పద్ధతి : ఇందు మలినమయిన గాలి వెలుపలకు నిర్బంధముగా నెట్టి వేయబడును. ఉదా : వంటసాల వెలుపలి గోడకు ఒక ప్రొపెల్లర్ పంకాను అమర్చినచో అది పొగలను ఇంటినిండ విస్తరించకుండ చేయును. అయితే, గాలిని వాయునాళముల గుండా నిర్బంధముగా వెలుపలికి పంపుటకు ప్రొపెల్లర్ పంకాలకన్న రేడియల్ ప్రసార రకపు పంకాలు సమర్థముగా పనిచేయును. గదిలో పై కప్పున అమర్చపడిన రేడియల్ ప్రసార పంకాకు వసారా సరంబీలో ఏర్పరచబడిన వాయునాళములకు అనుసంధానము కలిగించినచో గదినుండి పాతబడిన గాలి ఆ నాళముల గుండా వెలుపలికి పోవును. రేడియేటరుల వెనక ఉండు ప్రవేశమార్గముల నుండి తాజా గాలి లోనికి ప్రవేశించును. ఇందువలన చలిగాలి గదిలోనికి రాలేదు.

ప్లీనమ్ పద్ధతి : గాలిని యాంత్రికముగా వెలుపలికి పంపుటకు బదులు దానిని నిర్బంధముగా లోనికి ప్రవేశింప జేయుటే ప్లీనమ్ పద్ధతి. ఇటుల ప్రవేశపెట్టుచోట - ముఖ్యముగా జనాభా సాంద్రత మితిమీరి ఉన్న చోట - లోనికి పంపు గాలిలో దుమ్ము లేకుండ చూచుట అత్యావశ్యకము. ఇందుకు ఆ గాలిని ఒక గళని ద్వారా ప్రసరింప జేయుదురు. గళనిలో గుడ్డలతో కప్పబడిన చిన్న చట్రములు ఉండును. దుమ్ము వాటికి అంటుకొనును. చలికాలములో ఆ గాలిని వెచ్చజేయుట కూడ అవసరము. అందుకు దానిని వేడినీరు గాని, ఆవిరిగాని ప్రసరించుచున్న గొట్టముల మీదినుండి ప్రసరింప జేయుదురు. గాలి సదుపాయమును అత్యుత్తమముగా సమకూర్చవలెనన్న గాలిని వాతానుకూలనమునకు గురిచేయవలెను [చూ. ఆర్ద్రీకరణము-వాతానుకూలనము-పు. 210]. ఆ. వెం.

గాస్ ఉత్పత్తి : చూ. పారిశ్రామిక వాయువులు.

గాస్ టర్బయిన్ : చూ. విమానచలనము.

గాస్‌ల ద్రవీకరణ : చూ. సం. 2-పు. 626.

గుడ్ ఇయర్, ఛార్లెస్ (1800 - 1860) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశీయుడు; రబ్బరును గంధకీకృతము చేయు ప్రక్రియను కనిపెట్టినవాడు; న్యూ హెవెన్ కోన్‌లో జన్మించెను. ఇతని తండ్రి వ్యవసాయపు పరికరములను, ఇనుప సామానులను విరివిగా నిర్మించుటలో దిట్ట. ఇతని జీవితములో తొలిదశ అనారోగ్యమువలనను, అనేక వ్యాపార నష్టములవలనను కష్ట భూయిష్ఠమయ్యెను. ఏ సాధన వలన ఇండియా రబ్బరు మితిమీరిన శీతోష్ణములకు గూడ తట్టుకొనగలదో, దానిని కనుగొనుటయందు ఛార్లెస్ చాల ఆసక్తిని ప్రదర్శించెను. పది సంవత్సరముల కృషి తరువాత రబ్బరును ఆక్వా ఫార్టిస్‌తో సంస్కరించినచో అతడు ఆశించిన ప్రయోజనము సిద్ధించునట్లు తోచెను. ఈ పద్ధతిని వినియోగించి, తపాలా సంచుల నిర్మాణమునకు అతడు ఒక కంట్రాక్టు సంపాదించెను.

కాని, ఆ రబ్బరుగుడ్డ అధిక తాపక్రమములలో నిరుప యుక్తము అయ్యెను. 1839 లో అతడు మండుచున్న స్టవ్‌లో గంధకముతో కూడిన రబ్బరును వేసి, యాదృచ్ఛికముగ రబ్బరును గంధకీకృతము (వల్కనైజ్) చేయు ప్రక్రియను కనుగొనగల్గెను. 1844 లోనే అతనికి మొదటి పేటెంటు జారీ చేయబడినను, అనేక ఉల్లంఘనములను కోర్టులలో ప్రతిఘటింప వలసి వచ్చుటచే, అది 1852 నాటికి గాని స్థిరపడలేదు. ఆ సంవత్సరమే అతడు ఇంగ్లండుకు పోయి, తన పేటెంటుతో తయారైన వస్తువులను అచ్చటి అంతర్జాతీయ ప్రదర్శనములో ప్రదర్శించెను. కాని, అతడు ఆ దేశమున కర్మాగారమును నెలకొల్పలేక పోయెను. ఇతని ప్రక్రియను అనుసరించి, గంధకీకృత రబ్బరు తయారు చేయుటకు ఫ్రాన్స్‌లో స్థాపింపబడిన కంపెనీ దివాలా తీసెను. అప్పులతో తలమునిగి, 1855 లో ఇతడు పారిస్‌లో జైలు శిక్షకు గురి అయ్యెను; 1860 లో నిరుపేదగా న్యూయార్క్‌లో మరణించెను. ఇతడు తానుచేసిన కృషిని, కనుగొన్న ప్రక్రియను గ్రంథస్థము చేసెను. **అ. వెం.**

గుమ్మటము : చూ. సం. 2 - పు. 321.

గృహపరికరములు (విద్యుత్తు) : విద్యుత్తు ఆవిష్కరణముతో మానవ జీవితము సుఖకరమైనది. విద్యుత్తుతో పనిచేయు అనేక పరికరములు గృహములందు నిత్యజీవితములో ఉపయోగింపబడుచున్నవి. మానవుడు విద్యుచ్ఛక్తిని 1. ఉష్ణము; 2. కాంతి; 3 శక్తి; 4. చలనము మొదలగు రూపములలోనికి మార్చుకొన గలుగుటచే ఆ యా పరికరములు పనిచేయుచున్నవి.

విద్యుత్తు ఉష్ణశక్తిగా విద్యుత్తు పొయ్యి,విద్యుత్తు ఇస్త్రీపెట్టె, వాటర్ హీటర్, టీ కెటిల్, టోస్టరు, సోల్డరింగ్ ఐరన్, విద్యుత్తు బాయిలర్ మొదలగు పరికరములలో ఉపయోగపడుచున్నది. కాంతిగ అది విద్యుత్తు దీపము, స్ఫోరక దీపము (ఫ్లోరసెంట్) లలోను, శక్తిచలనముగ అది వాక్యూమ్ క్లీనర్, విద్యుత్తు కుట్టుయంత్రము, జుట్టు ఆరబెట్టుకొనే యంత్రము, రిఫ్రిజరేటర్, క్షౌరము చేసికొనే యంత్రము, విద్యుత్ గడియారము, బట్టలు ఉతుకు యంత్రము, విద్యుత్ ఆటబొమ్మలలోను ఉపయోగపడుచున్నది. విద్యుత్‌గంట, టార్చిలైట్, సైకిల్ డైనమో, టెలిఫోన్, రేడియో, టెలివిజన్ మొదలగు పెక్కు ఇతర గృహపరికరములలో కూడ విద్యుత్తు ఉపయోగింపబడుచున్నది.

ఉష్ణశక్తిగా విద్యుత్తు : ఉష్ణమును జనింపజేయుటకు విద్యుత్తు సులభ పద్ధతి. విద్యుత్ పరికరములలో విద్యుచ్ఛక్తి ఉష్ణశక్తిగా మారును. ఆ ఉష్ణముతో వంట చేసికొనుట, నీళ్లు కాచుట, చలి ప్రదేశములలో గదులను వెచ్చగా ఉంచుట మొదలగు గృహావసరములను సాధించవచ్చును.

విద్యుత్ వాహకములో జనించు ఉష్ణము 1. విద్యుత్ ప్రవాహావర్గము (I^2)నకు; 2. వాహక నిరోధన (R) కు; 3. విద్యుత్ ప్రవాహ కాలమున (T) కు అనుపాతములో ఉండును. ఉష్ణరాశికి, ఉష్ణశక్తికి యూనిట్ కేలోరీ*. శక్తికి యూనిట్ జౌల్†. విద్యుత్ వాహకమున జనించు ఉష్ణము $0.24I^2RT$ కేలోరీలు ఉండును.

విద్యుత్ ఉష్ణ జనకములు : విద్యుత్ ఉష్ణ జనకములు అన్నిటియందు 'ఎలిమెంట్' అనబడు ఒక నిరోధకపు తీగె చుట్ట ఉండును. ఈ ఎలిమెంట్ నందే ఉష్ణము ఉద్భవించును. బలముగల లావు తీగెను ఉపయోగించునప్పుడు దాని నిరోధము తక్కువగా ఉండుటకై నిరోధకత ఎక్కువగా ఉండు ధాతువును ఉపయోగించవలెను. ఇందులకు నికెల్, క్రోమియమ్ ధాతుమిశ్రము అగు నైక్రోమ్‌ను ఎక్కువగా ఉపయోగించుచున్నారు. రాగికన్న 50 రెట్లు హెచ్చు నిరోధకత్వము గలిగి, గాలిలో హరించిపోవక, ద్రవాంకమునకు ముందే ఎర్రబడి, నైక్రోమ్ వేడెక్కును. నైక్రోమ్ పొందు అధిక తాపక్రమమును తట్టుకొనగల అభ్రకముతో చేయబడిన విద్యుత్ బంధకముపై దానిని చుట్టుదురు [చూ. అభ్రకము - పు. 178].

విద్యుత్ ఇస్త్రీపెట్టె (ఎలక్ట్రిక్ ఐరన్) : దీని అడుగు భాగమున ఉండు రేకులో ఎలిమెంట్ ఉండుటచే త్వరితముగ పెట్టె వేడెక్కును. దీనిలో తాపస్థాపక నియంత్రణ చేయు పిడి ఉండును.

నూలు, సిల్క్, ఉన్ని మొదలగు వివిధ రకములైన బట్టలు భరించగల తాపక్రమము ఉండునట్లు ఆ పిడి నియంత్రణ చేయును. ఉతికిన బట్టలను సాపుచేయుటకు ఇస్త్రీ పెట్టె ఉపయోగపడును.

వాటర్ - హీటర్లు : నీటిలో మునిగి ఉండు వాటర్ హీటర్ (ఇమర్షన్ హీటర్), నిల్వ నీటి హీటర్ (స్టోరేజి వాటర్ హీటర్) అని ఇవి ముఖ్యముగ రెండు రకములు.

వాటర్ ఇమర్షన్ హీటర్ : స్తూపాకారముగ ఉండు ఈ హీటర్‌లో ఉష్ణమును జనింపజేయు ఎలిమెంట్ ఐమూలగా బిగించబడును. అందు (హీటర్) నీరు ప్రవహించుచు వేడెక్కును. కఠిన జలమును దీనియందు ఉపయోగించరాదు. కఠిన జలమునందలి లవణములు మొదలగు అధమ ఉష్ణవాహక పదార్థములు హీటర్ పై భాగము

* ఒక గ్రాము నీటియొక్క తాపక్రమమును 1°C పెంచుటకు కావలసిన ఉష్ణరాశి 'కేలోరీ'.

† 1 కేలోరీ = 4·18 జౌళులు; 1 జౌల్ = 0·24 కేలోరీలు.

మీద పొరలుగా ఏర్పడి ఎలిమెంట్ నుండి నీటికి ఉష్ణము ప్రసారము కాకుండ అడ్డుపడును.

స్టోరేజి వాటర్ హీటర్: ఈ హీటర్‌లోనికి చన్నీరు ప్రవేశించుటకు ఒక కుళాయి, దీనినుండి వేడి నీరు బయటకు పోవుటకు మరొక కుళాయి ఉండును. చన్నీటి కుళాయిని నియంత్రణలో ఉంచవచ్చును. దీనినుండి చల్లని నీరు హీటర్‌లో ప్రవేశించి వేడెక్కును. వేడి నీటి కుళాయిని త్రిప్పిన వేడినీరు వచ్చును.

విద్యుత్తు దీపము: ఒక నిరోధకము గుండ విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసి దానిని ఉష్ణముగా మార్చవచ్చునని పైన తెలిసికొని ఉన్నాము. ఒక ఘనపదార్థమును తగినంత తాపక్రమమువరకు వేడిచేసిన అది వేడెక్కి తెల్లపడును. దీనినే ప్రకాశించుట అందురు. తాపక్రమము ఎక్కువైన కొలది వికిరణమగు శక్తిలో ఎక్కువ భాగము కాంతి ఉండును. అందుచేత, ఒక విద్యుత్ వాహకమును విద్యుత్తు వలన ఎక్కువ వేడిచేసిన అది ఉపయోగకరమైన కాంతి జనకము అగును. ఈ సూత్రముపై ఆధారపడి వివిధ రకముల విద్యుత్తు దీపములు పనిచేయుచున్నవి. వాహక తాపక్రమము ఎంత తక్కువయిన దీపము అంత ఎక్కువ సమర్థవంతమైనది అగును.

ఎలక్ట్రిక్ పవర్ సాధనములు: విద్యుత్ మోటారునందు విద్యుచ్ఛక్తి యాంత్రిక శక్తిగా మారి భ్రమణ చలనము కలుగును. ఈ మోటారునకు సరఫరా అగు పవర్‌ను వాట్టులలోను, అది విడుదల చేయు పవర్‌ను వోల్టులలో గాని లేదా హార్స్‌పవర్*లోగాని కొలుతురు. విద్యుచ్ఛక్తితో పనిచేయు కుట్టు మిషన్, జుట్టు ఆరబెట్టుకొనే యంత్రము, ఫాన్, గడియారము, రెఫ్రిజిరేటర్ మొదలగు విద్యుత్ సాధనములలో ఒకటి కన్న తక్కువ హార్స్ పవర్‌ను ఉపయోగించు చిన్న విద్యుత్ మోటారులు మాత్రమే అమర్చబడును.

ఎలక్ట్రిక్ ఫాన్: టేబుల్ ఫాన్, సీలింగు ఫాన్ అను రెండు రకముల ఫాన్‌లు వాడుకలో ఉన్నవి. ఈ రెండు ఒకే సూత్రముపై ఆధారపడి పనిచేయును. వీటిలోపల ఉండు కలన హార్స్ పవర్‌గల చిన్న మోటారు అతి వేగముగా తిరుగును. రెగ్యులేటర్‌తో ఆ వేగమును నియంత్రించవచ్చును. కదురుకు 2 లేదా 3 లేదా 4 ఆకులు అమర్చబడును. ఇవి గాలిని త్రోసివేయుటతో గదిలో గాలి సదుపాయము సమకూరును.

ఏ. సి.; డి. సి. రెండింటితోను సీలింగ్ ఫాన్‌లు పనిచేయును. తిరుగుచు ఉన్న ఫాన్‌ను చూచి అది ఏ. సి. ఫాన్ అయినది, డి. సి. ఫాన్ అయినది క్రింది విధముగ గుర్తించవచ్చును.ఏ.సి. ఫాన్‌లలో క్షేత్రధ్రువములు తిరుగుచుండును. డి. సి. ఫాన్‌లలో పైకప్పు స్థిరముగ ఉండి, లోపల ఉన్న ఆర్మేచర్ తిరుగుచు ఉండును. దీనికి బిగించబడిన కదురుకు బ్లేడులనుఅమర్చుటచే దీనితో అవి తిరుగును.

విద్యుత్ గడియారము: ఇది ఏ. సి. విద్యుత్‌తో పనిచేయును. ఇది చాల తక్కువ పవర్‌ను (సుమారు 2 వాట్టులు) ఉపయోగించుకొనును. దీనియందు సింక్రోనస్ మోటారు ఉపయోగించుదురు. దీనికి సరఫరా అగు విద్యుత్తు పౌనఃపున్యము సెకనుకు 50 అయినపుడు అది ఒక స్థిర వేగముతో తిరుగును. ప్రధాన విద్యుత్తు తంతుల ద్వారా వచ్చు విద్యుత్తుతో నడిచే గడియారము సరియైన కాలమును చూపును. ఒకే విద్యుత్తు సరఫరా నుండి అనేక గడియారములు నడుపబడిన అవి అన్నీ ఒకే కాలమును చూపును. విద్యుత్తు సరఫరా ఆగిపోయినప్పుడు అవి ఆగిపోవును. తిరిగి విద్యుత్తు సరఫరా అయినప్పుడుగాని వాటంతట అవే తిరుగుట ప్రారంభించవు.

విద్యుత్తు అలారము గడియారములో అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్క దిశ మారుచు ఉండుటచే ఒక లోహపు ముక్క స్పందన పొంది అలారము గంటమ్రోగును. ప్రతి రోజు ఒకే కాలములో అలారము కొట్టునట్లు యంత్రాంగమును అమర్చుకోవచ్చును. అలారము కొట్టునప్పుడు మీటరు తీసివేసిన అలారము ఆగిపోవును. కాని, మరుసటి దినము అదే సమయమునకు మరల అలారము కొట్టునట్లు యంత్రాంగము దానంతట అదే సరిదిద్దుకొనును. అనగా ఈ రోజు ఉదయము 6 గంటలకు అలారము కొట్టిన ప్రతి రోజూ అదే కాలమునకు కొట్టును. కాని, సాయంత్రము 6 గంటలకు కొట్టదు.

విద్యుత్తు ఆటబొమ్మలు: నాట్యముచేయు అమ్మాయి, డోలు వాయించు అబ్బాయి, పరుగెత్తు రైలు మొదలగు ఆటబొమ్మలలో చిన్న విద్యుత్ మోటారును అమర్చి, ఆ బొమ్మలచేత అనేక రకముల పనులు చేయించుటకు కావలసిన చలన సామర్థ్యమును అందచేయవచ్చును. ఇటువంటి బొమ్మలను 'విద్యుత్తు ఆటబొమ్మలు' అందురు.

విద్యుత్ గంట: దీనియందు టెర్మినల్ సీల (T_1) నుండి విద్యుత్ అయస్కాంతము (M.) చుట్టు ఉండు తీగె చుట్టలో నుండి స్ప్రింగు (S) ద్వారా సరిచేయుటకు వీలగు స్పర్శని (కాంటాక్ట్ మేకర్ -C) లో నుండి రెండవ టెర్మినల్ (T_2) వరకు విద్యుత్తు ప్రవహించును.

మెత్తని ఇనుముతో చేయబడిన ఆర్మేచర్ స్ప్రింగునకు బిగించబడును. విద్యుత్ ప్రవహించునపుడు విద్యుత్ అయ

* 1 హార్స్ పవర్ = 746 వాట్టులు.

స్కాంతము ఆర్మేచర్‌ను ఆకర్షించి దగ్గరకు లాగుటచే దానికి బిగించబడిన సుత్తి గంటమీద కొట్టును. అందువలన 'C' దగ్గర స్పర్శపోయి విద్యుత్ వలయము ఛేదించబడి, విద్యుత్ ప్రవాహము ఆగిపోవును. అప్పుడు విద్యుత్ అయస్కాంతమునకు అయస్కాంతత్వము పోయి ఆర్మేచర్‌ను వదిలివేయును. స్ప్రింగు దానిని వెనుకకు లాగుటతో 'C' వద్ద మరల విద్యుత్ వలయము సంపూర్ణమగును. ఈ విధమున విద్యుత్ వలయము సంపూర్ణమగుట, ఛేదించబడుట మరల మరల జరుగుటచే గంటమ్రోగుచు ఉండును. ఇది ఇంటిలోపల ఉన్నవారిని పిలుచుటకు ఉపకరించును.

విద్యుత్ టార్చిలైటు : టార్చిలైటు (ఫ్లాష్‌లైటు) లో విద్యుత్ వలయమును పూర్తిచేయుటకు తీగెలు ఏమీ ఉండవు. ధాతువులతో చేయబడు పై గొట్టము నుండి స్విచ్చి ద్వారా పరావర్తకము వెంబడి బల్బు వద్దకు విద్యుత్ ప్రవహించును. బల్బు నుండి అది బయటికి వచ్చి బ్యాటరీలోని కార్బన్ కడ్డీలోనికి ప్రవహించును. స్విచ్చిపై చేయి తీసివేసిన విద్యుత్ వలయములో ఖాళీ ఏర్పడి అది తెగిపోవుటచే విద్యుత్ ప్రవహించదు. బల్బులోని ఫిలమెంట్ సన్నని తీగెతో చేయబడును. దానిలో నుంచి విద్యుత్ ప్రవహించునప్పుడు అది వేడెక్కి ప్రకాశవంతమై వెలుతురును ఇచ్చును.

బ్యాటరీలు శక్తివిహీనము అయిపోయినప్పుడు క్రొత్తవి వేసికొనవలెను. పాత బ్యాటరీలను దానియందే ఉంచిన రాసాయనిక పదార్థములు వెలుపలికి వచ్చి గొట్టము యొక్క ధాతువును తినివేయును. దీనియందు ఉపయోగించబడు క్రొత్త అనార్ద్ర ఘటము (డ్రైసెల్) సుమారు 1.5 వోల్టులు కలిగి ఉండును.

సైకిలు డైనమో : సైకిలు చక్రము తిరుగునప్పుడు డైనమో పైభాగము టైరు మీద ఒత్తుట వలన డైనమో నందలి అయస్కాంతము గిరగిర తిరుగును. ఈ అయస్కాంతమునకు దగ్గరగా తీగెచుట్ట ఉండును. అయస్కాంతము తిరుగునప్పుడు తీగెచుట్టలో అయస్కాంత ప్రేరణ జరుగును. ఆ తీగెచుట్ట చివరలు దీపమునకు కలిపిన ఎలక్ట్రాన్‌లు దీపము ఫిలమెంట్‌లో నుండి తిరిగి తీగెలోనికి ప్రవహించును. అయస్కాంతము తిరుగుచు ఉన్నంత వరకు ఈ ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము కూడ జరుగుచుండును.

బ్యాటరీల నుండి లభించు విద్యుత్తువంటిదే డైనమో నుండి కూడ వచ్చును. కాని, బ్యాటరీ రాసాయనిక శక్తిని, డైనమో (తిరిగే) సైకిలు చక్రమునుండి శక్తిని ఉపయోగించుకొనును. సైకిలు త్రొక్కుట ద్వారా డైనమోకు అందించబడు శక్తిని అది విద్యుత్‌లోనికి మార్చును.

ప్లగ్‌లు-సాకెట్‌లు: రెండు పిన్నులు గల ప్లగ్‌లు—సాకెట్‌లు ఇండ్లలో తరుచు ఉపయోగింతురు. సాకెట్‌లో డొల్లగా ఉన్న సన్నని రెండు ఇత్తడి గొట్టములు ఉండును. ప్లగ్‌నకు పిన్నులనబడు రెండు గట్టి ఇత్తడి కడ్డీముక్కలు ఉండును. ప్లగ్‌ను సాకెట్‌లో పెట్టినప్పుడు పిన్నులు ఇత్తడి గొట్టములలో బిగువుగా అమరును. సాకెట్‌లను కావలసిన చోట బిగించి, దాని రెండు టెర్మినల్‌లను ప్రధాన విద్యుత్ సరఫరా తీగెలకు కలుపవలెను. అప్పుడు ప్రధాన స్విచ్చిని వేసిన సాకెట్‌లో విద్యుత్ లభ్యమగును. టేబుల్ ఫాన్, టేబుల్‌లాంప్ మొదలగు వాని ప్లగ్‌లను సాకెట్‌లో పెట్టిన అవి పనిచేయును. అపాయ నివారణకై ప్లగ్‌లు, సాకెట్‌లు బేక్‌లైట్ వంటి విద్యుద్బంధక పదార్థములతో తయారు చేయబడును.

టేబుల్‌లైటు, టేబుల్ రేడియో వంటి వానికి రెండు పిన్నుల ప్లగ్‌లు ఉపయోగింతురు. కాని, వందలు లేదా వేల వాట్టులను ఉపయోగించుకొనే విద్యుత్ పరికరములకు వాటిని నడుపు వారికి అపాయము కలగకుండుటకై 2 లేదా 5 లేదా 15 ఆంపియర్‌ల వరకు తట్టుకొన గలుగు మూడు పిన్నుల ప్లగ్‌లు ఉపయోగింతురు.

అడాప్టర్, సామాన్య ప్లగ్, సాకెట్‌లతో ఒకే విద్యుత్ పరికరమును ఉపయోగించగలము. ఒకే సాకెట్‌లో నుండి మూడు విద్యుత్ పరికరములకు ఒకేసారి విద్యుత్‌ను సరఫరా చేయుటకు త్రిమార్గపు ప్లగ్ అడాప్టర్‌ను ఉపయోగించవలెను. దీనికి ఒక వైపున రెండు పిన్నులు ఉండును. వీటిని సాకెట్‌లో పెట్టవలెను. మిగిలిన మూడు వైపుల మూడు సాకెట్‌లవలె కన్నములు ఉండును. వీటిలో మూడు ప్లగ్‌లుపెట్టి మూడు పరికరములకు విద్యుత్‌ను ఒకేసారి అందచేయ వచ్చును. ఈ అడాప్టర్ ఒకే సాకెట్‌నుండి మూడు సాకెట్టులు లభ్యమగునట్లు చేయును.

మరొక రకమైన అడాప్టర్ కూడ కలదు. దీని యందు ఒక వైపున ప్లగ్, మరొక వైపున బల్బు పెట్టుకునే హోల్డర్ ఉండును. దీనినంతటిని సాకెట్‌లో పెట్టవచ్చును. సాకెట్‌లో విద్యుత్ దీపమును పెట్టుకొను వీలుండనందున ఇటువంటి అడాప్టర్‌తో దీపమును పై విధముగ అమర్చుదురు.

బల్బుహోల్డర్ నుండి ఒకటికన్న ఎక్కువ విద్యుత్ పరికరములకు విద్యుత్ సంబంధము కలుగజేయుటకు లాంప్ హోల్డర్ అడాప్టర్ అనబడు మరొక రకపు అడాప్టర్‌ను ఉపయోగించవలెను. దీనికి ఒకవైపున బల్బుకు ఉన్నట్లు టోపి ఉండును. దీనిని లాంప్ హోల్డర్‌లో పెట్ట వచ్చును. మిగిలిన ప్రక్కల నుండి రెండు లేదా మూడు విద్యుత్ సంబంధములను ఇది ఇవ్వగలదు. ఒకే దీపము

తగిలించు చోటునుంచి అడాప్టర్‌ను అమర్చి రెండుదీపములను ఒకేచోట పెట్టుకొనవచ్చును. ఇప్పుడు ఇంకను అనేక రకముల అడాప్టర్‌లు ఉపయోగించబడుచున్నవి.

ఇంటిలో విద్యుచ్ఛక్తి–తీసికొనదగు జాగ్రత్తలు : 1. దీపమును లేదా మరొక విద్యుత్ పరికరమును మరమ్మత్తు చేయుటకు ముందు దాని విద్యుత్ సంబంధమును తీసివేయవలెను; 2. ఫ్యూజు పోయినప్పుడు ఏ విద్యుత్ పరికరము వలన అదిపోయినదో తెలిసికొని దానిని తీసివేయవలెను. ఎలక్ట్రీషియన్‌చే పరీక్ష చేయించిన పిదపనే దానిని మరల ఉపయోగించవలెను; 3. తగిన ఫ్యూజులు వేసినది లేనిది నిశ్చయముగ తెలిసికొనవలెను. ఎక్కువైన ఫ్యూజువేసిన విద్యుత్ వలయమునకు రక్షణ ఉండదు. తీగెలు వేడెక్కుట వలన మంట ఏర్పడుటకు అవకాశము కలదు; 4. తుఫాను వచ్చినప్పుడు తెగిన విద్యుత్ తంతి కనిపించిన దాని దరికి ఎవ్వరూ పోకూడదు. వెంటనే విద్యుత్ సరఫరా కార్యాలయమునకు ఆ విషయమును తెలియపరచ వలెను; 5. కాంక్రీట్‌తో గాని లేదా పెంకులతో గాని వేసిన మేడ అంతస్తులలో మూడుపిన్నుల ప్లగ్ పాయింట్‌లను ఉపయోగించవలెను; 6. స్నానపు గదులలో ప్లగ్ పాయింటులు బిగించరాదు. హీటర్‌లను స్థిరముగా బిగించి భూమితో కలిపివేయవలెను; 7. ఒకేసారి చాల విద్యుత్ పరికరములను ఉపయోగించి వలయములో ఎక్కువ విద్యుత్ ప్రవాహమును కలుగచేయ కూడదు. అట్లుచేసిన తీగెలు వేడెక్కి ఇంటిలో మంట ఏర్పడవచ్చును. లైటు పాయింట్ నుండి విద్యుత్ పరికరమును అమర్చి, అక్కడ ఎక్కువ విద్యుత్ ప్రవాహమును కలుగచేయ కూడదు; 8. గోడమీద అమర్చబడిన ఒకే సాకెట్‌నుండి ఎక్కువ తీగెలను తీయకూడదు. అట్లుచేసిన సాకెట్‌లో నుండి ఎక్కువ విద్యుత్ ప్రవాహము జరిగి తీగెలు వేడెక్కును. సాధారణముగా ఇండ్లలో అగ్ని ప్రమాదములు పై విధముగ ఏర్పడును; 9. ప్లగ్ తీగెలను వేనిని రాసుకోనివ్వరాదు. దానివలన ధాతుతీగెలు బయటపడి హ్రస్వవలయములు ఏర్పడును. అవి చీకిపోవడము ఆరంభముకాగానే క్రొత్త తీగెలు వేయవలెను; 10. తివాసీల క్రింద నుండి ప్లగ్ తీగెలు పోనివ్వరాదు. తివాసీలపై నడుచుట వలన తీగెలపై విద్యుత్ బంధనముపోవును; 11. ప్లగ్ తీగెలతో జాయింటులు చేయకూడదు; 12. పైనుండి వ్రేలాడు ప్లగ్ తీగెలనుండి ఏవస్తువులను వ్రేలాడ తీయకూడదు. అందువలన సీలింగ్‌రోజ్ వద్ద క్రిందికి ఒత్తిడి ఎక్కువ అయి ప్లగ్ తీగె సాగును; 13. దీపమును లేదా హోల్డర్‌ను పట్టుకొనే ముందు స్విచ్చి తీసి వేయవలెను; 14. గోడమీద స్విచ్చి, ప్లగ్ పాయింటులకు పైన, అడుగునుండి కేబిల్ తీగెను వేసిన నేలమీద మేకులు కొట్టరాదు; 15. మడతపెట్టిన ప్లగ్ తీగెను విద్యుత్ పరికరములకు ఉపయోగించకూడదు; 16. ప్లగ్‌నుతీయనిదే హీటర్ ఫిలమెంట్‌ను తాక కూడదు; 17. ప్లగ్‌లను, ధాతువుతో చేసిన స్విచ్చీలను తడిచేతులతో అంటుకొన కూడదు; 18. ప్లగ్‌లను, వాటి తీగెలను పట్టుకొని లాగకూడదు. ప్లగ్ లాగవలెను.

తరుచుగా చేయవలసిన తనిఖీ: ఇండ్లలోనివిద్యుత్‌విధానమును మూడు నెలలకు ఒకసారి తనిఖీ చేయుట మంచిది.

దీపములు-షేడులు : 1. బల్బులను తడితోలుతో తుడిచి పొడిగుడ్డతో మెరుగు పెట్టవలెను; 2. ప్లగ్ తీగెను తడి గుడ్డతో తుడవరాదు; 3. నల్లబడిన దీపములు తీసివేసి క్రొత్తవి అమర్చవలెను; 4. కడుగుటకు వీలయిన షేడులను తీసి కడిగి, ఆరబెట్టి మెరుగుపెట్ట వలెను.

దీపముల స్విచ్చీలు : మిణుకు మిణుకుమను దీపముల స్విచ్చీలను, గురగుర శబ్దము చేయు రేడియో స్విచ్చీలను వెంటనే పరీక్షచేయవలెను; పగిలిన డిప్పలు గల స్విచ్చీలు ప్రమాదకరమైనవి.

దీపములకు కలిపిన ప్లగ్స్ తీగె : ప్లగ్స్ తీగెను పరీక్షించుచు, పూర్తిగా విద్యుత్ బంధనము పోకపూర్వమే క్రొత్త తీగె వేయించవలెను.

ఫ్యూజు వేయుట : క్రొత్త ఫ్యూజును వేయునప్పుడు 1. ప్రధాన స్విచ్చిని వేసి విద్యుత్తును నిలుపుదల చేయవలెను; 2. లోపము ఉన్న విద్యుత్ పరికరమును తీసివేసి క్రొత్తది వేయవలెను. లేనిచో క్రొత్త ఫ్యూజు కూడ మరల పోవును; 3. సరియైన ఫ్యూజువేయవలెను. ఫ్యూజును క్రింది విధముగా ఎన్నుకో వచ్చును.

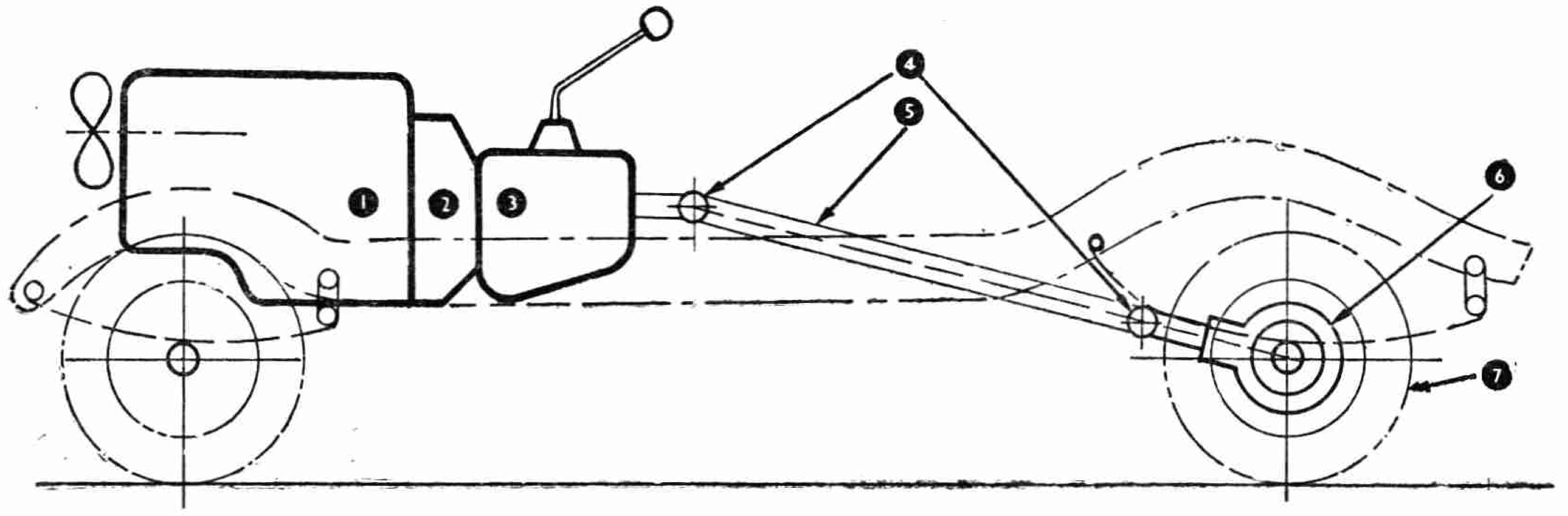
$$\text{ఫ్యూజు తీగె యొక్క సైజు (ఆంపియర్‌లలో)} = \frac{\text{పరికరము యొక్క సైజు (వాట్టులలో)}}{\text{విద్యుత్ సరఫరా యొక్క వోల్టేజీ}}$$

ఉదా : 250 వోల్టులతో పనిచేయు 2 కిలోవాట్టుల కుంపటికి 2000/250 = 8 ఆంపియర్‌ల ఫ్యూజును ఉపయోగించవలెను ఈ సైజుకి దగ్గరగా లభించు ఫ్యూజు 10 ఆంపియర్‌ది. కనుక, అది వేయవలెను; 4. ఫ్యూజు తీగెను సవ్యదిశలో వాషర్ క్రింద పెట్టి టెర్మినల్ స్క్రూని గట్టిగా బిగించవలెను; 5. ఫ్యూజు వేసిన పిదప ప్రధాన స్విచ్చిని వేయవలెను. వి. వి. ఎల్. రా.

గేర్ బాక్స్ : గేర్ బాక్స్ ఒక వ్యావర్తనము (టోర్క్) వద్ద శక్తిని గ్రహించి వేరొక వ్యావర్తన, వేగముల వద్ద దానిని అందించుటకు ఉపకరించు సాధనము. అది రంపము వలె పండ్లు కల గేర్ పంక్తి ఉంచబడిన పెట్టె. గేర్ బాక్స్ వలన లభించు ఆదాన (ఇన్‌పుట్), ప్రదాన (ఔట్‌పుట్)

వేగముల నిష్పత్తికి గేర్ నిష్పత్తి అని పేరు. గేర్ నిష్పత్తులు ఎక్కువగా లభించునపుడు వాటిలో కావలసిన నిష్పత్తిని ఎంచుకొనుటకు ఏర్పాటు చేయబడును.

గేర్‌బాక్స్‌ల ఉపయోగములు : 1. మోటారుకారుల [చూ. చిత్రము - 1] చక్రములకు వేర్వేరు వేగములు,



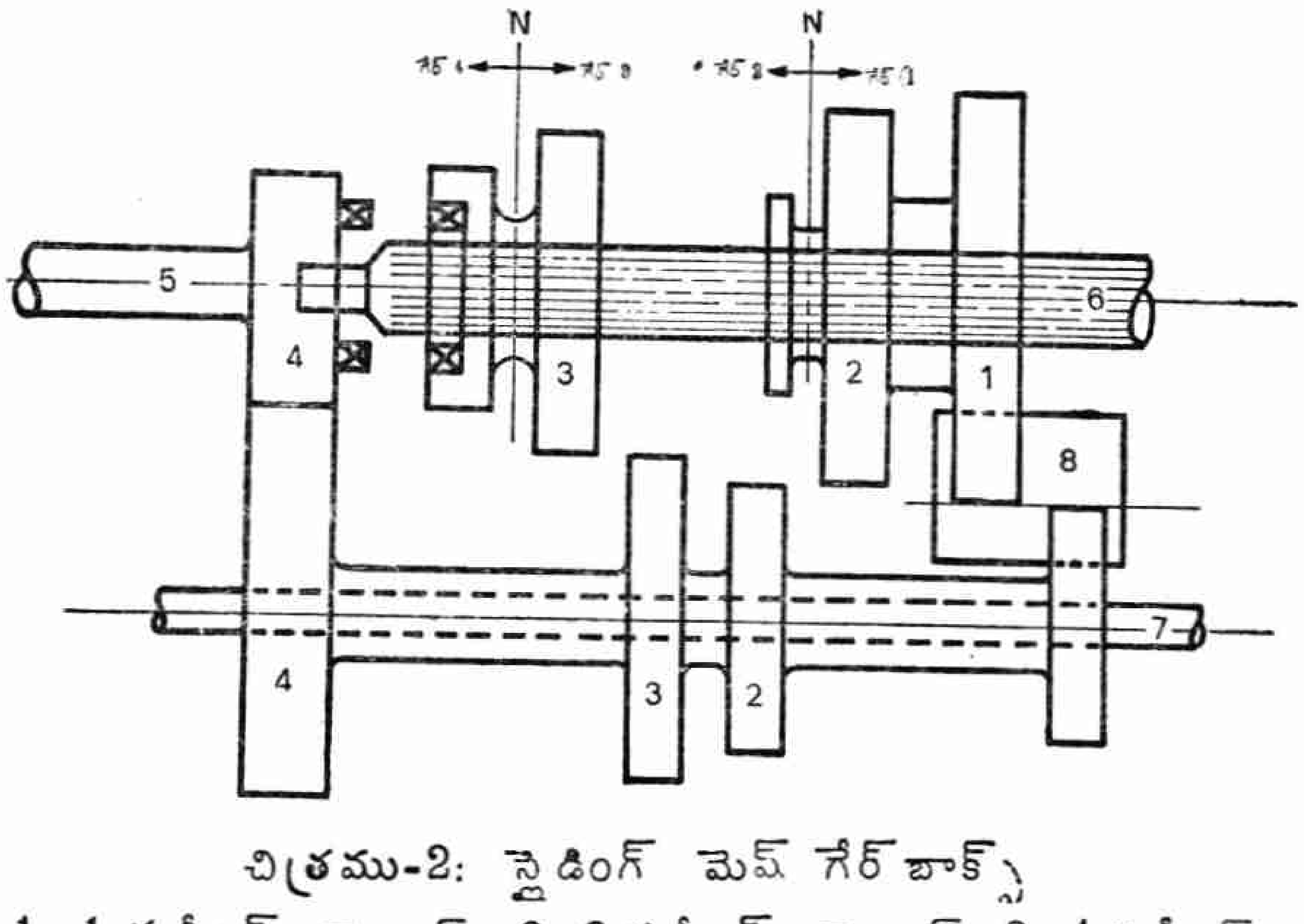
చిత్రము - 1

ఆటోమొబైల్‌లో శక్తి ప్రసార పద్ధతియొక్క విన్యాసము.

1. ఇంజను; 2. క్లచ్; 3. గేర్ బాక్స్; 4. యూనివర్సల్ జాయింటు; 5. ప్రొపెల్లరు దండము; 6. ఇరుసు కూర్పు; 7. చక్రము.

వ్యావర్తనములు లభింపజేయుట; 2. వాహనములలో స్టీరింగ్ గేర్‌బాక్స్ రూపమున వాటి స్టీరింగ్ ప్రయత్నమును తగ్గించుట; 3. విమానములలోను, నౌకలలోను ఇంజనునుండి ప్రొపెల్లర్‌కు వేగమును తగ్గించుట; 4. లేతులకు, మిల్లు యంత్రములకు, తొలుపుడు యంత్రములకు భిన్నవేగములు లభింపజేయుట. ఇవి కాక ఇతర వినియోగములు కూడ కలవు.

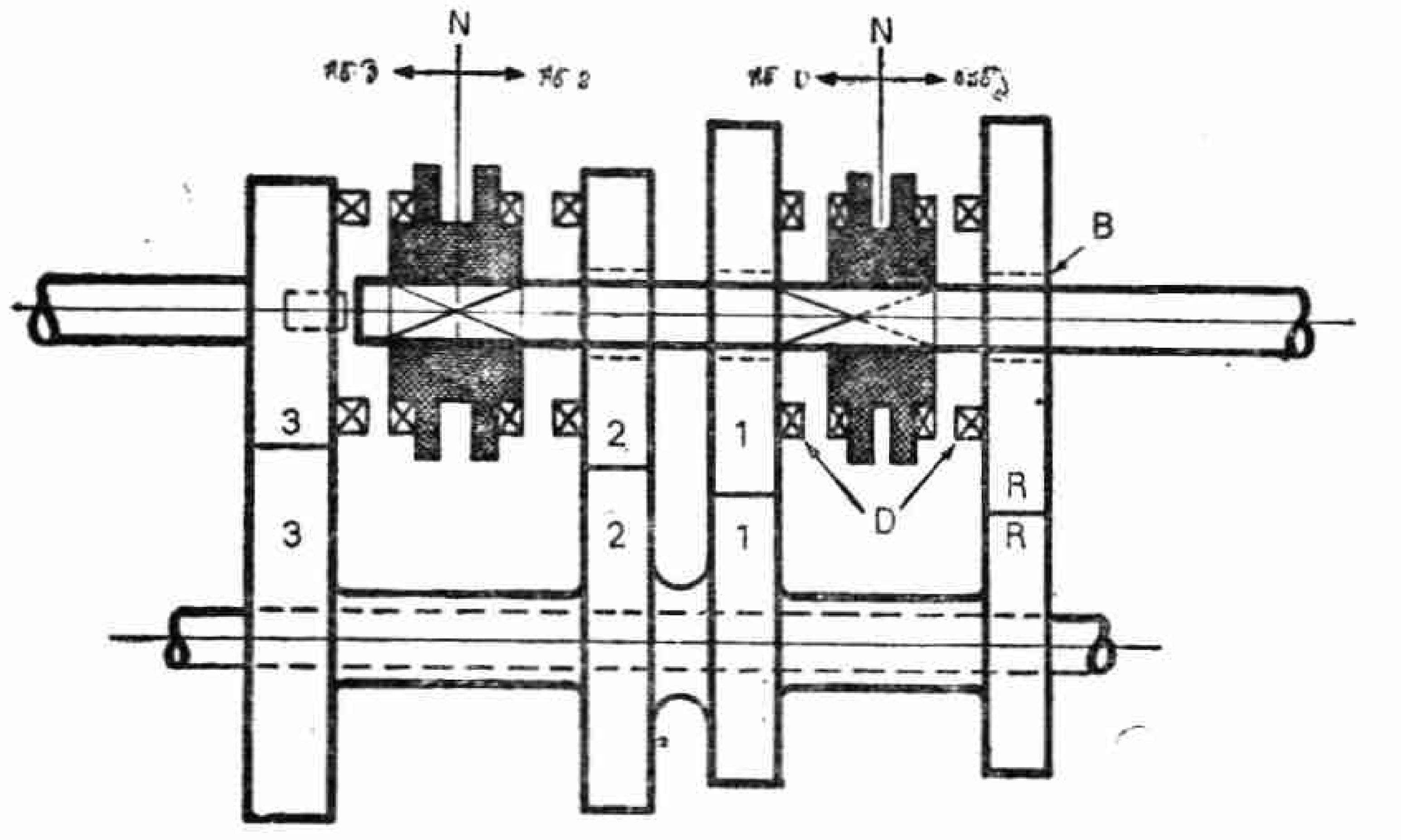
గేర్ బాక్స్‌లలో అత్యంత సరళమైనది, ప్రాచీనమైనది స్లైడింగ్ మెష్ గేర్ బాక్స్ [చూ. చిత్రము - 2]. ఇది ముళ్ళ



చిత్రము-2: స్లైడింగ్ మెష్ గేర్ బాక్స్

1. 1 వ స్పీడ్ గ్రెయిన్; 2. 2 వ స్పీడ్ గ్రెయిన్, 3. 4 వ స్పీడ్ గ్రెయిన్; 4. 1 వ రిడక్షన్ గ్రెయిన్; 5. క్లచ్ దండము (ప్రదానము); 6. ప్రధాన దండము (ఆదానము); 7. లేషాఫ్ట్; 8. రివెర్స్ ఐడ్లర్.

చక్రము మాదిరి గేర్‌లను వాడును. ఆయా గేర్‌లను వాటి అక్షముల మీదుగా భ్రమించుచున్నపుడే వలకన్ను (మెష్) లోనికి జరిగించి, వేర్వేరు వేగములు సాధింపవచ్చును. పని ప్రారంభమునకు ముందు గేర్‌ల వేగములను సమానము చేయని ఎడల గేర్ ముండ్లు ఢక్కా తినుటయు, పని జరుగునపుడు మ్రోత పుట్టుటయు జరుగును. కాన్‌స్టెంట్ (స్థిర) మెష్ గేర్‌బాక్స్‌లో [చూ. చిత్రము - 3] గేర్‌లు హెలిక్స్ వక్రముల మాదిరిగ



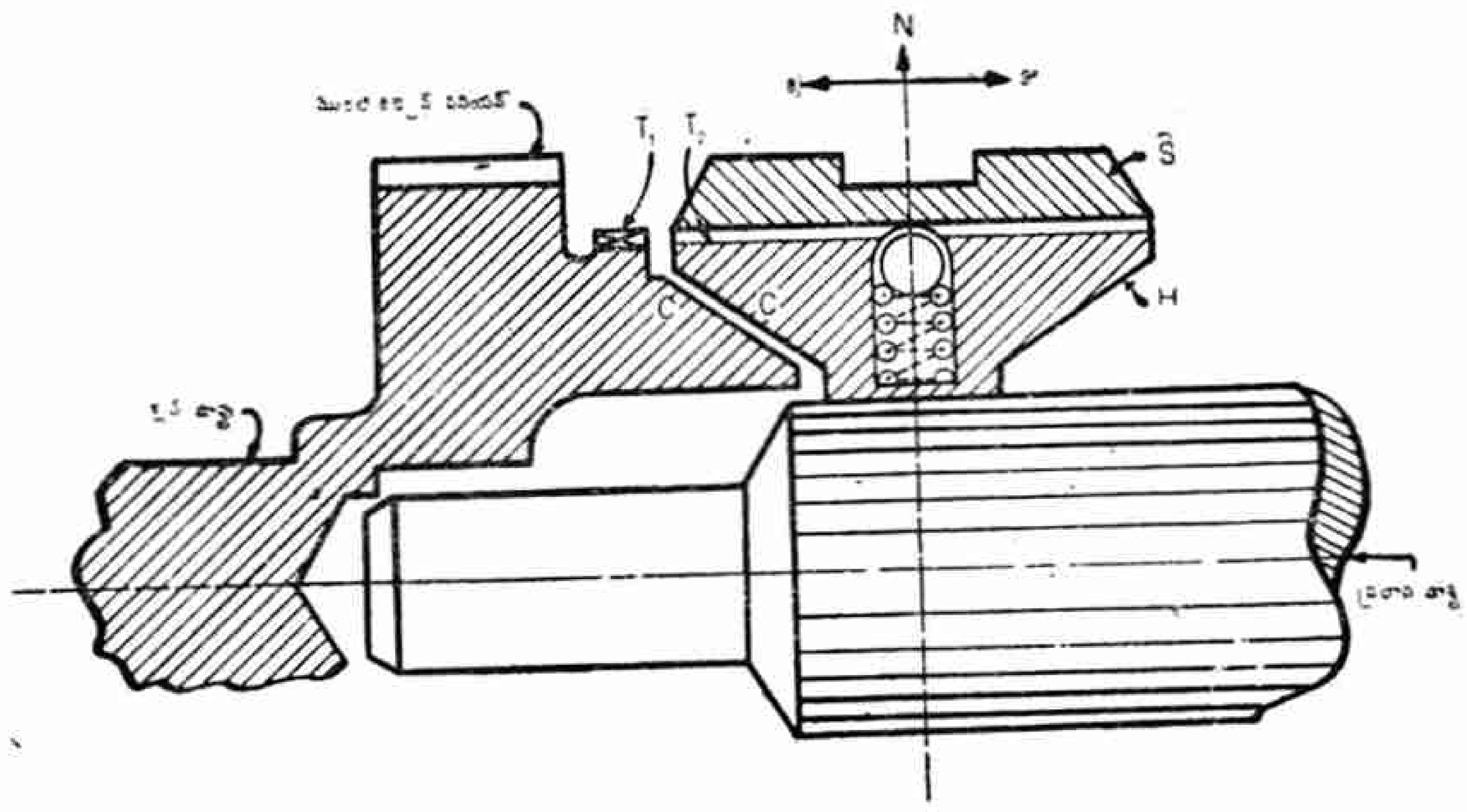
చిత్రము - 3

కాన్‌స్టెంట్ మెష్ గేర్ బాక్స్

B స్పీడ్ రివెర్స్), R. రివెర్ గ్రెయిన్, 1. 1 వ స్పీడ్ గ్రెయిన్, 2. 2 వ స్పీడ్ గ్రెయిన్. 3. 1 వ రిడక్షన్ గ్రెయిన్, S. నీడల్ బేరింగులు, D. డాగ్ క్లచ్.

ఉండును. ఇవి పనిచేయునపుడు ముండ్ల చక్రపు గేర్‌లవలె అంతగా చప్పుడు చేయవు. గేర్‌లు అన్నియు ఎల్లపుడు వలకన్నులోనే ఉండును. అయితే, ప్రధాన దండము మీది గేర్‌లు వాటి బేరింగు (అక్షనాభి)ల మీదుగానే తిరుగును. కావలసిన గేర్ నిష్పత్తిని ఎంచుకొనుటకు అందుకు సంబంధించిన గేర్ చక్రమును 'డాగ్ క్లచ్' ల సహాయమున

ప్రధాన దండముతో జతచేయుదురు. కాన్‌స్టెంట్ మెష్ గేర్ బాక్సుకు గేర్‌లను ఏకకాలమందే పనిచేయించు పరికరమును కూడ చేర్చినచో పని ప్రారంభమునకు ముందు డాగ్ క్లచ్‌ల వేగములు సరిసమానములగును. దీనికి సింక్రో మెష్ గేర్ బాక్స [చూ. చిత్రము-4] అని పేరు. ఎపిసైక్లిక్ లేదా

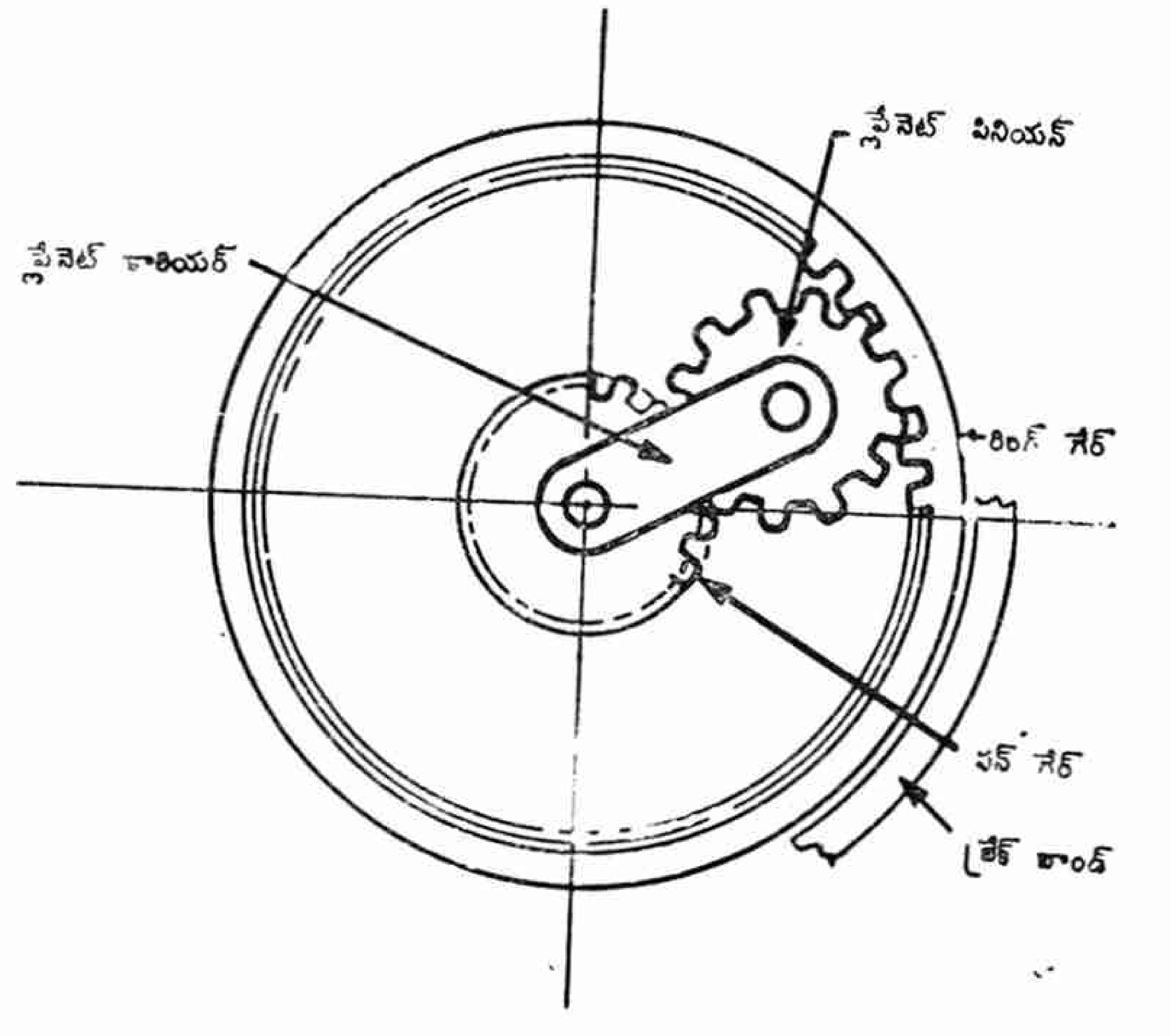


చిత్రము - 4

సింక్రో మెష్ గేర్ బాక్స.

T_1, T_2 పోజిటివ్ డాగ్ టీత్, C. శంకు క్లచ్, S. స్లైడింగ్ కాలర్, H. సింక్రో నైజర్ పిడి.

ప్లానిటరీ (గ్రహరూప) గేర్ బాక్స [చూ. చిత్రము-5] లోన కూడ గేర్ చక్రములు అన్ని పంక్తులందు స్థిరముగా వల

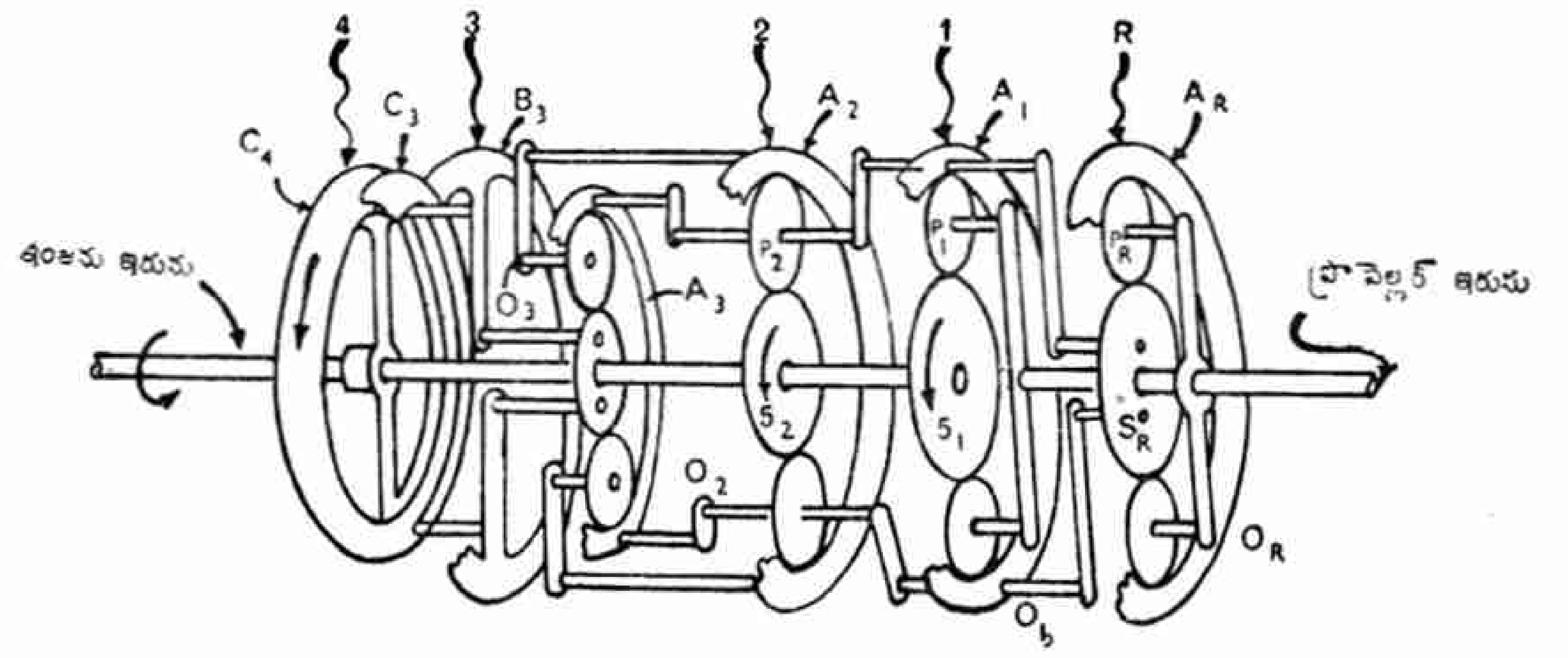


చిత్రము - 5

ఎపిసైక్లిక్ లేదా ప్లానిటరీ గేర్ బాక్స.

కన్నునందే ఉండును. ప్రతి గేర్ పంక్తితోను కనీసము ఒక గేర్ చక్రముయొక్క అక్షమైన గేర్ బాక్స అక్షము చుట్టు తిరుగును. ఘర్షణ బ్రేకును ఉపయోగించి కాని, రెండిటిని ఘర్షణ క్లచ్ సహాయమున జతచేసి కాని గేర్ పంక్తిలోని ఒక గేర్‌ను నిలిపివేసి, కావలసిన వేగములను సాధింపవచ్చును.

పైన చెప్పిన గేర్ బాక్సులు అన్నియును కొన్ని స్థిర నిష్పతులను మాత్రమే ఇవ్వగలవు. హైడ్రోడైనమిక్ టార్క్ కన్వర్టర్ గరిష్ఠ నిష్పత్తి నుండి కనిష్ఠ నిష్పత్తి వరకు అవిచ్ఛిన్నముగా మారు గేర్ నిష్పత్తులను సమకూర్పగలదు. ఆధునిక స్వతశ్చలిత ప్రసారములలో పై పరికరమును, ప్లానిటరీ గేర్ బాక్సను వరుసగా అమర్చి వినియోగింతురు.



చిత్రము - 6

విల్సన్ ప్రీ సెలక్టర్ గేర్ బాక్స.

రివెర్స వేగమునకు R, 1 వ వేగమునకు 1, 2వ వేగమునకు 2, 3 వ వేగమునకు 3 సంధింపుము. 4 వ వేగమునకు క్లచ్ CC ప్రయోగింపుము.

ఇందు ఒక వేగమునుండి మరొక వేగమునకు మారుట భారీ పరిస్థితులపై ఆధారపడిన అనుకూల నిష్పత్తి వద్ద తనంతట తానే జరుగును. పైన పేర్కొన్న కన్వర్టర్‌ను, గేర్ బాక్సను సమానాంతరముగా ఉంచి ప్రసారములలో ఎక్కువ సామర్థ్యమును సాధించుట ఇటీవల వెలుగు చూచిన పురోగతి. చంద్ర.

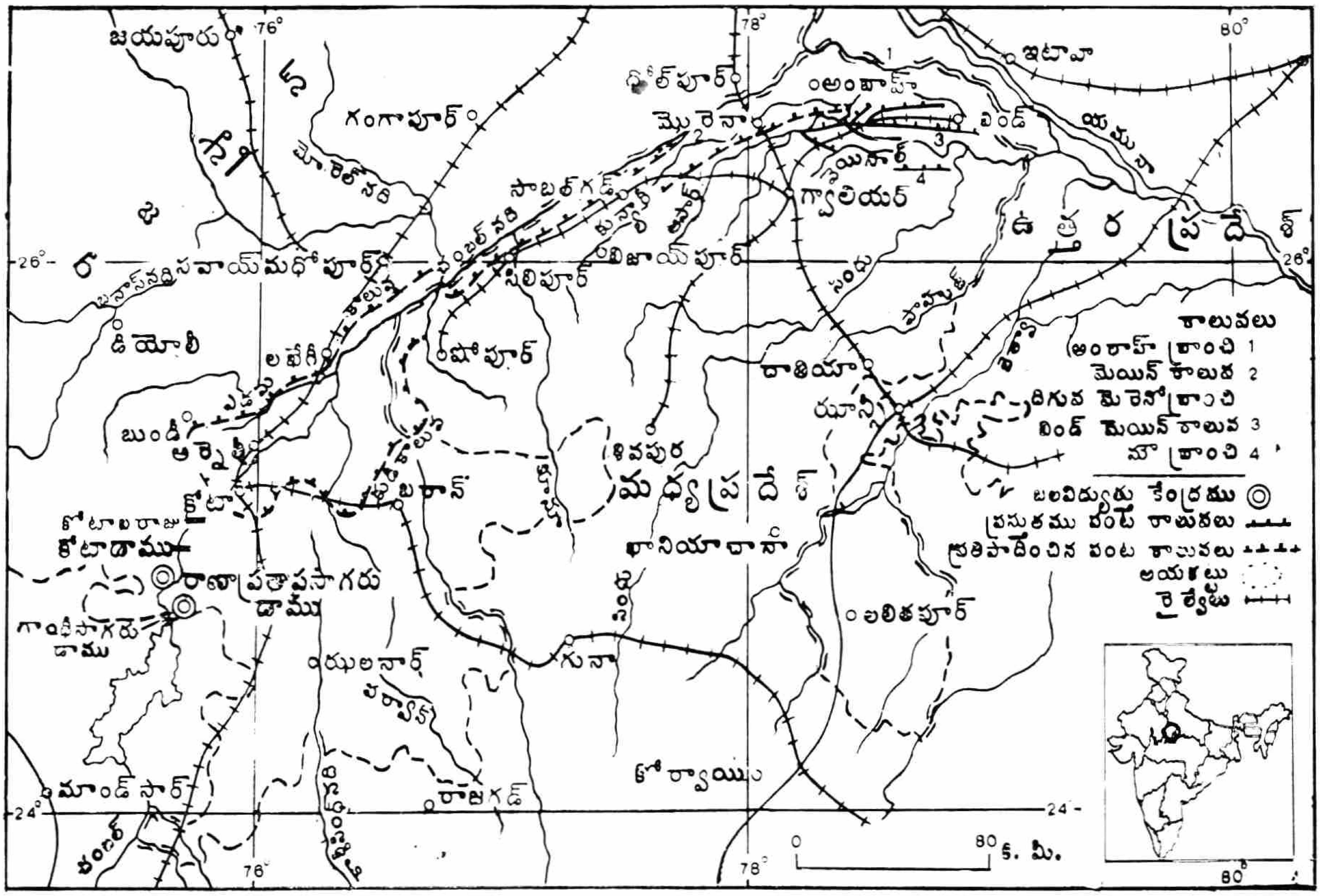
గేర్‌లు: చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు-పు. 197.

గైడెడ్ మిసైల్‌లు: చూ. మిసైల్‌లు, గైడెడ్.

గొట్టపు బావులు, నీటి సరఫరా: చూ. పాతాళ గంగ.

గోడర్డ్, రాబర్ట్ హచ్చింగ్ (1882-1945): యునైటెడ్ స్టేట్స విజ్ఞాని. ఆధునిక రాకెట్లకు, అంతరిక్ష యానమునకు మూలపురుషుడు. వార్సెస్టర్ (మసాచుసెట్స)లో జననము. వార్సెస్టర్ పాలీ టెక్నిక్ నుండి పట్టభద్రుడు. క్లార్క్ యూనివర్సిటీ భౌతికశాస్త్ర విభాగములో 1914 లో ప్రవేశించి 1919 ప్రొఫెసర్ అయ్యెను. క్లార్క్ యూనివర్సిటీ భౌతికశాస్త్ర ప్రొఫెసర్‌గను, ప్రిన్స్‌టన్ యూనివర్సిటీ రిసెర్చి ఫెలోగను రాకెట్లపై అవిరళ ప్రయోగములు చేసెను.

చాల ఎత్తుకు పోగల రాకెట్ల నమూనా తయారుచేసి, వాటిని గోడర్డ్ నిర్మించెను. ద్రవ ఇంధన రాకెట్లపై అనేక పరిశోధనలు చేసి తుదకు 1926 లో ద్రవ ఇంధన



చంబల్ లోయను సూచించు పటము

గాంధీసాగరు డాము (చంబల్ లోయ)

Blank Page

రాకెట్‌ను ప్రప్రథమముగ నిర్మించుటలో కృతకృత్యు డయ్యెను. నిర్వాత ప్రదేశములో రాకెట్ పనిచేయునని మొదట నిరూపించినది, శబ్ద వేగమును మించిన వేగముతో పోగల మొట్టమొదటి రాకెట్‌ను 1935లో ప్రయోగించినది ఇతడే. రాకెట్లు పనిచేయు సిద్ధాంతమును, రాకెట్లలో ఆటోమాటిక్ స్టీరింగు పద్ధతిని, ఇంకను పెక్కు నూతన రాకెట్ల పద్ధతులను గోడర్డ్ కల్పన చేసెను. ఆదిలో చంద్ర గోళ మానవుడుగ, స్వప్నకారిగ పరిహసింపబడినప్పటికిని తన కృషి గొప్పతనమును విశ్వవ్యాప్తముగ గుర్తించబడు వరకు జీవించిన ధన్యజీవి గోడర్డ్. పా. ల. నా.

గ్యూటెన్‌బర్గ్, జాన్ (ర. 1400 - 1468) : జర్మను జాతీయుడు; కదలు అచ్చులతో ముద్రణ పద్ధతిని కనిపెట్టిన మొదటివాడు. ఇతనికి పూర్వము కొయ్య దిమ్మెలపై మాటలను చెక్కి ముద్రణ జరుగుచుండెను. ఒక్కొక్క అక్షరమునకు ఒక్కొక్క దిమ్మను ఉపయోగించు పద్ధతిని ప్రవేశపెట్టినది ఇతడే [చూ. పు. 72].

గ్యూటెన్ బర్గ్ మెయిన్జ్ (జర్మనీ) లో ఒక సంపన్న కుటుంబమున పుట్టెను. రాజకీయ అలజడుల మూలమున ఇతని తలిదండ్రులు తమ ఆస్తిని కోలుపోయి, స్వస్థలమును విడిచి వెళ్ళవలసి వచ్చెను (1420). అందువలన ఇతడు జర్మనీ, ఇటలీ, స్విట్జర్లండ్, హాలెండ్ దేశములలో బికారియై తిరిగి, తుదకు స్ట్రాస్‌బర్గ్ (జర్మనీ) లో స్థిరపడి, ముద్రణ ప్రయోగములను ఉపక్రమించెను. కత్తి, కొయ్య ముక్కలు ఇతని మొదటి పనిముట్లు. కొయ్య దిమ్మెలపై అక్షరములను చెక్కి, ఆ దిమ్మెలను నల్లని ద్రవములో ముంచి, తోలు కాగితముపై అక్షరములు ముద్రింపబడు నట్లు ఆ దిమ్మెలను గట్టిగా నొక్కెను. దిమ్మెలకు కన్నములు పొడిచి, త్రాటితో వాటిని కలయగట్టెను.

గ్యూటెన్‌బర్గ్ 1448 లో మెయిన్జ్‌కు తిరిగి వచ్చి, ఫస్ట్ అనువాని పెట్టుబడితో ముద్రణ యంత్రమును నెల కొల్పి, 42 పంక్తులు గల బైబిలును ముద్రించెను. తరువాత మరికొన్ని గ్రంథములు అచ్చువేసెను. 5 ఏండ్ల తరువాత ఫస్ట్ అతనితో లావాదేవీలు పడి తన పెట్టుబడి క్రింద ముద్రణ యంత్రమును స్వాధీనపరుచుకొనెను. అయినను గ్యూటెన్‌బర్గ్ మరియొక మిత్రుని ఆర్థిక సహాయముతో ముద్రణ వ్యాపారము కొనసాగించెను. ఆ. వెం.

గ్రానైట్ : చూ. అగ్నిశిలలు - పు. 168.

గ్లైడర్ : చూ. విమానము.

చంబల్ లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక : చర్మణ్వతి అను ప్రసిద్ధ ప్రాచీన నామము కల చంబల్ నది యమునా నది ఉపనదులలో కెల్ల పెద్దది. ఇది మధ్యప్రదేశ్‌లో వింధ్య పర్వతములలో పుట్టి, రమారమి 965 కి. మీ. ప్రవహించి, మురద్‌గంజ్ వద్ద యమునలో కలియుచున్నది. తన ప్రవాహ మార్గమున చంబల్ మొదట 274 కి. మీ. పూర్తిగా మధ్యప్రదేశ్‌లోను; తరువాత కొంతదూరము మధ్యప్రదేశ్, రాజస్థాన్ రాష్ట్రములకు సరిహద్దుగను; తదుపరి 152 కి. మీ. పూర్తిగా రాజస్థాన్‌లోను; పిదప కొంతదూరము మధ్యప్రదేశ్, ఉత్తరప్రదేశ్ రాష్ట్రములకు సరిహద్దుగను; చివరకు 40 కి. మీ. పూర్తిగా ఉత్తర ప్రదేశ్‌లోను పారుచున్నది. ఈ నదియొక్క మొత్తము పరీవాహప్రాంతము 14, 32, 270 చ. కి. మీ. అందులో 1,100 చ. కి. మీ. ప్రాంతము మధ్యప్రదేశ్‌లోను, 76,858 చ. కి. మీ. ప్రాంతము ఉత్తర ప్రదేశ్‌లోను, మిగిలినది రాజస్థాన్‌లోను కలదు. చంబల్ లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక 5,66,500 హెక్టేరుల విశాల ప్రాంతమునకు సేద్యపు నీరు అందించుట, చివరి దశలో 3·83 లక్షల కిలో వాట్టుల జల విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పాదించుట అను రెండు లక్ష్యములతో రూపొందింపబడినది.

ప్రపాత అభివృద్ధి : చంబల్ నది మీద మూడు చోట్ల డాములు నిర్మించి, ప్రతి డామువద్ద ఒక జలప్రపాతమును ఏర్పాటుచేయుట అనునది చంబల్ ప్రణాళికలోని విశిష్టత. ఇట్టి ప్రపాతరూపమైన అభివృద్ధికి చంబల్‌లోయయొక్క వాలు చాల అనుకూలపడును. ఈ నదీప్రవాహ మార్గము 965 కి. మీ. పొడవుకు సుమారు 731 మీ. మేరకు ఏట వాలుగ ఉన్నది. నదీ ప్రవాహము ఎగువనుండి ప్రారంభించి వరుసగా గాంధీ సాగరు డాము, రాణాప్రతాప సాగరు డాము, జవాహర్ సాగరు డాము అను మూడు డాములును; చివరి డామునకు కొంత దిగువన కోటా బరాజు అను బరాజును; ప్రతి డాము క్రిందిభాగమున ఒక జల విద్యుత్ కేంద్రమును నిర్మించుట పై ప్రణాళికలోని ముఖ్య భాగములు.

గాంధీ సాగరు డాము : ఇది గ్రావిటీ డాము - రాతి నిర్మాణము. తన శీర్షమువద్ద 516 మీ. పొడవు ఉండును; అట్టడుగు పునాదినుండి 64 మీ. పైకి లేచును. దీని స్థూలపు నీటినిల్వ 6,594 కోట్ల ఘ. మీ.; నికరపునిల్వ 5,638 కోట్ల ఘ. మీ. 183 మీ. పొడవు కల స్పిల్ వే (డాము జలాశయము నిండిపోగా అదనపు ప్రవాహ జలము పోవుటకు ఏర్పరచిన మార్గము) మీద పది క్రెస్టు గేటులు (18·28 × 8·53) నెలకొల్పబడినవి. వీటి ద్వారా సెకనుకు 13,705 ఘ. మీ. చొప్పున అదనపు నీరు పైకి పోవును. డాములో అడుగున పంటనీటి కాలువ లోనికి నీరు పోనిచ్చుటకు 9 తూములు కట్టబడినవి. అవసరమును బట్టి డాము క్రింద

నున్న జల విద్యుత్ కేంద్రమునుండి విడుదల అగు నీరు కూడ పంట కాలువలోనికి మళ్ళింపబడును.

డాము క్రింద నిర్మింపబడిన విద్యుత్ కేంద్రములో 5 యూనిట్‌లు కలవు. ఒక్కొక్క యూనిట్ యొక్క ప్రతి స్థాపిత సామర్థ్యము 23,000 కిలోవాట్టులు. గాంధీ సాగరు డాము నిర్మాణము 1953 లో ఆరంభింపబడి 1960 లో పూర్తిచేయబడినది. జల విద్యుత్ కేంద్రము పని 1957 లో ఆరంభింపబడినది; 1963 లో 4 వ యూనిట్ ఉత్పత్తిని ఉపక్రమించినది. డాము నిర్మాణమునకు రూ. 13.6 కోట్లు, విద్యుత్ కేంద్ర నిర్మాణమునకు రూ. 3.8 కోట్లు ఖర్చు అయినవి.

రాణా ప్రతాప సాగరు డాము: ఇది గాంధీ సాగరు డాముకు 56 కి. మీ. దిగువన ఉన్నది. ఇది కూడ రాతి కట్టడపు పనితో కట్టబడినది. దీని ఎత్తు 54 మీ.; శీర్షమువద్ద పొడవు 1,143 మీ. స్థూలపు నీటి నిల్వ 2838 కోట్ల ఘ. మీ.; సాధారణముగ ఉండు నీటి నిల్వ 1,420 కోట్ల ఘ. మీ. డామువద్ద విద్యుత్ కేంద్రము నదీగర్భము మట్టమునకు దిగువన కలదు. కేంద్రమున వాడబడిన నీరు మరల 1,466 మీ. పొడవు సొరంగముద్వారా నదిలోనికే పంపబడును. విద్యుత్ కేంద్రపు ప్రతి స్థాపిత శక్తి 90,000 కిలోవాట్టులు.

జవాహర్ సాగరు డాము: దీనికి కోటా డాము అని కూడ పేరు. ఇది కాంక్రీటుతో నిర్మింపబడిన గ్రావిటీ డాము. శీర్షమువద్ద దీనిపొడవు 336 మీ.; పునాది అట్ట అడుగునుండి దీని గరిష్ఠపు ఎత్తు 41 మీ. డామువద్ద 1,13,264 ఘ. మీ. నీరు మాత్రమే నిల్వ ఉండును. డాము క్రింద నిర్మింపబడు విద్యుత్ కేంద్రములో మూడు యూనిట్‌లు ఉండును. ప్రతి యూనిట్ సామర్థ్యము 33,000 కిలోవాట్టులు.

కోటా బరాజు: ఇది చంబల్ లోయ ప్రణాళికను అనుసరించి చంబల్ నదిపై నిర్మింపబడు కడపటి నిర్మాణము. ఈ బరాజు పొడవు 551 మీ. ఇందు రిజర్వాయరు భాగము మట్టితోను, ఎడమ పార్శ్వము రాతితోను కట్టిరి. బరాజులో స్పిల్ వే పొడవు 296 మీ. దానిమీద ఒక్కొక్కటి 12 మీ. పొడవు, అంతే ఎత్తు కల 19 రేడియల్ గేటులు కలవు. వాటిద్వారా 21,883 ఘ. మీ. వరద నీరు పైకి విడుదల అగును.

చంబల్ కాలువలు: కోటా బరాజు రెండు గట్టులనుండి రెండు పంటనీటి కాలువలు బయలుదేరును. ప్రధాన కుడి కాలువ రాజస్థాన్ గుండా పోయి, మధ్యప్రదేశ్‌లోనికి ప్రవేశించును. దీనికి 6.49 లక్షల హెక్టేరుల సేద్యపు సత్తా కలదు. పై రెండు రాష్ట్రములలోను కలిసి 4.61 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి ఈ కాలువ సేద్యపు నీరు సరఫరా చేయును. దీనినుండి సెకనుకు 189 ఘ. మీ. నీరు విడుదల అగును. ప్రధాన ఎడమ కాలువ పూర్తిగా రాజస్థాన్‌లో ఉన్నది. 1.78 లక్షల హెక్టేరుల సేద్యపు సత్తా కల ఈ కాలువ వలన 1.05 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి పంట నీరు లభించును. దీనినుండి సెకనుకు 42.5 ఘ. మీ. నీరు విడుదల అగును.

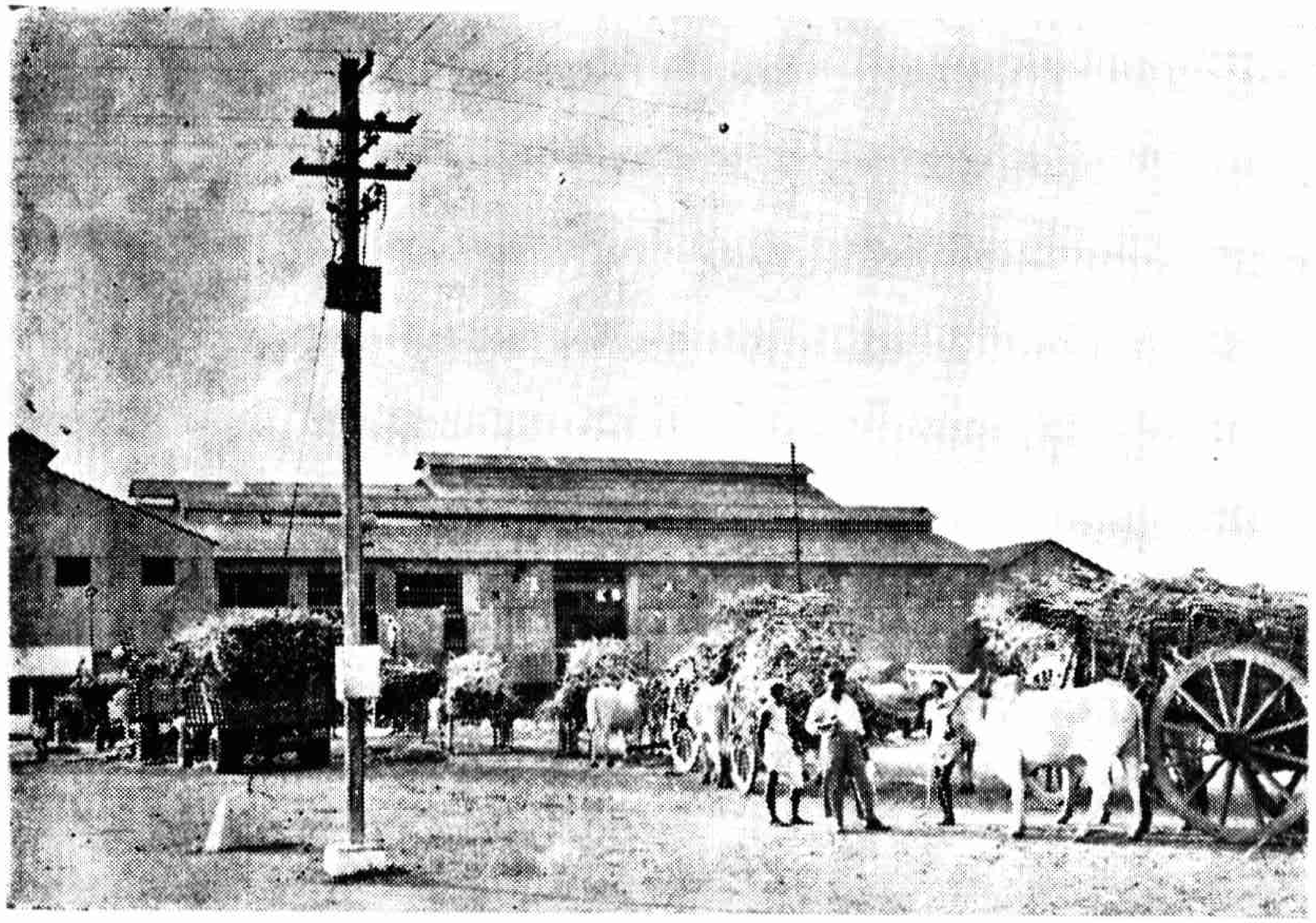
కె. వి. కృ.

చక్కెర: మానవుని శరీర పోషణకు కావలసిన ఆహార పదార్థములలో చక్కెర ముఖ్యమైనది. చక్కెర రాసాయనిక విభజనను అనుసరించి పిండిపదార్థముల జాతికి చెందును. ఈ పిండిపదార్థములు సూర్యరశ్మి, క్లోరోఫిల్ సహాయముతో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌తో నీరు సంయోగము చెందుటచే ఏర్పడిన వృక్షజాతులందు విరివిగ లభించును. చక్కెరను ముఖ్యముగా చెరకు గెడనుండియు, బీటు దుంపలనుండియు తయారుచేయుదురు. తాటి, ఈత, కొబ్బరి మాపిల్ వంటి చెట్లనుండి స్రవించు రసము (తీపికల్లు) నుండి కూడ కొలదిగ తయారగుచున్నను ఈ పద్ధతి కేవలము గృహ పరిశ్రమగ మాత్రమే పరిగణించబడుచున్నది.

పారిశ్రామికముగ చక్కెరను చెరకు, బీటునుండి ఉత్పత్తి చేయుచున్నారు. చెరకు భారతదేశము క్యూబా, మారిషస్, ఇండోనీషియా వంటి ఉష్ణప్రాంతములలో సాగుబడి అగుచున్నది [చూ. సం. 5 - పు. 818].

భారతదేశమున చక్కెర, బెల్లము తయారుచేయుటను గురించి, వాడుకను గురించి పురాణకాలమునుండియు ప్రసక్తి కలదు. పతంజలి మహర్షి 'మహాభాష్యము' నందు పాలు, బియ్యము, చక్కెర కలిపి 'పొంగలి' వంటి పదార్థములు తయారుచేయుట వివరించబడినది. క్రీ. శ. ఆరంభములో రచించిన వైద్యగ్రంథములగు చరక-సుశ్రుత సంహితలయందు చక్కెర 'సిత' అనియు, 'సితఫలము' అనియు పేర్కొనబడి, చక్కెరతో వివిధములైన పానీయములు, మధువులు తయారుచేయుట గూర్చి, శరీరముపై వాని ప్రభావమును గూర్చి చర్చింపబడినది.

భారతదేశము మొత్తము మీద చెరకు, బెల్లమే గాక, దక్షిణ భారతదేశమున తాటిబెల్లము గృహ పరిశ్రమగ అనాదినుండియు వర్ధిలుచున్నది. ఈ పరిశ్రమ కేరళ, మద్రాసు, ఆంధ్ర ప్రాంతములందు విరివిగాను, కొంతవరకు బెంగాలునందును కూడ ఉండెడిది. బీటుదుంప నుండియు, చెరకు నుండియు చక్కెరను ఉత్పత్తిచేయు పద్ధతులు నిర్దిష్టములు కానంతవరకు యూరప్ మొదలగు దేశములకు భారతదేశమునుండియే చక్కెర ఎగుమతి అగుచుండెడిది.

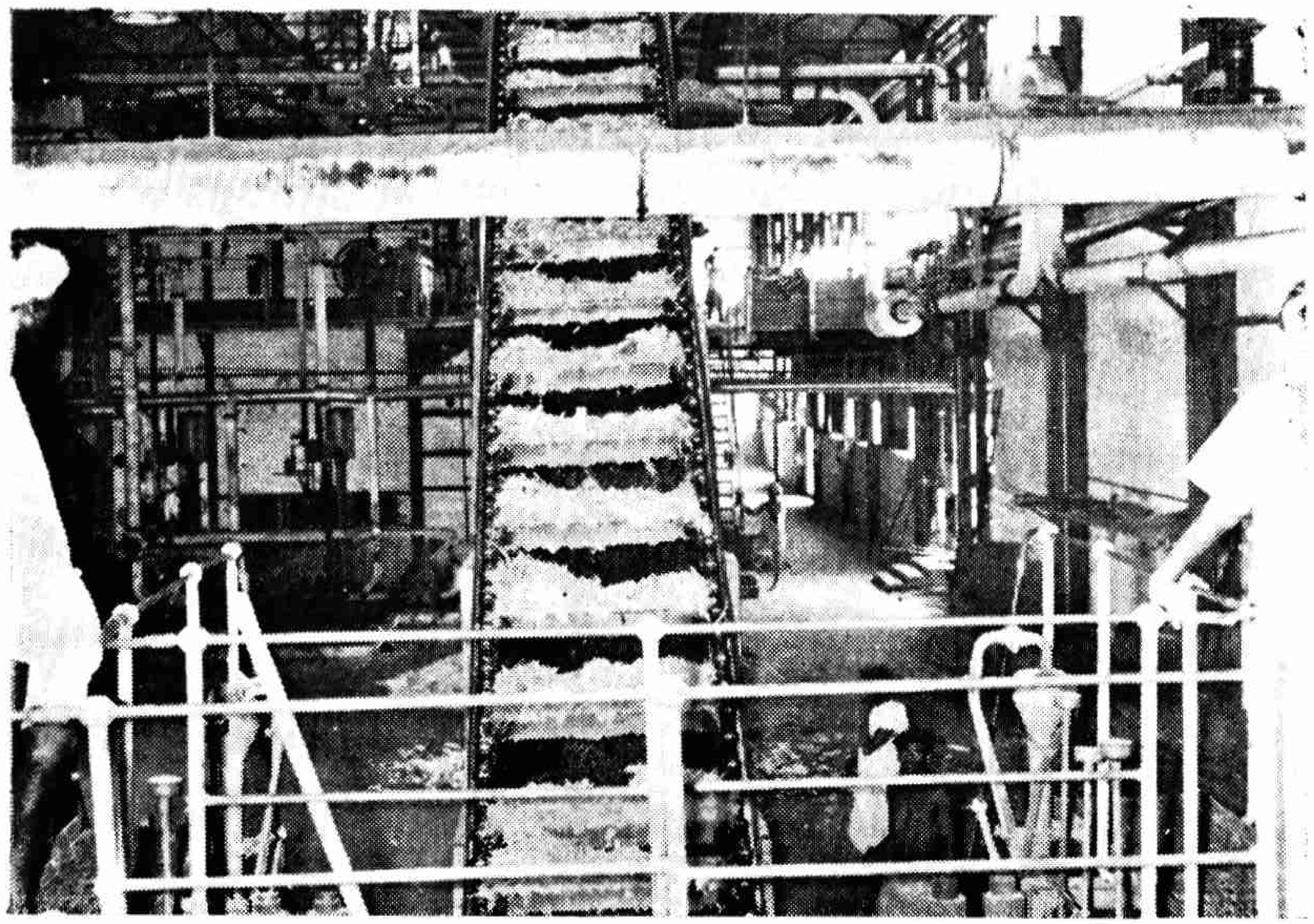


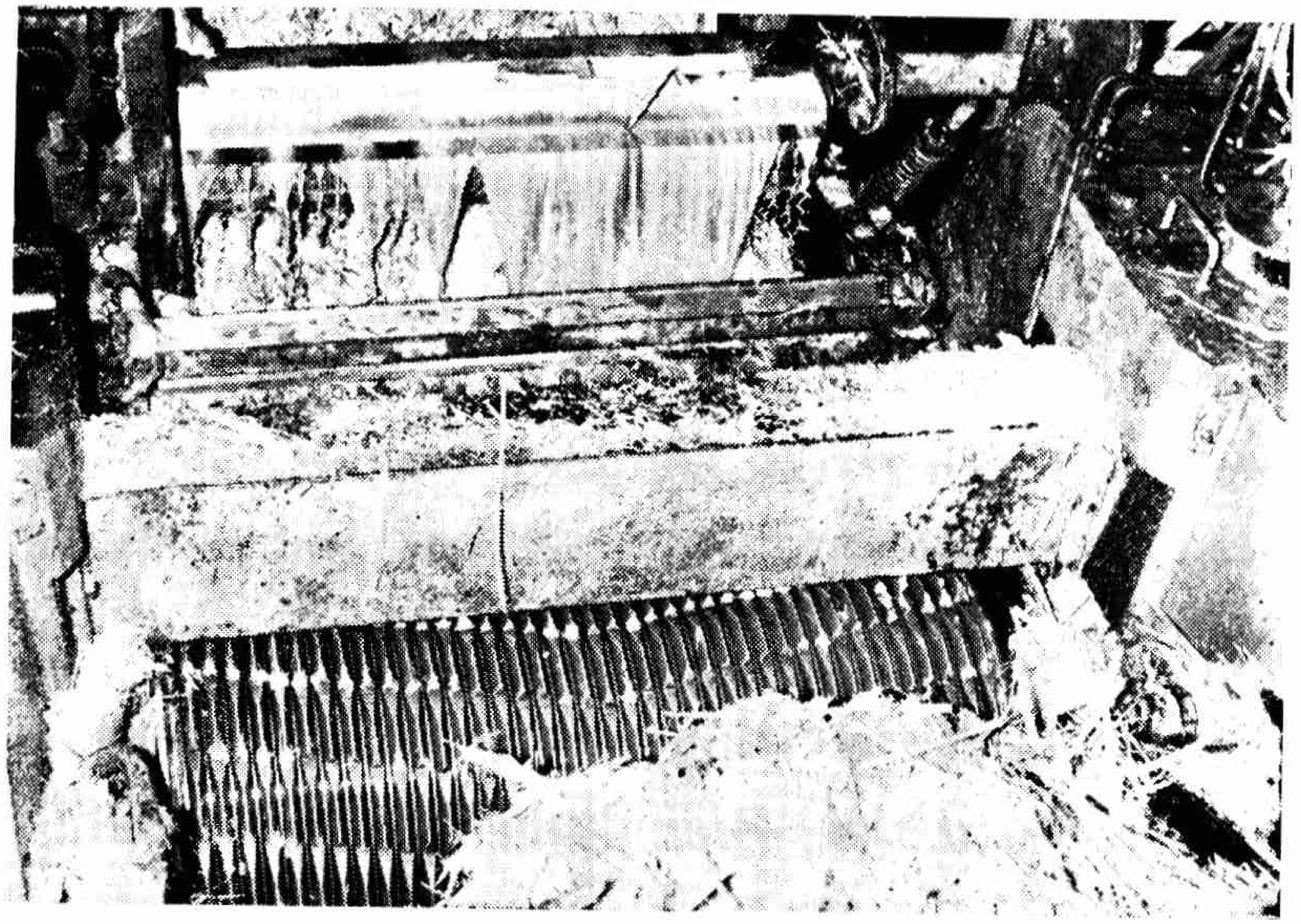
పొలమునుండి చెరకును ఫ్యాక్టరీవద్దకు లారీలు, బండ్లద్వారా తీసికొనివచ్చి ట్రాలీలలో నింపుదురు

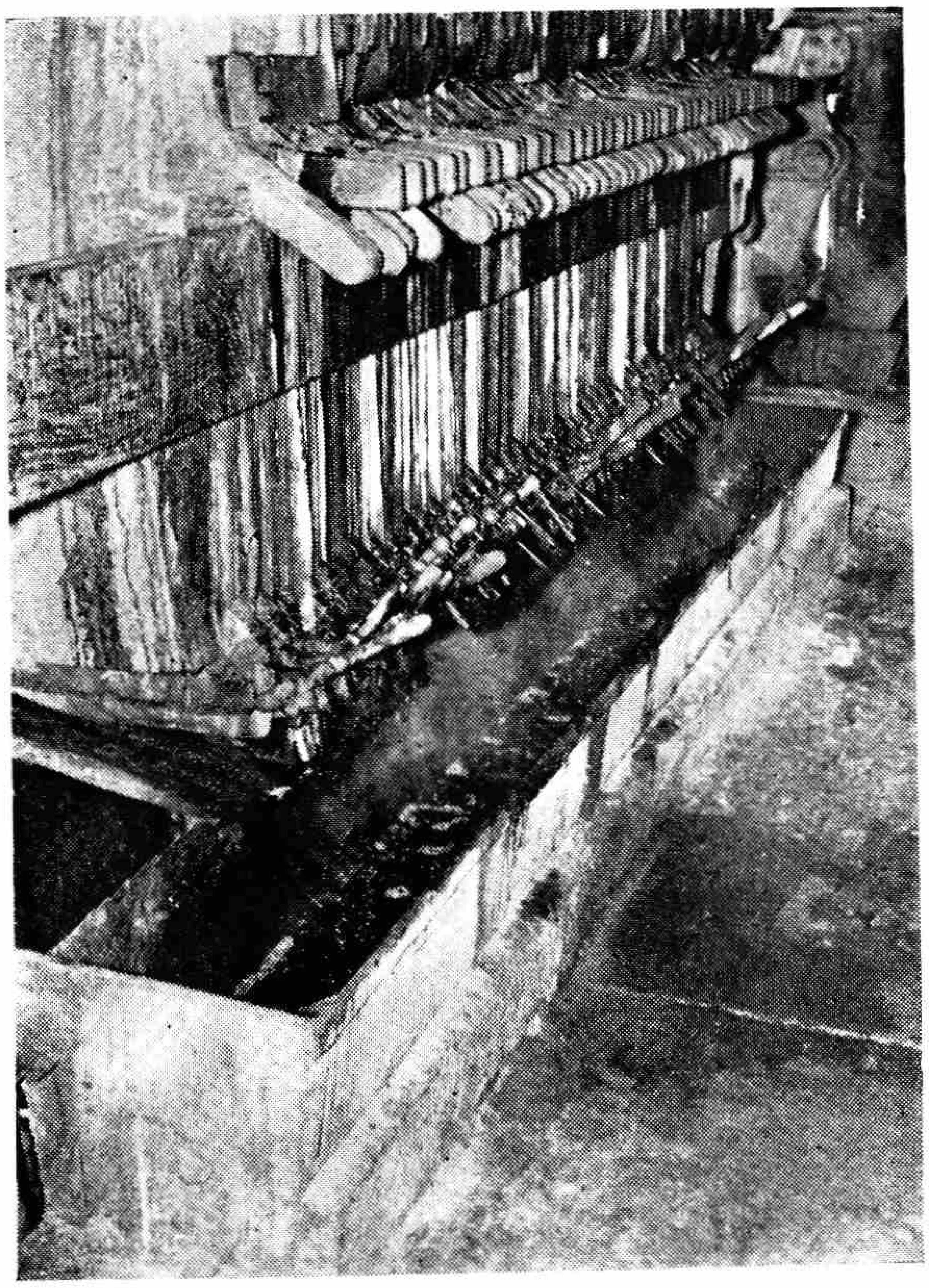
చెరకు రసమును తీయుటకు ముందు ↑

బాగజీ పిప్పి ↓

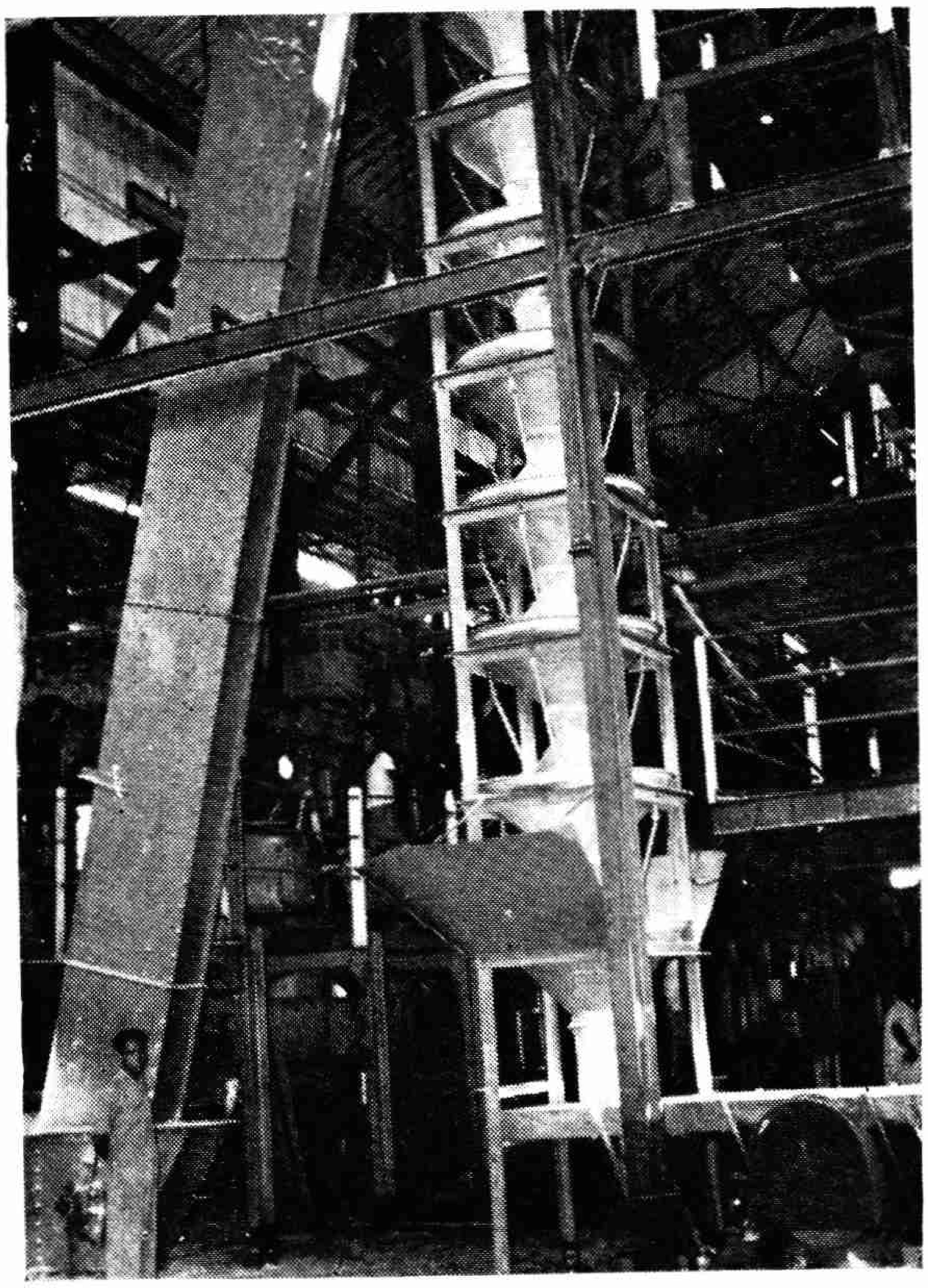
చెరకు రసము తీయుట ↓





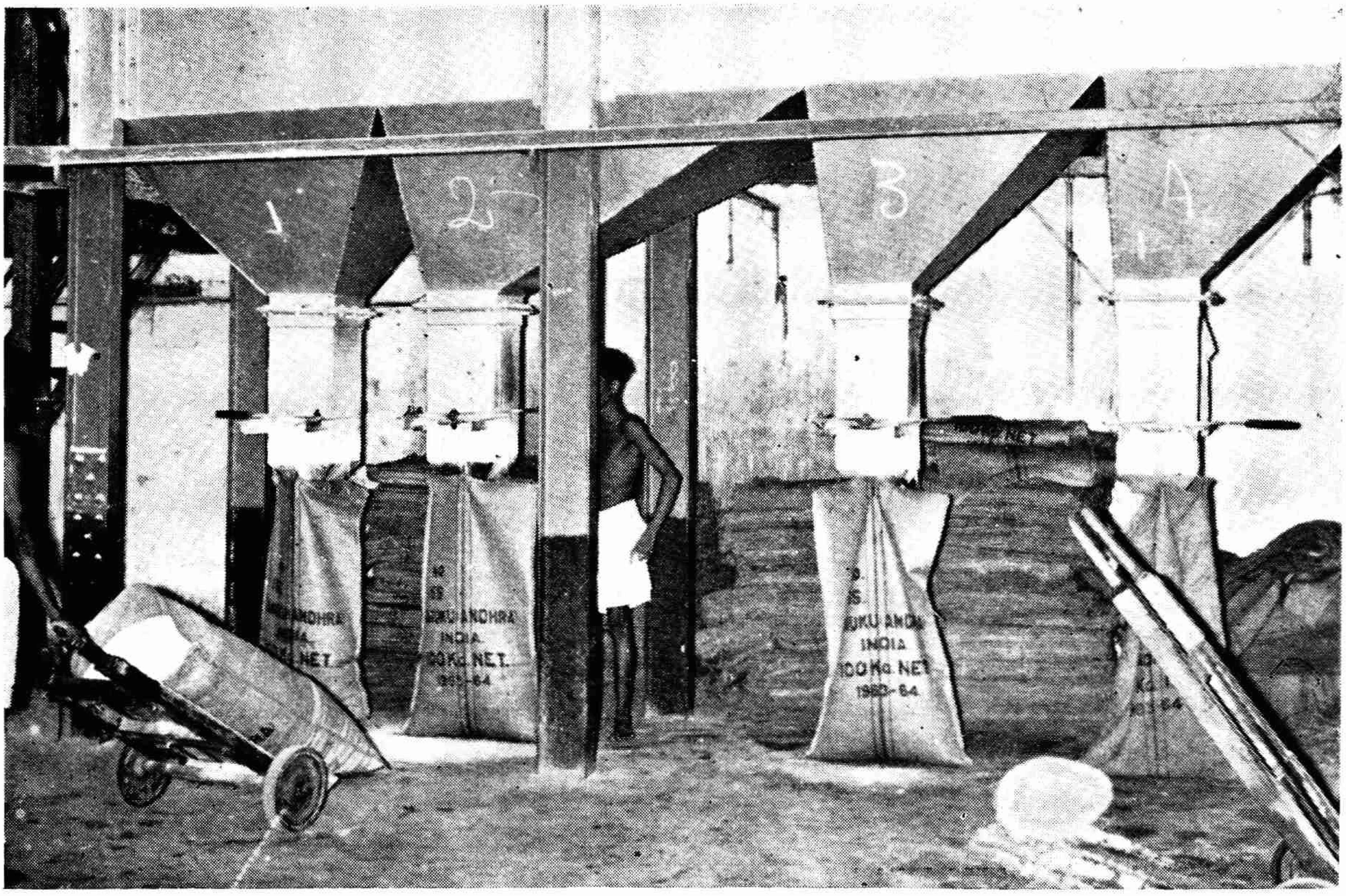


చెరకు రసమును వడకట్టుట



చక్కెరను శోధనకు గురిచేసి తెలుపు అయిన పిమ్మట పున స్ఫటికీకరణమునకు గురిచేయుట

↓ తయారైన చక్కెరను సంచులలోనికి నింపుటకు ముందు



ఈస్ట్ఇండియా కంపెనీవారి రాకతో ఈ చక్కెర ఉత్పత్తి, ఎగుమతులు కూడ వృద్ధి అయి బెంగాలునందు, దక్షిణ (ఇప్పటి ఆంధ్ర, మద్రాసు, కేరళ) రాష్ట్రములందు తాటి బెల్లము నుండి చక్కెర తయారుచేయు పరిశ్రమ నెలకొల్ప బడినది. 1837 లో బరద్వాన్ (బెంగాలు) నందు తాటిబెల్లము నుండి చక్కెర తయారుచేయు రిఫైనరీ మొదటిసారిగ నిర్మింప బడినది. తరువాత, దక్షిణ ప్రాంతమున ప్యారీ కంపెనీ వారిచే సామర్లకోట, నెల్లికుప్పము అను చోట్ల రిఫైనరీలు స్థాపింపబడినవి. 1911 లో 4,80,000 టన్నుల తాటిచక్కెర ఉత్పత్తి కాబడినది. జావానుండి దిగుమతి అగు తెల్ల చెక్కరతో పోటీనితట్టుకొనలేక తాటిచక్కెర ఉత్పత్తి వీగి పోయినది. 19 వ శతాబ్దమునుండి చక్కెర చెరకునుండి ఉత్పత్తిచేయుట ప్రారంభింపబడి 1930 నాటికి చెరకునుండి సరాసరి చక్కెర తయారుచేయు పద్ధతులు బలపడి, ఫ్యాక్టరీలు వెలసి, భారీ పరిశ్రమగ స్థిరపడినది.

భారతదేశమున చక్కెర చెరకునుండియే ఉత్పత్తి అగుచున్నది. పెద్ద ఫ్యాక్టరీలలో తెల్లచక్కెర, చిన్నతరహా పరిశ్రమలలో ఖండసారి చక్కెర తయారగుచున్నది. తాటి, ఈత, కొబ్బరి మొదలగు చెట్లనుండి స్రవించు రసము (తీపికల్లు లేదా నీరా) నుండి కూడ భారీ ఎత్తున తెల్లచక్కెర ఉత్పత్తి చేయుటకు ప్రయత్నించుచున్నారు. ఈ చెట్లనుండి స్రవించు రసము పులియకుండ నిల్వ చేసి, చక్కెరను తయారుచేయుటకు పరిశోధనలు సలుపుచున్నారు.

తాటి, ఈత, కొబ్బరిచెట్ల మోవులందు కత్తితో గీసి, గాట్లుపెట్టి కుండలు కట్టుదురు. వాటిలోనికి కారిన రసము పులియకుండుటకుగాను సున్నము పూసెదరు. ఒక్కొక్క చెట్టు కొన్ని లీటరుల రసము మాత్రమే ఇచ్చును. అదియును వేసవికాలమందే లభించును. అట్టి రసమును చాల చెట్లనుంచి సేకరించి దగ్గరగా ఉన్న స్థలమునకు చేర్చి బెల్లముగ వండుదురు. మొదట చెత్త మొదలగు ఇతర పదార్థములను రసమునుండి వేరుచేసి, సూపర్ ఫాస్ఫేట్, తగినంత సున్నము వేసి మరగబెట్టి ఆ రసమును వడియగట్టగ వచ్చు తేట రసమును మరల మరగబెట్టి బాగుగ చిక్కబడిన తరువాత అచ్చులలో పోసి ఆరబెట్టుదురు. ఈ బెల్లమును పూర్వము రిఫైనరీలలో శుద్ధిచేసి, తెల్లచక్కెరగా చేసెడి వారు. దీనికి బదులు రసమును మరగబెట్టి, చిక్కబడిన తరువాత తయారైన ముద్దను రెండు రోజులు చల్లార్చిన పిమ్మట సెంట్రిఫ్యూగల్ లో తెల్లచక్కెరను వేరుచేయ వచ్చును. ప్రస్తుతము ఈ పద్ధతులు కేవలము గృహ పరిశ్రమగ మాత్రమే ఉన్నవి. భారీ పరిశ్రమగ మార్చుటకు కృషి జరుగుచున్నది.

ఖండసారి చక్కెర కూడ చెరకునుండియే తయారగు చున్నది. చెరకును గానుగలలో ఆడి, రసమును సేకరించి, సున్నముతో శుభ్రపరచి, తేర్చి, రసమును మరగబెట్టి, ముద్దగాజేసి, చేతితో గాని, యంత్ర సహాయమున గాని నడుచు సెంట్రిఫ్యూగల్ లో చక్కెరను వేరుచేసి, సూర్య రశ్మిలో తడి ఆరబెట్టుదురు. ఖండసారి చక్కెర తయారీ కూడ భారతదేశమునందు అన్ని రాష్ట్రములలోను చిన్న తరహా పరిశ్రమగా ఉన్నది. ఈ పద్ధతిలో తయారైన చక్కెర కొంచెము ఎరుపురంగు కలిగి ఉండును. కణములు అన్నియు ఒకే పరిమాణముగ ఉండక, కంటికి ఇంపుగా కనబడక పోవుటయేగాక, ఈ చక్కెర నిల్వ ఉంచుటకు పనికిరాక, వర్షాకాలమున నీళ్లు కారుటయు, ముద్దకట్టుటయు జరుగును. చిన్న తరహా పరిశ్రమ అగుట వలన ఆర్థికముగ శాస్త్రీయ పద్ధతులను ఉపయోగించుటకు అనువుగాక పోవుటచే తయారీ ధర ఎక్కువ అగుచున్నది. అయినను, గ్రామీణులను ప్రోత్సహించుటకై ప్రభుత్వము ఖండసారి చక్కెరకు సుంకము విషయములో చాల సదుపాయములు ఇచ్చి, ఈ పరిశ్రమను రక్షించుచున్నది.

ప్రపంచమున తెల్లచక్కెర, ఎర్రచక్కెర (బూరా) అని రెండు విధములగు చక్కెరను ఉత్పత్తి చేయుచున్నారు. మారిషస్, ఆఫ్రికా, క్యూబా, హవాయీ, ఫిలిప్పీన్ దీవులు మొదలగు ఇతర దేశములలో ఎర్రచక్కెర ఎక్కువగా ఉత్పత్తిచేసి యునైటెడ్ స్టేట్స్, ఇంగ్లండు, జపాన్ మొదలగు దేశములకు ఎగుమతిచేయుచున్నారు. వారు దీనిని తిరిగి శుద్ధిచేసి తెల్లచక్కెరగ చేసికొందురు. వివిధములగు విలాసకరములైన చక్కెరలను కూడ తయారు చేసికొందురు. ఇటీవల ప్రభుత్వమువారు విదేశీ మారకము నిమిత్తము ఎర్ర చక్కెరను ఎగుమతి చేయుటకు అనుమతించుటచే భారతదేశమున కూడ ఎర్రచక్కెర కొద్దిగ తయారై జపాన్, యునైటెడ్ స్టేట్స్, మలేసియా మొదలగు దేశములకు ఎగుమతి అగుచున్నది.

భారతదేశమున చెరకునుండి చక్కెర తయారు చేయుటకు గాను చెరకు రసమును శుభ్రపరచుటలో రెండు పద్ధతులను అవలంబించుచున్నారు. ఒకటి 'సల్ఫిటేషన్' పద్ధతి, రెండవది 'కార్బొనేషన్' పద్ధతి. కొద్ది మార్పులతో తప్ప ప్రధానముగ ఈ రెండు విధానములు మాత్రమే భారతదేశమందలి ఫ్యాక్టరీలు పాటించుచున్నవి. సాధారణ ముగ పరీక్షచేసి పక్వముగా ఉన్న చెరకు గెడను పొలమునుండి మోపులుగ కట్టి బండ్లమీద గాని, లారీలమీద గాని, కొన్ని చోట్ల రైలుపై గాని నరికిన 24 గంటలలో రవాణా చేయుదురు. లేనిచో చెరకునందు రసము పులిసి చక్కెర

దిగుబడి తగ్గును. ఇటీవల ట్రాక్టరులను కూడ విరివిగా ఉపయోగించుచున్నారు. అచ్చటనుండి యంత్రసహాయమున పనిచేయు గానుగలవద్దకు కొనిపోబడును. వేగముగా తిరుగు కత్తులచే నరకబడి, ముక్కలు ముక్కలుగా చేయబడి, బాగుగా నలగగొట్టబడి రసము బాగుగావచ్చుటకు అనువుగ చేయబడిన తరువాత గానుగలలో రసము పిండుదురు. మూడేసి రోలర్లు గల గానుగలు-మూడునుండి ఆరువరకు-ఫ్యాక్టరీ ఉత్పత్తిని అనుసరించి ఉండును. ఒక గానుగనుండి మరియొక గానుగకు పోవుచు చెరకును పూర్తిగా నలగగొట్టి రసమును వేరుచేయుదురు. దీనినే 'ఇన్ బిబిషన్' అందురు. చెరకునుండి రసమును గానుగలలో పిండుటకు ముక్కలుగ చేయబడిన చెరకును నీటిలో నానబెట్టి ప్రసరణ (డిఫ్యూషన్) పద్ధతిలో కూడ చక్కెరను రాబట్టవచ్చును. ఈజిప్టు, ఆఫ్రికా, దక్షిణ అమెరికా మొదలగు దేశములలో ఈ పద్ధతి అమలులో ఉన్నది. ఈ ప్రసరణ పద్ధతిని సాధారణముగా బీటుదుంపలనుండి చక్కెరను రాబట్టుటకు ఉపయోగింతురు. రసమును పూర్తిగా పిండివేసిన తరువాత మిగులు పిప్పిని 'బాగజీ' అందురు. దీనిని ఫ్యాక్టరీలోని యంత్రములను నడుపుటకు వలయు ఆవిరిశక్తిని జనింపజేయు బాయిలర్లకు ఇంధనముగ వాడుదురు. కాని, ఇంతకంటె కాగితపు గుజ్జు తయారుచేయుటకు బాగజీని ఉపయోగించుట శ్రేష్ఠమైన విధానమని తెలియనగును.

గానుగలనుండి వచ్చు రసమును వెంటనే శుభ్రపరచుటకు కొనిపోబడి అచట సల్ఫైటేషన్ పద్ధతిని గాని, కార్బొనేషన్ పద్ధతిని గాని శుభ్రపరతురు. రసమును మొదట రసము కాగు (జ్యూస్ హీటర్స్) లలో 60°C — 70°C తాపక్రమమునకు వేడిచేసి సున్నము, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ నిర్ణీతమైన నిష్పత్తిలో కలిపి 15 — 30 నిముషములు ఉంచుదురు. సున్నపురాయిని బట్టీలలో కాల్చి తయారైన సున్నమును నీటిలో కలిపి సున్నపు నీరు (మిల్క్ ఆవ్ లైమ్) తయారు చేయుదురు. గంధకమును ప్రత్యేకమైన పొయ్యిలలో కాల్చి సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ను ఉత్పత్తి చేయుదురు. సల్ఫైటేషన్ పద్ధతిలో ఈ రెండింటిని ఉపయోగించి శుభ్రపరతురు. కార్బొనేషన్ పద్ధతిలో సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్కు మారుగా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ను వాడుదురు. ఫ్యాక్టరీకి కావలసిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ను ఫ్యాక్టరీలలో సున్నపురాయిని బట్టీలలో కాల్చి తయారు చేయుదురు. ఈ రెండింటిలోనే ఏదో ఒక పద్ధతిలో సంయోగము చేయబడిన సున్నమును మరల 103°C — 105°C తాపక్రమమునకు వేడిచేసి, తేర్చుటకై సబ్సైడర్ లేదా క్లారిఫయర్ అను సాధనమునకు పంపుదురు. అచట రసము తేటబడి మురికి, తదితర పదార్థములు క్రిందికి దిగిపోవును. క్రిందికి దిగిన మన్నును ఫిల్టర్ ప్రెస్లలో వడగట్టి, ఆ వచ్చిన రసమును తేట రసముతో కలిపి చిక్కపరతురు. ఈ చిక్కపరచుట నిర్వాత స్థితియందు తక్కువ తాపక్రమములో 3 లేదా 4 అంచెలు గల ఎవాపొరేటర్స్ అను పరికరములందు జరుగును. నిర్వాతస్థితి లేనిచో రసము మరుగు తాపక్రమము బాగుగా ఎక్కువై చక్కెర రాసాయనిక మార్పుచెంది, మాడిపోయి, నల్లని రంగు కూడ సిద్ధపడి దిగుబడికి నష్టము కలుగును. ఇట్లు నీరు బాగుగా ఇగిరిపోయిన వెనుక చిక్కని పానకము వచ్చును. ఈ పానకము కూడ కొంత నల్లగ ఉండును. ఈ రంగు పోగొట్టుటకు మరల సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్తో విరంజనము చేయుదురు. శుభ్రపరచిన పానకమును నిర్వాత పాత్రయందు మరల మరగబెట్టి చక్కెర కణములు తయారగువరకు వండుదురు. కావలసిన పరిమాణమును అనుసరించి పంచదారను ఒకే సైజు కణములుగ నేర్పుతో తయారు చేయుదురు. పంచదార, మిగిలిన చిక్కని పానకము కలసి జేగురు రంగుతో ముద్దగా ఉన్న దానిని 'మేసిక్యూట్' అందురు. దీనిని నిముషమునకు 1000 - 1,500 చుట్లు తిరుగు సెంట్రిఫ్యూగల్ సాధనములో వేసి కణములు వేరు చేయుదురు. అందుండి వచ్చిన చిక్కని పానకమును మొలాసెస్ అందురు. ఈ మొలాసెస్ను తిరిగి వండి మరి రెండుసార్లు దానిలోని పంచదారను రాబట్టుదురు. ఇక పంచదారను రాబట్టుటకు అలవికాని పానకమును ఫైనల్ మొలాసెస్ అందురు. సెంట్రిఫ్యూగల్ యంత్రములో చక్కెర చుట్టును ఉన్న మొలాసెస్ను తొలగించుటకు నీటి ఆవిరిని చిమ్మి చక్కెరను తెల్లగా చేయుదురు. సెంట్రిఫ్యూగల్ నుండి వేరుచేయబడిన పంచదార కొంచెము తడిగా ఉండును. వేడి గాలి వీచుచున్న, పొడుగైనవి, నెమ్మదిగా తిరుగుచున్నవి అయిన డ్రైయర్స్ అను సాధనములలోనికి ఈ తడి చక్కెరను పంపి పొడిగా చేయుదురు. ఈ పొడి చక్కెర తళతళ మెరయు కణములుగా ఉండును. దీనిని జల్లెడల యంత్రములలోనికి పంపి వివిధములైన పరిమాణములు గల కణములుగ విభాగములు చేసి, పరిమాణములను అనుసరించి విడివిడిగా గోనె సంచులలో బస్తా 1 కి 100 కి. గ్రా. చొప్పున తూకము వేసి ఆ చక్కెరను పట్టుబడి చేయుదురు. చక్కెర బస్తాలను చెమ్మగాలి చొరని గోదాములలో నిల్వ చేయుదురు.

ఎఱ్ఱ చక్కెర తయారు చేయు పద్ధతి అంతయు పైన ఉదాహరించిన ప్రకారమే జరుగును. కాని, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ను గాని, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ను గాని వాడక, సున్నమును, కొద్ది సూపర్ ఫాస్ఫేట్ను మాత్రము వాడి

రసమును రాసాయనిక సంయోగమునకు గురి చేయుదురు. సెంట్రిఫ్యూగల్‌లో కణములను నీటితో కడుగుట మాని వేసి, వాటికి చుట్టును ఉండు పానకమును మాత్రము వేరు చేయుదురు. ఇట్టి ఎర్ర చక్కెరను ఇతర దేశములకు ఎగుమతి చేయుదురు. అచట వారు దీనిని మరల నీటిలో కరుగ బెట్టి తెల్ల పంచదార చేయుదురు. దీనిని 'శోధన (రిఫైనింగు)' అందురు. అట్లు చేయుటలో రంగు పోగొట్టుటకు ముఖ్యముగ బొగ్గుపొడిని గాని లేదా ఆక్టివేటెడ్ మన్నును గాని వాడుదురు. కాని, గడిచిన పది, పదిహేను సంవత్సరములనుండి 'అయన్ ఎక్స్‌ఛేంజి' పద్ధతి ప్రకారము ప్రత్యేకముగ తయారైన రెసిన్ గుండ పంపి రంగు పదార్థమును, ఖనిజలవణములను హరింపజేసి, ఆ వచ్చు తెల్లని పరిశుభ్రమైన పానకమునుండి మామూలు పద్ధతిలో నిర్వాత పాత్రల, సెంట్రిఫ్యూగల్ సాధనముల సహాయమున మిగుల తెల్లని చక్కెరను తయారు చేయుదురు. ఇట్టి చక్కెర చెరకు నుండి సరాసరి తయారైన తెల్ల చక్కెర కంటె మేలు రకముగ ఉండును. ధరకూడ హెచ్చుగనే ఉండును. ఈ పద్ధతి భారతదేశములో వాడుకలో లేదు.

ఇతర పదార్థములు : రసము తీసివేయగ మిగులు చెరకు పిప్పిని ఇంధనముగ ఉపయోగించుటే కాక, ఇంకను మిగిలిన దానిని కాగితపు తయారీలోను, కాగితపు బోర్డులను తయారు చేయుటకును ఉపయోగింతురు. రసము నుండి వేరు కాబడిన మడ్డిని పొలములకు ఎరువుగ ఉపయోగింతురు. ఆ మడ్డి నుండి మైనము కూడ తయారు అగును. చక్కెర తయారైన వెనుక మిగులు చిక్కని పానకమును ముఖ్యముగ ఆల్కహాల్ తయారు చేయుటకును, తదితర రాసాయనిక పరిశ్రమలకును వాడుదురు.

భారతదేశమున భారీ పరిశ్రమలలో చక్కెర పరిశ్రమ రెండవ స్థానము అలంకరించినది. స్వాతంత్ర్యమునకు పూర్వము భారతదేశమున సగటున సంవత్సరమునకు పది లక్షల టన్నుల చక్కెర తయారయ్యెడిది. స్వతంత్రమైన పిమ్మట పంచవర్ష ప్రణాళికలను అనుసరించి ఉత్పత్తి, పంపిణీ విధానము నిర్దుష్టమైన పద్ధతిలో సాగినది. భారతదేశమున ప్రస్తుతము 217 ఫ్యాక్టరీలు పనిచేయుచున్నవి. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో 19 ఫ్యాక్టరీలు కలవు.

చెరకునందు సగటున 11% నుండి 13% వరకు చక్కెర కలిగి ఉండి, ఫ్యాక్టరీలలో 9% నుండి 11% వరకు దిగుబడి వచ్చును. ఫ్యాక్టరీలకు సంవత్సరములో 130 నుండి 180 రోజులు వరకూ మాత్రమే చెరకు పంట అందును. మిగతా కాలములలో ఫ్యాక్టరీలు మూసివేయబడి, కార్మికులలో చాలమంది తగ్గింప బడుదురు. ఇట్లు తగ్గింపబడిన వారికి తీసివేయబడిన కాలమునకు 25% నుండి 50% వరకు జీతములు ఇచ్చి రక్షణ కల్పించుచున్నారు.

కాన్పూరులోని ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ షుగర్ టెక్నాలజీ సరికొత్త మార్గములు అన్వేషించుటకును, సిబ్బందికి తర్ఫీదు ఇచ్చుటకును తోడ్పడుచున్నది. కోయంబత్తూరు (మద్రాసు), గాజీపూర్ (ఉత్తర ప్రదేశ్) ల లోని వ్యావసాయిక పరిశోధన క్షేత్రములు సరికొత్త చెరకు రకములను పొందు పరచుటకును తోడ్పడుచున్నవి. రమణ.

చలనచిత్ర పరిశ్రమ : చూ. ఫిల్మ్ పరిశ్రమ.

చాకలి సోడా : చూ. సోడా క్షారములు.

ఛత్ర వాహనము : చూ. పేరాచూట్.

జనిత్రములు, మోటారులు (ఋజు, ఆవర్తి) : చూ. విద్యుత్తు.

జలనిర్గమన పద్ధతులు : నేలపైని జలనిర్గమనము అనగా పంట మొక్కల వేళ్ల చుట్టూ ఉన్న అదనపు నీటిని, దానితో పాటు ఉండు లవణములను వెడలించుట. మంచి పంటను పండించుటకు ఒక్క భూసారమే చాలదు. దానితో పాటు గాలి, సరియైన నీటివసతి కూడ సమానావశ్యకములు. దాదాపు మీటరు లోతు కల నేలలో భౌమ్యాకర్షణ శక్తికి వశమగు నీటిని వడియించుట వలన నేలలోని రంధ్రములలోనికి గాలి ప్రవేశించి, గాలి, నీరు రెండును మొక్కలకు అంది, వేళ్లు బాగుగా పారుటకు అవకాశము కలుగును. పంట మొక్కల వేళ్లు బాగుగా పెరుగుటకు నేల, నీరు, గాలి అను ఈ మూడును ఆవశ్యకములు. నీరు పారుట వలన నేలలోని రంధ్రములు తాత్కాలికముగ నీటిచే నిండి ఉండును. కాని, కొంత సేపటికి అదనపు నీరు తప్పని సరిగా వడిసిపోయి నేల మరల గాలిచే నిండును. కేవలము కైశికాకర్షణ బల ఫలముగా అంటిపెట్టికొని ఉన్న చెమ్మ మొక్కకు పోషకముగ నిలిచి పోవలెను.

ఈ మూల భావమునుండి బహుముఖములైన జల నిర్గమన సమస్యలు బయలుదేరును. దృష్టాంతమునకు - చక్కగా నీటి వడుపు చేయబడిన నేల వెచ్చగ ఉండును. మొక్కల పెరుగువకు పట్టు కాలమును అనేక వారముల వరకు పొడిగించును; పంటను చాల ముందుగనే చేతికి అందించును. మొక్కలకు గాలి, వెచ్చదనము రెండును అవసరము. నేలలో నీరు ఎచ్చటను నిలచిపోక, బాగుగా వడియుటకు వీలు కలుగజేయు లోతు పొర ఉండుట ఆవశ్యకము. ఇవక నేల గాలిని చొరనీయదు. ఇంతేకాక, నీరు ఆవిరి అగుట, ప్రసరించుట ఎడతెగక జరుగుచుండుట వలన ఆ నేల తాపక్రమము వడిసిన నేలయొక్క తాప

క్రమము కన్న చాల తక్కువగ ఉండును. ఇవక నేలలోని నీటి ఉపరితలమునకు జల పీఠము అని పేరు. నూతిలో నిలచి ఉన్న నీరు దానికి దృష్టాంతము. జల నిర్గమన ప్రక్రియతో ముడిపడిన ఇంకొక సమస్య నేలలోని లవణరాశి నియంత్రణము. ఇంచుమించు అన్ని నేలలలోను కొన్ని లవణములు ఉండక తప్పవు. చెమ్మ నేలలలో అవక్షిప్తములై, క్షాళితములు అగుట వలన లవణములు తక్కిన నేలలతో పోలి చూచిన తక్కువగ ఉండును. పొడి ప్రాంతములలో అవక్షేపమునకు అవకాశము లేకపోవుట వలన నేలలలో లవణరాశి అధికముగ ఉండును. అందువలన అచ్చట నీటి పారుదలను, జల నిర్గమనమును నిపుణతతో నిర్వహించి, లవణశేషమును అదుపులో ఉంచవలెను.

పొలములోని మురుగు నీటిని తీసివేయు ప్రక్రియలో చలనము లేకుండ నిలచిపోయిన నీటిని పై కాలువ ద్వారా గాని, అంతర్గత కాలువల ద్వారా గాని తొలగింతురు. చాళ్లు పడునట్లు నేలను దున్నినచో, చాళ్లగట్లనుండి చాళ్ల లోనికి నీరు పారలి తరువాత అందుకు ఏర్పరిచిన గోతుల లోనికి పారును. ఉపరితల జల నిర్గమనము ఈ విధమున నిర్వహింపబడుట పరిపాటి.

ఒక నీటి పారుదల ప్రాజెక్టుకు పథకము రూపొందించు నపుడు అందుకు అనుబంధమైన మురుగునీటి సౌకర్యములను, వాటిని అమలు పరచుటకు పట్టు ధనవ్యయమును లెక్క లోనికి తీసికొనిన తరువాతనే ఆ ప్రాజెక్టు యొక్క ఆర్థిక సాధ్యాసాధ్యతలను నిర్ణయింపవలెను. నీటి పారుదల సౌకర్యముల ఫలితముగ నేడు ఎక్కువ పంట దిగుబడి చేయుచున్న పొలములు, నీటి వడుపు సదుపాయములు లోపించినచో కొద్ది సంవత్సరములలో సేద్యమునకు పనికి రాని చౌడు నేలలుగా మారిపోవచ్చును.

మిక్కిలి చదునైన ప్రదేశములలో సాధారణముగను, డెల్టా ప్రాంతములలో ఎల్లప్పుడును ప్రకృతి సిద్ధముగ ఉండు మురుగు నీటి వసతి లోప భూయిష్ఠముగ ఉండి, నీరు మడుగుకట్టి భూములు బాడువ నేలలుగ మారిన విశాల ప్రదేశములు కలవు. కాబట్టి, అచ్చట నీటి పారుదల ప్రాజెక్టులలో సరిక్రొత్త జల నిర్గమన మార్గములను ఏర్పరచియో, ఉన్నవాటిని మరమ్మత్తుచేసి వినియోగ మును వృద్ధిచేసియో జల నిర్గమనమును కృత్రిమముగా అభివృద్ధిపరచుట ప్రధాన అంగముగా ఉండవలెను. మిక్కిలి పల్లపు డెల్టా భూములకు నీటి పారుదల సదుపాయము కలిగించుట కూడ అందు ఒక అంశము కావలెను. ఒక నీటి పారుదల పద్ధతిని చేపట్టినపుడు సహజ జల నిర్గమన మార్గమును జల నిర్గమన ప్రయోజనమునకే అట్టిపెట్టి, ఇతర నిర్మాణముల ద్వారా వాటికి కనీసపు అవసరముల కన్న అధికముగ అడ్డంకులు కల్పింపరాదు. ఇంతేకాదు, ఒక సహజ జల నిర్గమన మార్గమునకు అడ్డముగ ఒక నీటి పారుదల కాలువను నిర్మించునపుడు దానికి అడ్డముగ ఒక జల నిర్గమన మార్గమును ఏర్పాటు చేయుట కూడ ముఖ్యము.

ఇట్టి ప్రదేశములందు కల నీటిని సంతృప్తికరముగ ఒడ్డి గిల జేయుటకు రెండు పద్ధతులు అవలంబింపవచ్చును: 1. నేలనుండి పైకి ఉబుకు అదనపు నీటిని సంగ్రహించుటకు నేలక్రింద పెంకులు తాచిన జల నిర్గమన మార్గ పద్ధతి; 2. అతివృష్టి సమయములలో ఉపరితలపు పారుదలను బయటి కాలువలలోనికి తరలించి, తరువాత దానిని ఇముడ్చుకొనగల సహజ జల మార్గములోనికి పంపు పద్ధతి.

భూమిపై మురుగు కాలువలు: ఒక క్షేత్రమునకు నీటి వడుపు సదుపాయమును ఏర్పరుచుటకు తొలుత సరియైన నీటి మురుగు పారుదల సదుపాయమును సమకూర్చుకొన వలెను. జలమును స్వీకరించు జల నిర్గమన మార్గములను, సమానాంతర జల నిర్గమన మార్గముల దిక్కులను నిర్దే శించుకొనుట తరువాతి రెండు పనులు. ఈ రెండింటిలో మొదటిది ఆ భూమిలోని సహజ గర్తముల అధస్తమ భాగమును ఆక్రమించవలెను. రెండవది ఆ భూమిలో ఏ తలము అన్నిటికన్న ఎక్కువ ఏటవాలుగ ఉండునో ఆ తలము యొక్క దిక్కును అనుసరింపవలెను. చదును భూమి విషయమున దాని దిగువ ప్రాంతములలో నిర్మింప బడు జల మార్గముల లోతును ఎక్కువ చేయుట వలన నీటి వడుపును సాధించి, ఈ జల మార్గములు ఉచితములని తోచిన దిక్కులలో నిర్మింపబడవచ్చును. కాని, మిట్ట పల్లములు కల భూమిలో ఒకే క్షేత్రమునకు దాని వేరు వేరు ఏటవాలు తలములకు అనుగుణము అగునట్లు వివిధ కోణములలో ఏర్పరచబడిన అనేక జలనిర్గమన మార్గములు ఆవశ్యకములు కావచ్చును.

యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో పెద్ద నదులు కల పీఠ భూములలో జల నిర్గమన వ్యవస్థలలో ప్రత్యేక కమిషనర్లు ఈ క్రింది పనులు నిర్వహింతురు: 1. వరద కాలములో నదులు పొర్లిపోకుండ కట్టవలు నిర్మించుట; 2. వర్షపు నీటిని పంపింగు కేంద్రములకు మళ్లించుటకు పొడవైన గోతులు త్రవ్వించుట; 3. కట్టవ నిర్మింపబడిన క్షేత్రముల లోపలి నీటిని పంపుచేయుటకు ఒక పంపింగు సంస్థను నెలకొల్పుట; 4. ఒక జిల్లాలో ఎత్తయిన ప్రదేశమున గల పాద ప్రాంతమున ఒక తరలింపు సొరంగమును నిర్మించి పల్లపు ప్రాంతములకు నీరు పారనిచ్చుట. ఈ కాలువ

లకు అడుగు మట్టమున పెంకులు తాపుట ఆ యా భూస్వాముల కర్తవ్యము.

నేల క్రింద పెంకులు తాచిన జలనిర్గమన మార్గములు: సమానాంతరముగ నిర్మింపబడిన పెంకులు తాచిన కాలువల ద్వారా జలనిర్గమన మార్గ పద్ధతి కల్పించబడును. ఇవి మామూలుగ నేలక్రింద 100–150 మి. మీ. లోతు వరకు 20–50 మీటరుల అంతరములలో నిర్మించబడును. ఈ కాలువల వెంబడి 100–120 మి. మీ. పెంకులను ఉపయోగించుట నేడు పరిపాటి.

విదేశములలో జలనిర్గమనము, క్షేత్రోద్ధరణము: కాలువల ద్వారా మురుగునీటి వసతిని కల్పించు పనిలో సేద్యమునకు పనికిరాని నేలలను కృషి యోగ్యముగా జేయు పని అంతర్భాగము. ఇంగ్లండులో 17 వ శతాబ్దమున ఫెన్స్ అనబడు విశాలమగు బంజరు నేలను ఫలప్రదముచేసి, వ్యవసాయ యోగ్యములు అగు భూముల క్రింద మార్చుట వంటి మహత్తర కార్యములు విస్తీర్ణ జలనిర్గమన మార్గ పద్ధతి నిర్మాణమువలన సాధ్యములైనవి. హాలండ్‌లోవలె ఈ పనియొక్క విజయమునకు కారణము నిర్విరామముగ నీటిని పంపులతో పైకి నెట్టుట, సముద్రము తీరమును ఆక్రమించకుండ పెద్ద సేతువుల నిర్మించుట. ఇట్లే ఇతర భూములు కూడ కృషి యోగ్యములుగ చేయబడి, సేద్య భూమి విస్తారముగ వృద్ధి పొందించబడినది. పైన పేర్కొనబడిన అన్ని పరిస్థితులలోనూ బాగుచేసిన తరువాత నేల పూర్వస్థితికి మరల రాకుండ కట్టుదిట్టములు చేయుట ఆవశ్యకము. ఇందుకుగాను సువ్యవస్థిత జలనిర్గమన పద్ధతిని నెలకొల్పవలెను. దీని దృష్టాంతము నెదర్‌లండ్స్ జూడరజీకి సంబంధించిన కొత్త గట్లు.

భారతదేశమున ఇవకను అరికట్టు విధానము: భారతదేశమున మూడవ పంచవర్ష ప్రణాళిక (1961 - 66) లో ఇవకను అరికట్టి నేలను సేద్యయోగ్యము చేయు పథకమును చేపట్టిరి. ఈ ప్రణాళికలయందు నీరు వడియుటకు వీలిచ్చు జల నిర్గమన మార్గములు నిర్మించుట, ఆట్లే లోతులేని గొట్టపు నూతులు త్రవ్వుట, ప్రస్తుతము పనిచేయుచున్న కాలువల అడుగుభాగము పెంకులచే దిట్టపరచుట, ఇంక కొన్ని పక్షముల నేలక్రిందనే జల నిర్గమన మార్గములు ఏర్పరచుట అను పనులు ముఖ్యములు.

పంజాబు, మహారాష్ట్రము, కాశ్మీరు, ఢిల్లీ రాష్ట్రములలో ఇవకకు, చౌడుకు గురియగు నేల దాదాపు 30,00,000 హెక్టేరులు కలదు. జల పీఠము ఈ భూములందు 3 మీ. వరకు ఉన్నది. ఇవక, చౌడు అగు భూ విస్తారము పంజాబులో కలదనియు, అది 2,80,000 హెక్టేరుల మేరకు నిరుపయోగ్యమైనదనియు అంచనా వేయబడినది. మహారాష్ట్రములో 32,000 హెక్టేరులు, కాశ్మీరులో 12,000 హెక్టేరులు ఇట్లే నిరుపయోగ్యములైనవి. పంట కాలువల నుండి నీరు ఊరుట క్రింది పద్ధతుల వలన అరికట్ట వచ్చును:

పిల్ల కాలువలను అప్పుడప్పుడు బంధించి నీటి సరఫరాను నియంత్రించవచ్చును. ప్రతి ఏడాది కాలువలను మూసి వేయుటవలన కూడ నీరు ఊరుటను అదుపులో పెట్ట వచ్చును. పెద్ద కాలువలకు, పిల్ల కాలువలకు, నీటి వనరులకు హైడ్రాలిక్ సున్నము, ఇటుకలతోను లేదా సిమెంటు కాంక్రీటుతోను అస్తరు వేయుదురు.

ఊట నీటిని గ్రహించి, దానిని పైకి తొలగించుటకు కాలువలకు సమానాంతరముగ జల నిర్గమన మార్గములు నిర్మించుదురు; ఇట్లు నిర్మించబడిన మురుగు నీటి కాలువలు పంటకాలువ గట్టు బహిఃపాదమునకు 300 మీ. కన్న తక్కువ దూరము ఉండరాదు.

నీటి బుగ్గ నేల మట్టమునకు దగ్గరగ ఉండుచోట్ల ఊట నీటిని వడియించుటకు లోతు గల జల నిర్గమన మార్గములు అవసరము. ఈ జల నిర్గమన మార్గములకు, వాటి శాఖలకు భూమిని వడియించు జల నిర్గమన మార్గముల కూడలితో సంబంధము కల్పింపబడవలెను. ఇదికాక, ఈ జల నిర్గమన మార్గములు సహజముగ నీటిని తీసివేయునవిగా ఉండవలెను. ఇట్టి సౌకర్యము లేనప్పుడు పంపింగు స్టేషనులను నెలకొల్పవలయును.

ఊట నీటిని బహిష్కరించుటకు జల నిర్గమన మార్గములను నీటిని తమగుండా పోనీయ గల రంధ్రములు గల సిమెంటు కాంక్రీటు గొట్టములను నేలక్రింద అమర్చి నిర్మింపవచ్చును.

గొట్టపు నూతులు త్రవ్వుట అంత ఖర్చుకాదు. కాని, ఈ గొట్టపు నూతులనుండి పంపుచేయుట వలన ఆ గొట్టమునకు చుట్టుపట్ల ఉన్న నీటినే బహిష్కరించ వీలగును. వాటి చుట్టూ ఒక ½ కి. మీ. నకు దూరముగా ఉన్న నీరు పంపుకు దొరకదు. అదిగాక, పంపుచేయుట ఆపివేసిన తరువాత అచిరకాలములోనే యథాపూర్వస్థితి పొడసూపును. గొట్టపు నూతులు బాగుగ పనిచేయవలెననిన వాటిని పెక్కింటిని ఒకేసారి ఉపయోగించవలెను. ఇంతేగాక, అది సాధ్యమైనంత ఎక్కువ ప్రదేశమున నివేశించబడి, పంపుచేయుట నిర్విరామముగ జరుగుచుండవలయును.

దక్షిణ భారతదేశమున డెల్టాలో మురుగు నీటి వసతులు: గోదావరి, కృష్ణా నదులపై ఆనకట్టలు [చూ. పు 55] నిర్మించబడిన కాలమునుండి, ఒక శతాబ్దపు కాలవ్యవధిలో నీటి పారుదల సౌకర్యములు అమితముగా విస్తరింపబడి,

పరిపూర్ణతమమైన అభివృద్ధికి తేబడుటచేత డెల్టా నేల జల నిర్గమన మార్గ నిర్మాణము ముఖ్య సమస్యగా పరిణమించినది. నీటి పారుదల మట్టము భూమట్టమునకు ఎత్తుగా ఉన్న పల్లపు భూములకు కూడ వ్యవసాయము విస్తరించబడినది కనుక, చాల పల్లముగా ఉన్న జల నిర్గమన మార్గముల నిర్మాణ సమస్యను గురించి ప్రభుత్వము పరిష్కరించుటకు కృషి చేయుచున్నది.

పడిన వర్షమును డెల్టాలు, చదును నేలలు సంగ్రహించును. అందువలన, నీటిని తొలగించుటకు పట్టు కాలము- ముఖ్యముగా వరిచేల విషయములో - ఎక్కువ అగును. డెల్టాల ఆయకట్టు పరిధిలో 24 గంటలలో వర్షపాతము ఒకప్పుడు 200 — 250 మి. మీ. ఉండినను (అనగా రైవ్ ఫార్ము్యలా యందు 450 అను అంకెచే తెలుపబడు గుణకమునకు సరిగా ఉన్నను) డెల్టా జల నిర్గమన మార్గములు కృష్ణ, గోదావరి జిల్లాలలో గుణకము 92 కు సరిగా ఉండునట్లు అధికతమమైన వరదనీటి విడుదలకు అనుగుణముగ జల నిర్గమన మార్గములు కల్పించబడినవి. ఇట్లే కావేరి డెల్టాలో 24 గంటలలో వర్షపాతము 133 గుణకమునకు సరిగా ఉండును. డెల్టా ప్రదేశములలో పైన చెప్పినట్లు జల నిర్గమన మార్గముల పరిమాణము ఒక మేరలో ఉంచుట కేవల ఆర్థిక లాభదృష్టితో కాదు.

డెల్టా ప్రదేశములలోని జల నిర్గమన మార్గ నిర్మాణ పద్ధతిని ఈ క్రింది రెండు తరగతులుగ వర్గీకరించవచ్చును : 1. కేవల డెల్టా జల నిర్గమన మార్గ ప్రాంతములు ; 2. కొంత డెల్టా, కొంత మెరకగా ఉన్న జల నిర్గమన మార్గ ప్రాంతములు.

డెల్టా జల నిర్గమన మార్గములు : వర్షపాతమునుండి, నీటి పారుదల కాలువలనుండి పైకి పారిన నీటిని ఈ జల నిర్గమన మార్గములు బయటికి తీసికొని పోవును. వరి ఒక వారముకన్న ఎక్కువ కాలము ముంపును సహించలేదు. ఈ ముంపు - సాధారణముగ - నీటి పారుదల కాలము యొక్క ప్రథమ ఖండమున సంభవించును. ఏలన, ఈ కాల ఖండమున వర్షపాతము ఎక్కువ సంభవించును. 300 మి. మీ. కన్న ఎక్కువ లోతు గల నీటిని ఏ వరిమడిలోను ఒక వారముకన్న ఎక్కువ కాలము ఉంచుట వాంఛనీయము కాదు. అందువలన అధస్తమ క్షేత్ర మట్టమునకు పైన 300 మి. మీ. కన్న ఎక్కువ నీరు నిల్వ ఉండకుండునట్లు డెల్టా జల నిర్గమన మార్గముల అధిక తమ ప్రవాహమట్టము నిర్ణయించబడును. ఈ నిర్ణయములో జల నిర్గమనము కావించబడిన క్షేత్రములలో ఒక శాతము భాగము మట్టము చాల తక్కువగ ఉండి, చెదరి ఉన్న క్షేత్రములు గణనలోనికి తీసికొని రాబడవు. సాధారణ ప్రవాహ మట్టము (ఓ. ఎఫ్. ఎల్.) అధిక తమ క్షేత్రమట్టమునకు సాపేక్షముగ నిర్ణయించబడును. సాధారణముగ దీని అధికతమ క్షేత్ర ధారణముగ దీని అధికతమ క్షేత్రమట్టమునకు 300 మి. మీ. కంటె తక్కువగనే గ్రహింతురు. అనగా సాధారణ ప్రవాహమట్టము అధస్తమ మధ్యమాన క్షేత్రమట్టమునకు సమానమగునట్లు నిశ్చయింతురు. అధికతమ ప్రవాహమట్టపు పరిస్థితులకు అనుగుణముగ భావి అభివృద్ధి కార్యములకు అవకాశము ఉండచూచి కాని డెల్టా ప్రదేశములందు జల నిర్గమన మార్గములు నిర్మించబడును. ఏలన, ప్రప్రథమముననే గరిష్ఠ ప్రవాహ మట్టపు పరిస్థితులకు తగునట్లు జల నిర్గమన మార్గముల నిర్మాణము చాల వ్యయముతో కూడుకొన్నది. అదిగాక, అధికతమ ప్రవాహమట్టమునకు జల నిర్గమన మార్గ నిర్మాణమే అంత ఆవశ్యకము కాదు.

వరిచేను వంటివి ఏడు రోజులవరకు ముంపుకు తట్టుకొనగలవు. పబ్లిక్ వర్క్స్ డిపార్ట్‌మెంటులో డెల్టా జల నిర్గమన మార్గముల సృష్టికి ఈ దిగువ సూత్రముల విషయమై శ్రద్ధతీసికొందురు.

జల సంగ్రహణ ప్రదేశమునుండి గరిష్ఠ జల ప్రవాహమును తీసికొనిపోవుటకు చాలినంత ఉరవు జల నిర్గమన మార్గమునకు ఉండనక్కరలేదు. అనగా, వర్ష జల సంగ్రహణ ప్రదేశమునుండి గరిష్ఠ ప్రవాహ నిర్గమనమునకు తగినట్లు జల నిర్గమన మార్గము కల్పింపబడనక్కరలేదు ఏలన, వరి పొలములు కొంత ముంపుకు తట్టుకొనగలవు. మామూలు ప్రవాహములకు అనుకూలమగునట్లు అవి కల్పించబడిన చాలును.

ఈ జలనిర్గమన మార్గమునకు రెండు ప్రక్కల గట్లుండనక్కరలేదు. ఒకవేళ గట్లు ఉన్నచో ఆ గట్లలో ఉచిత స్థలముల అక్కడక్కడ తెంపులు ఉంచవలయును.

సున్నము, రాతి కట్టు పనులు గరిష్ఠ ప్రవాహ మట్టములకు అనుగుణముగ కల్పింప బడవలయును. అంచనా వేయబడిన ప్రవాహములో 7/9 అంశమునకు సరిపోవునట్లు ముందు ఖండములు పనిచేయును.

కొంత భాగము మెట్టభూమికి, మరికొంత డెల్టాకు చెందిన జల నిర్గమన మార్గముల పక్షమున, మెట్ట భూముల నుండి ప్రవాహము డెల్టా దానికి 20 రెట్లకు ఎక్కువగా ఉండినచో డెల్టా జల నిర్గమన మార్గముల విషయమై శ్రద్ధ చూప అవసరములేదు. సముద్రమును చొచ్చు నీటి ప్రవాహములలోనికి డెల్టా జల నిర్గమన మార్గములు కలియు చోట్ల గట్లు వేయవలెను. వాటిలో జలము పైకి పోవుటకు మార్గములు కూడ ఉండవలయును.

జల నిర్గమన మార్గముయొక్క చివర వెడల్పునకు తగినంత వైశాల్యము గల భూమిని సంపాదించవలయును. తరువాత వెడల్పును ఎక్కువ చేయుటకు అవకాశము ఉండునట్లు తొలి దశలో త్రవ్వుపని సాధారణ ప్రవాహ మట్టపు భాగముననే పరిమితము చేయవలయును.

ప్రక్క గట్లమీది వైశాల్యము సాధారణముగ 2 మీ. ఉండవలెను. కాలువ త్రవ్వుటలో ఎక్కువ మన్ను లభించినచో ఎత్తును పెంచకుండ వెడల్పును ఎక్కువ చేయవచ్చును.

సాధారణ ప్రవాహపు మట్టములో ప్రవాహపు లోతు సాధ్యమైన స్థలముల నెల్ల తక్కువగనే ఉండవలెను. కేవలము డెల్టాలలో నిర్మించబడు కాలువలలో ప్రవాహమునకు సంబంధించిన లెక్కలు దిగువనీయబడినవి.

గోదావరి, కృష్ణ డెల్టాలు ఓ. ఎఫ్. ఎల్. పరిస్థితులు

ఆరగాణి	సాధారణ ప్రవాహ మట్టము
13 కి మీ.^{2} వరకు	27 మీ.
13 – 51 కి మీ.^{2}	115 + 4 మీ.
51 కి. మీ.^{2} కంటె ఎక్కువ	87 మీ.

పై లెక్కలు ఉపయోగించి నిర్ణయించబడిన సాధారణ ప్రవాహ విస్తారమునకు గరిష్ఠ సాధారణ ప్రవాహ విస్తారము మూడింతలు ఉండునని అనుకొనవచ్చును. ఈ రెండు పరిస్థితులకును జల నిర్గమన మార్గము యొక్క గర్భపు మట్టము సమానముగనే ఉండును. కాని, భూమిని సేకరించుటలో గరిష్ఠ ప్రవాహ మట్టము ప్రవాహమును వహించుటకు అనుగుణముగ రాబోవు కాలమున ఆ కాలువ భాగమును వెడల్పు చేయుటకు అవకాశము ఉండునట్లు కూడ చూడవలయును [చూ. చిత్రము].

పరిమితము చేయబడవలయును. ఇదియే కావలసిన కనిష్ఠపు ఎత్తు. చాలినంత పొరంబోకు భూమి అందుబాటులో ఉన్నపుడు, భూ సంపాదన అవసరము లేనపుడు అసాధారణపు ఎత్తు గల గట్లు ఆవశ్యకము కాదు. తక్కిన పక్షములలో భూ సంపాదన అత్యధికము కాకుండ ఎత్తును తగినట్లు ఎక్కువ చేయవచ్చును.

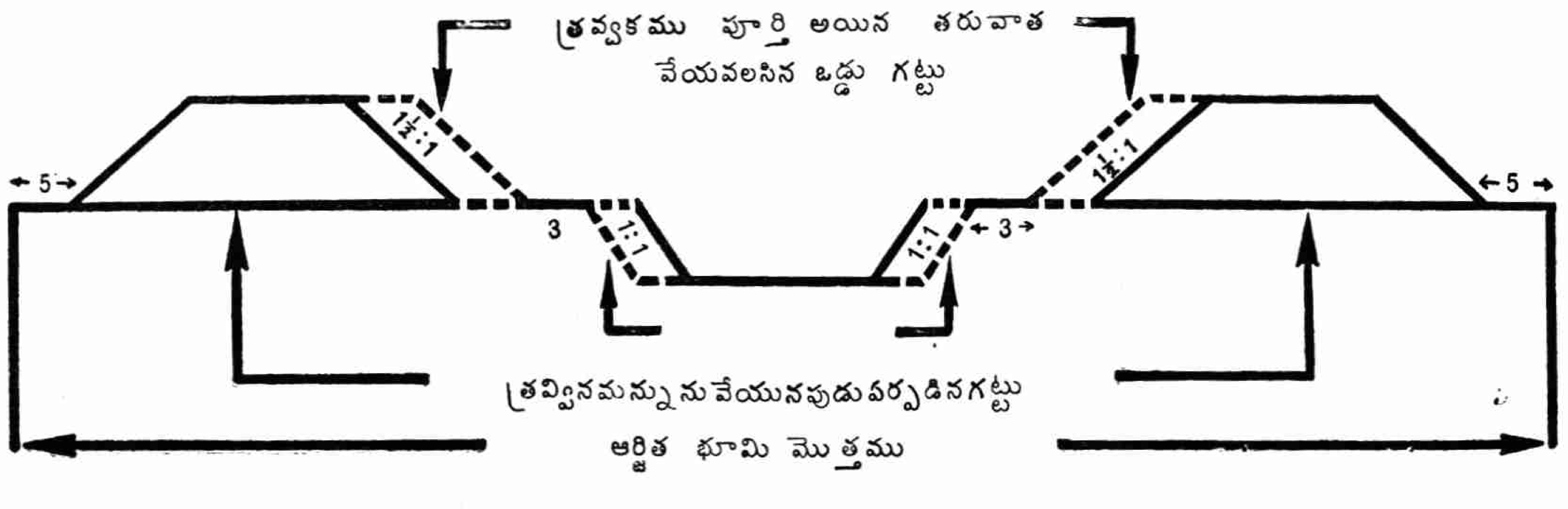
కొంత మెరక, కొంత డెల్టా ప్రదేశముల జల నిర్గమనము : మెరకల, డెల్టాల ఆరగాణిలో నిర్మించబడు జల నిర్గమన మార్గముల విషయమై డెల్టా జల నిర్గమన మార్గములకు అన్వయించు రీతినే ఉపయోగించవచ్చును. ఇచ్చట ఏ స్థలమందైనను మొత్తము ఆరగాణి రెండింటి మొత్తమునకు సమానము. గరిష్ఠ ప్రవాహ మట్టమునకు అదనముగా - అనగా డెల్టా జల మార్గముల సంభవించు జల విసర్జనమునకు ఈ దిగువ కనబరచిన ప్రకారము ఉన్నత ప్రవాహమట్టము లెక్కించబడును. కాలువ చివరి భాగముల వరకు-అనగా సాధారణ ప్రవాహ మట్టపు పరిస్థితులలో సంభవించు జల విసర్జనమునకు - మూడు రెట్లు విసర్జనమునకు వీలిచ్చునట్లు కాలువ త్రవ్వబడినదని అనుకొనవచ్చును. ఫలించిన ఉన్నత ప్రవాహ మట్టము అత్యున్నతముగా కన్పట్టిన ఎడల ఇంకను కాలువ వెడల్పు చేయుట లేదా ప్రవాహపు గట్లు నిర్మించుట మొదలగు పనులు వెల్లువ ప్రమాదమునకు లోబడు ప్రదేశములలో నిర్వహింపబడవచ్చును.

ఈ దిగువ సమీకరణములు ఉన్నత ప్రవాహ మట్టము పరిస్థితులకే అన్వయించును (కృష్ణ, గోదావరి డెల్టాలు).

$$Q = C\,(M_1 + M_2)^{2/3}$$

ఇచ్చట M_1 = మెరక ఆరగాణి (కి. మీ^{2}).

M_2 = డెల్టా ఆరగాణి (కి. మీ^{2}).



సాధారణ ప్రవాహ మట్టపు భాగమున త్రవ్వబడిన మన్నుతో తొలిని గట్టు వేయబడును. వెలుపలి పాదము నుండి 1.50 మి. మీ. జాగా వదిలి పెట్టి గట్టు కట్టుదురు. గరిష్ఠ ప్రవాహ మట్టమునకు 0.9-1.20 మి. మీ. గట్టు ఎత్తు

$$C = \frac{500\ M^{2/3}}{M_1^{2/3} + M_2^{2/3}} + \text{సాధారణ ప్రవాహ మట్టమున ఉన్న పరిస్థితులలో సంభవించు జల విసర్జనమునకు మూడు రెట్లు.}$$

అసాధారణ వైశాల్యము గల భాగములు ఆరగాని పెద్దదయినప్పుడు, జల విసర్జనములకు అవకాశము ఇచ్చుటకు ఆళులు (కాలువకు, గట్టుకు మధ్య ఉన్న ఎడము) ఆవశ్యకమైనప్పుడు ప్రవాహమట్టముల ఎత్తు ఎక్కువ చేయకుండ, గర్భమును ఉచితరీతిని సరాసరి క్రిందికి దింపుట వలన గరిష్ఠ ప్రవాహ మట్టము వద్ద ప్రవాహపు లోతును ఎక్కువ చేయవచ్చును. ఈ పని ఉప ప్రవాహము లేదా నీటి కాలువ కలియు స్థలమునకు క్రిందుగ చేయబడవలెను. కాని, సంధికి పైన ఉన్న కాలువ వెడల్పు కన్న తక్కువ వెడల్పునకు గర్భపు వైశాల్యము తగ్గిపోవు ప్రమాదము వాటిల్లునట్లు ఎక్కువ చేయరాదు.

మురుగు కాలువల నుండి పంట నీరు: మురుగు కాలువ ప్రయోజనము నీటి పారుదల కాలువకు విరుద్ధముగా ఉండును గనుక, జల నిర్గమనమునకై ఉద్దేశింపబడిన కాలువలను నీటిపారుదల కాలువలుగ సాధారణముగ ఉపయోగించరాదు. ఈ రెండింటికిని గల భేదము ఏమన, నీటి పారుదల కాలువలలో నీటి మట్టము, నీరు సహజముగ పల్లమునకు పారునట్లు పొలములలోని నీటి మట్టము కన్న ఎత్తుగ ఉండవలయును. మురుగు కాలువలోని నీటిమట్టము అట్లుకాక, నీటిని తొలగించుటకు పొలములోని నీటిమట్టము కన్న తక్కువగా ఉండవలయును. ఒకప్పుడు జల నిర్గమన కాలువలు సేద్యపు నీటి పారుదల కాలువలుగ ఉపయోగించ వలసి వచ్చినపుడు వాటికి అడ్డముగ గట్లు కట్టి, జల నిర్గమన మార్గము యొక్క సహజ ప్రవాహమును అరికట్టవలయును. సాధారణ పరిస్థితులలోనే అట్టి అడ్లు అనుమతింతురు. ఆయకట్టులో వర్షములు పడకమునుపే తీసివేయుటకు వీలగు అడ్లు మాత్రమే అనుమతించబడును. ఒక్కొక్కప్పుడు అవే కాలువలు సేద్యపు కాలువలుగను, మురుగు కాలువలుగను ఉపయోగించుట కూడ కద్దు. ఇట్టి సందర్భములో మురుగు కాలువల ప్రయోజనము దెబ్బతినకుండ, సరియైన లాకుల సన్నివేశమును కల్పించుటకు, వాటిని పనిచేయునట్లు జాగ్రత తీసికొనుటకు నిరీక్షకుల నియోగము వాంఛనీయము. ప్రభుత్వము వారి అనుమతిపై ఉచితమగు నగదు జామీనులతో, ఒడంబడికలతో కట్టుదిట్టము చేసి, పంపింగు స్టేషనులను కట్టించినచో జల నిర్గమనపు కాలువల నుండి నీటిని సేద్యప్రయోజనములకై ఉపయోగించుటకు ఆక్షేపణ ఉండక పోవచ్చును.

నీరు బయటకు పారు తూములు: మురుగు కాలువల నుండి బయటకు పారు నీరు నదిలోనికి గాని లేదా నది యొక్క పోటు ప్రాంతముల లోనికి గాని పడునపుడును, ఆయకట్టు భూములను ముంచునట్టి భారీ వర్షములు గాని లేదా వెల్లువలు గాని సంభవించు సమయములలో నదీ జలములను తిరిగి వెనుకకు జల నిర్గమన కాలువలలోనికి పంప వీలున్నప్పుడును నదిలోనికి ప్రవేశించు జల నిర్గమనపు కాలువ యొక్క బహిః ప్రవాహమునకు అడ్డముగ తూముల నిర్మించుట ఆవశ్యకము. పెద్ద వరదలు సంభవించునపుడు నదీ జలములు జల నిర్గమనపు కాలువల ప్రవేశించకుండునట్లు అరికట్టుటకై ఈ తూములు వాటంతట అవే మూసికొని పోవు ప్రవృత్తిగలవియో లేదా చేతితో మూయబడునవియో అగు తలుపులు గలవిగా నిర్మించబడవచ్చును. సాధారణముగ పోటు సమయములందు ఈ తూములు రోజునకు రెండు సార్లు తెరచికొనుచు, మూసికొనుచు ఉండవలెను. పోటు సమయములందు బహిః ప్రవాహపు తూములు సాధారణముగ వాటంతటవియే పనిచేయు తలుపులు గలవిగా ఉండవలయును. పెద్ద వరద సమయములలో మూయవలసి వచ్చు తూముల విషయములో చేతితో మూయబడు తలుపులు ఎక్కువ ఉపయోగ్యములు. జి. ఏ. ఎన్.

జల వాయువు : చూ. ఇంధనములు, ఉపోత్పన్నములు - పు. 232.

జల విద్యుచ్ఛక్తి: విద్యుచ్ఛక్తిని సమకూర్చుటకు వినియోగింపబడు ప్రకృతి సిద్ధమయిన వనరులలో ఎత్తు నుండి పడు నీరు మొట్టమొదటిది. హైడ్రాలిక్ టర్బయినుల లేదా జలచక్రముల చేత నడుపబడు ఉత్పాదకములలో తయారగు ఈ శక్తి జలవిద్యుచ్ఛక్తి (హైడ్రో ఎలక్ట్రిసిటీ) అని వ్యవహరింపబడును. ఈ రకపు విద్యుత్తు కేంద్రములకు జలప్రవాహమును సమకూర్చు స్థలము, జలశీర్షము అను రెండును ప్రధాన అంగములు. ఏ యే తావులలో జల విద్యుత్తు వనరుల యొక్క జలశాస్త్రీయ, భూశాస్త్రీయ, స్థల నిర్దేశక లక్షణములు ఉత్పాదనకు అనుకూలముగ ఉండునో, ఆ యా తావులలో ప్రస్తుతము, మునుముందు కూడ అవిరి, పరమాణుశక్తి కేంద్రములలో కంటె జల విద్యుచ్ఛక్తిని తక్కువ పెట్టుబడితో మిగుల చౌకగా ఉత్పత్తి చేయవచ్చును [చూ. పు. 7].

శక్తిని ఎప్పుడు కావలసిన అప్పుడు వినియోగింప వీలుగ జలరూపమున విద్యుత్తును నిల్వచేయగలుగుట జల విద్యుత్ నందలి సౌకర్యము. జల విద్యుత్తు ఉత్పాదనలో వ్యయమగుచున్న జలశక్తి సౌర వికిరణ ప్రవృత్తి మూలమున సర్వదా మరల మరల పూరింపబడుచునే ఉండును. జల విద్యుచ్ఛక్తికి గల ఈ ప్రత్యేక లక్షణమే దాని విలువకు మూల కారణము.

విద్యుచ్ఛక్తిని కాంతిగానో, ఉష్ణముగానో, యాంత్రిక శక్తిగానో పరివర్తింపజేయు సాధనమునకు గాని లేదా విద్యుచ్ఛక్తిని మరి ఏ ఇతర ప్రయోజనము కొరకు వినియోగించు సాధనమునకు గాని అవశ్యకమగు విద్యుత్తును విద్యుత్ భార అర్థనము (ఎలక్ట్రిక్ లోడ్ డిమాండ్) అని అందురు. ఏ విద్యుత్ వ్యవస్థలోనైన మొత్తము భారము స్థిరముగా ఉండుట చాల అరుదు. అది ఉపయోగపడు ప్రాంతముల అవసరములలో గంట గంటకు, వారము వారమునకు, నెల నెలకు లేదా ఏటేట వచ్చు మార్పులను బట్టి తరుచుగా మారుచుండును. కనిష్ఠ భారము ఆధార భారము (బేస్ లోడ్) అనియు లేదా యూనిట్ భార భాజక ఘటకము (యూనిట్ లోడ్ ఫ్యాక్టర్) అనియు పిలువబడును సాధారణముగ తాత్కాలిక పరిస్థితులను బట్టి పర్యవసించు అధికావసరములను తీర్చు దానిని గరిష్ఠ (పీక్) భారము అని అందురు. విద్యుచ్ఛక్తిని పెద్ద రాశులలో నిల్వచేయుట సాధ్యము కాని పని కాబట్టి, విద్యుత్తు భార విచలనములకు అనుగుణముగ విద్యుత్తు ఉత్పాదన ప్రక్రియను సన్నిహితముగ సమాన పరుపవలెను.

అనుకూల్యము వలన, వినియోగ నియమనముల సౌలభ్యము వలన విద్యుచ్ఛక్తి అధికతమ ప్రయోజనకారి కాగలుగుచున్నది. ఇంతేకాక, ఉత్పత్తియైన చోటునుండి విద్యుచ్ఛక్తిని వందలాది కిలోమీటరుల మీదుగా భార కేంద్రములకు పెద్ద మొత్తములో ప్రసారము చేయుట సాధ్యపడును. అక్కడ దానిని ఇండ్లకు, పరిశ్రమలకు, సేద్యపు పనులు వంటి పలురకముల వాడకపు దారులకు వారి వారి అవసరములకు అనుగుణముగ పంపిణీ చేయవచ్చును. ప్రస్తుత కాలమున మరి ఏ ఇతర శక్తివలనపై విధమైన ప్రయోజనము సాధ్యపడదు. ఆధునిక కాలమున అన్ని రంగములలోను విద్యుచ్ఛక్తియే పరిగ్రహింపబడుటకు ఇదియే మూలకారణము.

విద్యుచ్ఛక్తికి గిరాకీ ఏటేట పెరుగుచున్నది. దానితో విద్యుత్తును అధికాధికముగ ఉత్పాదింపవలసిన ఆవశ్యకము కూడ పెరుగుచున్నది. ప్రస్తుతము మూడింట ఒక వంతుకు పైగా జల విద్యుత్తు కేంద్రముల నుండియే సరఫరా అగుచున్నది. ఇట్లు ఇంతవరకు అభివృద్ధి చెందింపబడుటలో వెనుకబడిన జల విద్యుత్తు వనరులను సంపూర్ణ వినియోగము లోనికి కొనివచ్చు కృషికి ఇతోధిక ప్రాధాన్యము, అగత్యము హెచ్చినది [చూ. పు. 6].

విద్యుత్తు అభివృద్ధి: ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధానంతరమున యావత్తు ప్రపంచమునందు విద్యుత్తు వాడకము శీఘ్రగతిలో పెరిగినది. పశ్చిమ యూరప్‌తోపాటు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను, సోవియట్ రష్యాలోను విద్యుత్తు అవసరములు శీఘ్రతమ ప్రగతిని అందుకొనినవి. పశ్చిమ యూరప్‌లోను, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను సగటు వార్షిక వృద్ధి రమారమి 8.5%, కొన్ని సంవత్సరములలో వార్షిక వృద్ధి 10% అందుకొనినది. సోవియట్ రష్యాలో విద్యుత్తు ఉత్పాదనము నిలుకడగా పురోగమించుచు, ఏటేట 12% కు పైబడి వృద్ధిచెందుచున్నది. గత దశాబ్దములో భారత దేశమున కూడ విద్యుత్తు వాడకము సాలీనా సగటున 13% చొప్పున పెరిగినది.

ప్రపంచమున జల విద్యుత్తు వనరులు: నదుల సగటు ప్రవాహములను, నదీ మార్గముల పొడవున ఉన్నతిలో గల వ్యత్యాసములను సంకలనము చేసి, జల విద్యుత్తు వనరులను గణింతురు. అభివృద్ధి పరచుటలో తారసిల్లు పలువిధములైన ప్రాయోగిక పరిమితుల కారణమున సైద్ధాంతిక వనరులలో ఏదో ఒక భిన్నాంకమును మాత్రమే వినియోగములోనికి కొనితెచ్చుట సాధ్యపడును. యావత్ ప్రపంచ పరివ్యాప్తమైన వివిధ నదీ వ్యవస్థలలో స్వతస్సిద్ధముగ ఉన్న జలవిద్యుత్తును అంచనా వేయుటకు నిపుణులు చిరకాలమునుండి కృషిచేసిరి. కాని, విశ్వసనీయమైన లెక్కలపై ఆధారపడిన సమగ్ర సాంఖ్యక వివరములు ఇటీవలనే సిద్ధపరుపబడినవి. ఆచరణలో ఎదురగు అవాంతర పరిమితులను అన్నిటిని లెక్కలోనికి తీసికొని జల విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క వినియోగ పరిమితిని మదింపుచేయుట చాల కాలము పట్టు ప్రయాస సాధ్యమగు పని. ఏలన, డాముల నిర్మాణమునకు నిర్దేశింపబడిన స్థలములను, నీటిని కొనిపోవు వ్యవస్థలను, విద్యుత్తు కేంద్రములను, తదితర సంబంధ విషయములను సూచించుచు, నిర్మింపదలచిన ప్రత్యేక పథకముల ప్రాతిపదికపై ఆ మదింపు వేయవలసి ఉండును. కాని, ఒక దేశములోని జల విద్యుత్తు వనరుల యథార్థ సంపదను సంతృప్తికరముగా నిరూపించుటకు, ఆ దేశములోని వివిధ నదీ లోయలలోని వివిధ జల విద్యుత్తు కేంద్రీకరణముల నిజ స్వభావమును, నిర్దేశమును, మహత్త్వమును వెల్లడించుటకు పైన చెప్పిన మదింపు పద్ధతియే సరియైన పద్ధతి.

వి. స్లెబిన్జర్ అతి శ్రద్ధతో ప్లానులను, మ్యాపులను, జల శాస్త్రీయ వివరములను, అందుబడిలో ఉన్న సాంకేతిక సమాచారమును ఆధారముగ పెట్టుకొని అత్యంత యథార్థమునైన సాంఖ్యక వివరములను సమీకరించి, జలవిద్యుత్తు వనరుల శక్తిని సమగ్రముగ పట్టిక రూపమున తయారు చేసెను. ఆ సాంఖ్యక వివరములు ప్రక్కపుటలో కలవు.

యూరప్ (సోవియట్ రష్యా మినహా)	200×10^6	కిలో	వాట్టులు.
ఆసియా	$2,308 \times 10^6$	,,	,,
ఆఫ్రికా	$1,155 \times 10^6$	,,	,,
ఉత్తర అమెరికా	717×10^6	,,	,,
దక్షిణ అమెరికా	$1,110 \times 10^6$	,,	,,
ఆస్ట్రేలియా	119×10^6	,,	,,
సోవియట్ రష్యా	500×10^6	,,	,,
మొత్తము	$6,109 \times 10^6$	కిలోవాట్టులు	

యావత్ ప్రపంచమున కల జల విద్యుత్తు కేంద్రముల మొత్తము ప్రతిష్ఠాపిత సామర్థ్యము 16 కోట్ల కిలో వాట్టులకు మించి ఉండునని నిరూపించవచ్చును.

భారతదేశమున జల విద్యుత్తు వనరులు : నాటి బ్రిటిషు సామ్రాజ్య ప్రభుత్వము 1919 లో భారత దేశములోని జల విద్యుత్తు వనరుల సర్వేను ప్రారంభించెను. మూడేండ్లు కొనసాగిన ఆ కృషి ఫలితముగ 1921 లో జె. డబ్లియు. మియర్స్ ప్రస్తుత భారత భూ భాగములోని అవిచ్ఛిన్న కనిష్ఠ విద్యుత్ శక్మ 35 లక్షల కిలో వాట్టులనియు, గరిష్ఠ శక్మ ఇంచుమించు 80 లక్షల కిలో వాట్టులు కావచ్చుననియు మదింపు వేసెను. పది లక్షల కిలో వాట్టుల శక్మకు సంబంధించిన కొన్ని ప్రత్యేక పథకముల వివరములు మాత్రమే ఆ మదింపులో పొందుపరుపబడెను. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధానంతరమున ముందుగా పరిశోధనలు జరిపించి, తరువాత జల విద్యుత్తు పథకములను అమలు పరచుట ప్రారంభించిరి. 1950 లో నెలకొల్పబడిన కేంద్ర యోజన సమితి (ప్లానింగు కమిషన్) పాశ్చాత్య దేశములు నదీ లోయల అభివృద్ధి రంగమున సాధించిన ఆధునిక పురోగమనములను, నిర్మాణ పద్ధతులను, ప్రస్తుత ఆర్థిక కొలమానములను దృష్టిలో ఉంచుకొని, దేశమున గల నీటి వనరులను సాధికారముగ మదింపు వేయవలసిన ఆవశ్యకమును గుర్తించెను [చూ. పు. 63].

కేంద్ర జల విద్యుచ్ఛక్తి సంస్థ [చూ. పు. 300] 1953 లో ఆర్థికముగ అభివృద్ధి చెందగలజల విద్యుత్తు వనరుల ప్రాయోగిక పరిమితులను సువ్యవస్థిత రీతిలో సర్వే చేయించుటకు ఉద్యమించెను. ఈ సర్వేలోని ప్రథమ ఘట్టము దేశములో అధిక భాగమున జరిగినది. ప్రత్యేకపథకములపై ఆధారపడిన ఆదర్శప్రాయమగు మదింపునకు, ప్రాజెక్టులను ఆచరణలో పెట్టుటకు ముందు వాటి ఆచరణ సాధ్యతలను నిరూపించుటకు స్థల శాస్త్రీయ, భూ శాస్త్రీయ, జల శాస్త్రీయ వివరములు ఆవశ్యకములు. కావున, అందుబడిలో ఉన్న వివరముల ప్రాతిపదికపై ప్రారంభ సర్వే జరిపించుటయు, తదుపరి సమగ్ర అనుశీలనము కావించుటయు యుక్తమని భావింపబడినది. ఏ యే తావుల అవసరమగునో ఆ యా తావులలో నదీ ప్రవాహములను శాస్త్రీయముగ కొలుచు పని చాల తక్కువగ జరుగుటవలన పరోక్ష పద్ధతులను అనుసరించియే అంచనా వేయవలసి వచ్చినది. నేడు కూడ నదీ లోయల ప్రాజెక్టులలో పెక్కింటికి పరోక్ష పద్ధతులే వినియోగింపబడుచున్నవి. స్థల శాస్త్రీయ అనుశీలనములు సైతము అందుబడిలో ఉన్న మ్యాపుల మీదను, ప్రాజెక్టుల నిమిత్తము కొనసాగింపబడిన వేరువేరు క్షేత్ర పరిశీలనములలో సమీకరింపబడిన వివరముల మీదను ఆధారపడినవి. ఈ సర్వే నిమిత్తము భౌగోళిక లక్షణముల సాదృశ్యమును బట్టి దేశము ఆరు నదీ మైదాన మండలములు క్రింద విభజింపబడినది. ఆ యా మండలముల విద్యుత్తు అభివృద్ధి ప్రతిపాదనలను అనుసరించి, అభివృద్ధి పరిమితులను కూడ గమనించి, ప్రతి మండలమునకు శక్మలు మదింపు చేయబడినవి. చివరి మండలమైన సింధు నదీ మైదానములోని జలాధారము భారత, పాకిస్తాన్ కాలువ నీటి ఒడంబడిక కుదిరిన తరువాత ఇటీవలనే మదింపబడి తుది మెరుగులు దిద్దబడినవి [చూ. పు. 157]. ఆ మండలముల సంపూర్ణ శక్మలు క్రింది విధమున ఉన్నవి.

1. పడమరకు పారు దక్షిణ నదుల మైదానము	43.4	లక్షల కిలో	వాట్టులు.
2. తూర్పునకు పారు దక్షిణ నదుల మైదానము	86.3	,,	,,
3. మధ్య నదుల మైదానము	42.9	,,	,,
4. గంగా మైదానము	130.8	,,	,,
5. బ్రహ్మపుత్రా మైదానము	134.3	,,	,,
6. భారత దేశములోని సింధు మైదానము	65.8	,,	,,
	503.5	లక్షల కిలో	వాట్టులు.

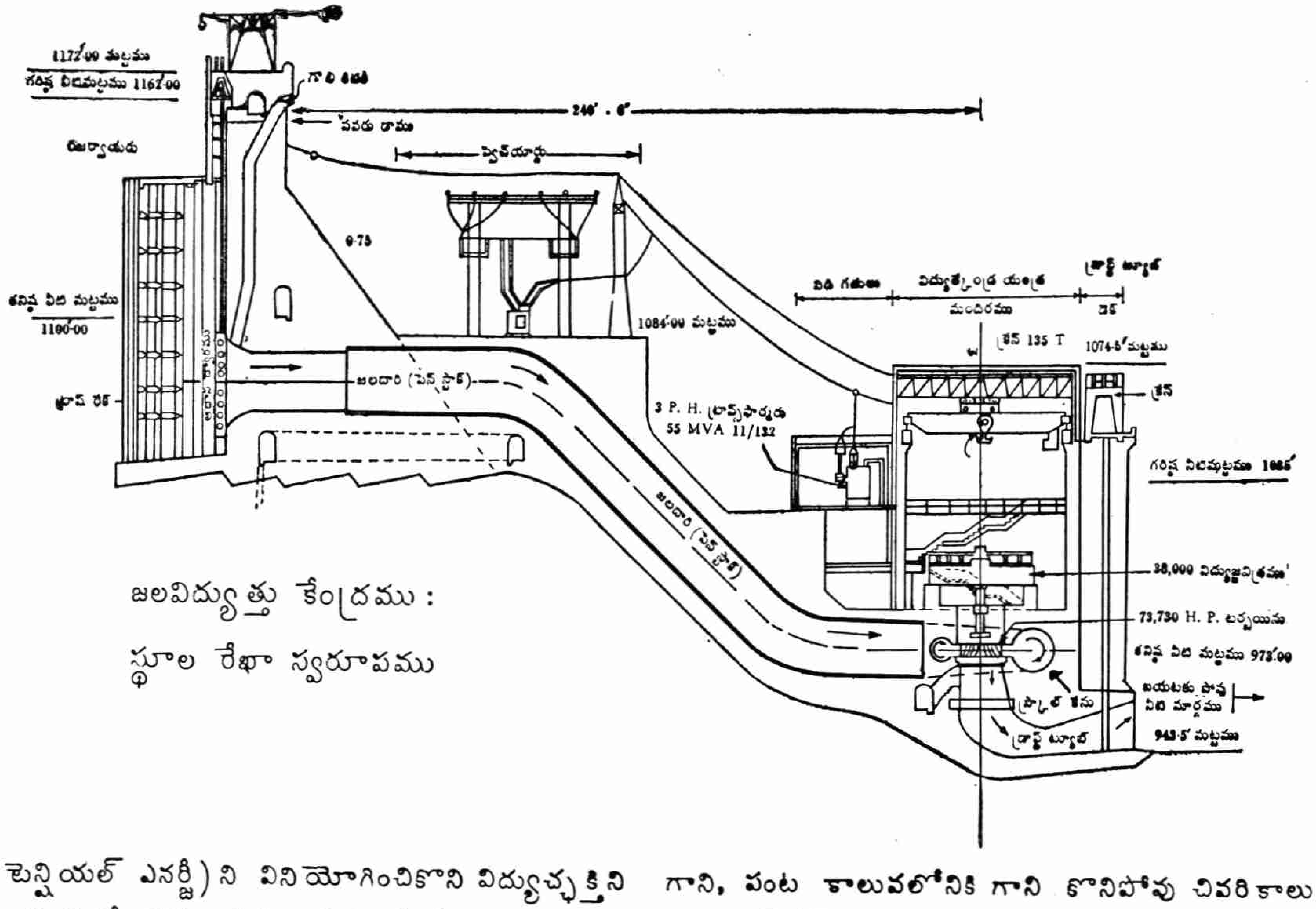
ఇందులో గంగా మైదానములోని జలాధారములలో 82.5 లక్షల కిలో వాట్టులు, బ్రహ్మపుత్రా మైదానములోని జలాధారములలో 9.4 లక్షల కిలో వాట్టులును వరుసగా నేపాల్, సిక్కిమ్ ప్రాంతముల పథకములకు సంబంధించినవి. ఆ రెండిటిని మినహాయింపుగా, భారత దేశపు యావత్ జల విద్యుత్తు సంపద దాదాపుగ 411.6 లక్షల కిలో వాట్టులు (60% లోడ్ ఫ్యాక్టరు) ఉండగలదు. ఇదియే వినియోగ సాధ్యమగు వనరు. కాని, సైద్ధాంతిక జల విద్యుత్తు శక్మ దానికన్న ఎంతో హెచ్చుగ ఉండవచ్చును. ఈ శక్మ అంతయు దేశము మొత్తముమీద

ఇంచుమించు సమగతిలో విభక్తమై, రాబోవు రెండు, మూడు దశాబ్దములలో ప్రతి మండలములోను విద్యుత్తు అభివృద్ధి కొనసాగుటకు చాలినంత పరిమాణములో ఉన్నది. ప్రతి మండలములోని జల విద్యుత్తు ఆధారములకు వాటి సామీప్యమును బట్టి మరియొక మండలముతో అంతస్సంబంధములను కల్పింపవచ్చును. ఇట్లు ఏర్పడిన ప్రాంతీయ గ్రిడ్‌ల సహాయమున సేద్యపు నీటి పథకములచే నియంత్రితమగు విద్యుత్తు ఉత్పత్తిలోని ఋతు వ్యత్యాసములను, తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రముల గౌణ ఉత్పత్తిని మేళవించి, సాధ్యమైనంత గరిష్ఠ ప్రయోజనమును పొందవచ్చును. వివిధ ప్రాంతములలోని జల విద్యుత్తు, తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములకు అంతస్సంబంధములను ఏర్పరచి, ఆ విధముగ దేశమున విద్యుత్తు అభివృద్ధిని పెంపొందించుటయే ప్రభుత్వము తమ చరమ లక్ష్యముగ ఇడుకొనినది. మునుముందు ప్రాంతీయ గ్రిడ్‌లను అన్నిటిని ముడిపెట్టి ఒక అఖిల భారత గ్రిడ్‌ను ఏర్పాటుచేయు ఆలోచన కూడ కలదు [చూ. పు. 64]. వై. కె. మూ. ; లక్ష్మీమణి.

జల విద్యుత్తు కేంద్రములు : పైనుండి నిలువున దుముకు నీటి బరువుచే విడుదలయగు అనుద్భూతశక్తి (పొటెన్షియల్ ఎనర్జీ) ని వినియోగించికొని విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పాదించు కేంద్రములకు 'జల విద్యుత్తు కేంద్రములు' అని పేరు. టర్బయినుల, జనిత్రముల దక్షతను లెక్కలోనికి తీసికొనకున్నచో జలపాతమువలన లభించుశక్తి (P) యొక్క సైద్ధాంతిక విలువను క్రింది సమీకరణములచే తెలియపరచవచ్చును :

1. P (హార్స్‌పవర్) = Q·H/8·8 ; 2. P (కిలోవాట్టులు) = Q·H/11·8. టర్బయినుల, జనిత్రముల దక్షతను లెక్కలోనికి తీసికొన్నచో P (కిలోవాట్టులలో) Q·H/13·8 నుండి Q·H/15 వరకు మారవచ్చును. ఇచట Q అనగా ఒక సెకనుకు పడు నీటి ఆయతనము (ఘ. అడుగులలో); H అనగా జలశీర్షము నిలువు (అడుగులలో).

ప్రధానాంగములు : ఒక జల విద్యుత్తు కేంద్రములోని అంగములలో ప్రధానములైనవి : 1. ఒక జలాశయములో గాని, రిజర్వాయరులో గాని తగినంత నీటిని నిల్వచేసి; పాక్షికముగనో, పూర్తిగనో జలశీర్షము (వాటర్ హెడ్) ను సృజింప గల ఆనకట్ట లేదా డాము; 2. క్రిందికి పడు నీటిని టర్బయినులోనికి కొనిపోవు జలదారి (పెన్‌స్టాక్); 3. విడుదలయగు జలశక్తిని యాంత్రికశక్తిగా మార్చగల హైడ్రాలిక్ టర్బయిను; 4. పై యాంత్రికశక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చగల ఒక ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము; 5. టర్బయినులనుండి వెలువడు జలమును తిరిగి నదిలోనికి గాని, పంట కాలువలోనికి గాని కొనిపోవు చివరికాలువ (టెయిల్ రేస్). వీటికి తోడు ఉత్పాదిత విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క వోల్టేజిని అధికీకరించి, దాని దూర ప్రాంతము



జలవిద్యుత్తు కేంద్రము : స్థూల రేఖా స్వరూపము

లకు పంపుటకు, వేరువేరు ప్రసారతంతులకు అందజేయుటకు అవసరములగు ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌లు, స్విచ్చీలు మొదలగు సరంజామా అంతయు విద్యుత్తు కేంద్రమును అనుకొనియున్న ప్రాంతమునందే నెలకొల్పబడును. ఈ ప్రాంతమునకు 'స్విచ్చియార్డ్ ట్రాన్సిమిషన్ లైన్‌లు' అని పేరు. స్విచ్చియార్డ్ నుండి పంపకపు కేంద్రములవరకు కల ప్రాంతము కూడ విద్యుత్తు కేంద్రములోని భాగమే.

జల విద్యుత్తు కేంద్రములోని ప్రస్ఫుట విభాగములు ముందు పుటలోని చిత్రమున చూపబడినవి. ముఖ తటాకము (ఫోర్ బే) నందు ఉన్నత మట్టమున ఉన్న నీటిని జలదారి గుండా విద్యుత్తు కేంద్రపు టర్బయినులోనికి ఒత్తిడిలో ప్రవహింప జేయుదురు. టర్బయినులలో పలురకములు కలవు. ఇందులో ఒక రకము ఫ్రాన్సిస్ టర్బయిను. జలదారినుండి నీరు సర్పిలకోశము (స్పిరల్ కేసింగ్) అని పిలువబడు ఒక సర్పిలాకారపు గొట్టములోనికి పోవును. దానిలో చిన్న దిడ్డికవాటము (వికెట్ గేట్) లు అమర్చబడి ఉండును. వాటి సాయమున నీటి పారుదలను కావలసిన రీతిని నియంత్రింపవచ్చును. ఈ కవాటముల ద్వారా నీరు ఒక మూసిన గదిలోనికి ప్రవేశించును. టర్బయినులోని ముఖ్య శక్త్యుత్పాదక భాగము అగు ధావని (రన్నర్) ఈ గదిలో ఉండును. ఈ ధావని వృత్తాకారమున విన్యసింపబడిన వక్ర పత్ర పరంపరతో కూడినదై, ఒక స్తంభముపై నిలబెట్టబడి పంజరమువలె ఉండును. ఒత్తిడితోను, కొంత వేగముతోను ప్రవహించుచున్న నీరు దిడ్డికవాటములను దాటివచ్చి, వక్ర పత్రములపైబడి అదిమి, ధావనిని గిరగిర తిరుగునట్లు చేయును. ఇటుల ప్రవాహ జలముయొక్క శక్తి ధావని స్తంభమువద్ద యాంత్రిక శక్తిగ మారును. తరువాత ఆ స్తంభముచే పరిభ్రమింపజేయబడి ఒక జనిత్రము విద్యుత్తును ఉత్పాదించును. ధావని నుండి నిర్గమించు నీరు ఒక వక్రాకార జల మార్గముగుండా చివరి కాలువలోనికి పంపబడును. ఈ మార్గముయొక్క వ్యాసము పోనుపోను పెద్దదగుచుండును. అందువలన నీటి వేగము క్రమముగా మందగించును. కప్లన్ అనునది మరియొక రకపు టర్బయిను. ఇందులో కూడ ఫ్రాన్సిస్ టర్బయినులో వలెనే ఒక సర్పిల కోశము, దిడ్డికవాటములు ఉండును. కాని, ధావని ఆకృతిలో మార్పుండును. వక్రపత్రముల గుండా నీరు ధావని ఇరుసుకు సమానాంతరముగ ప్రవహించునట్లుగా అవి రూపొందింపబడును. ధావనిలోని పత్రములను వేరు వేరు కోణములలో వంచవచ్చును. ప్రేరక రకపు టర్బయిను ధావని ఒక చక్రమువలె ఉండును. దాని కైవారము పొడవున బాల్చీలు అమర్చబడును. ఒక నీటిధార - పరిమాణమున బాల్చీలకంటె చాల తక్కువైనది - చక్రముపై పడి దానికి భ్రమణమును చేకూర్చును.

జల విద్యుత్తు కేంద్రములు, అవి పనిచేయు పద్ధతిని బట్టి - 1. నదీ ప్రవాహ కేంద్రములు ; 2. జలాశయ కేంద్రములు ; 3. బేస్‌లోడ్ కేంద్రములు ; 4. పీక్‌లోడ్ కేంద్రములు అని 4 తరగతులుగ ఉండును. మొదటి రెండును నీటి సరఫరా నియంత్రణపైని, తరువాతి రెండును లోడ్ నియంత్రణపైని ఆధారపడి పనిచేయునవి. నిల్వ చేసి తోడబడిన నీటిని ఉపయోగించుకొను కేంద్రములు పీక్‌లోడ్ కేంద్రములలో ప్రత్యేక రకములు.

నదీ ప్రవాహ కేంద్రములు : ఇవి నదినుండి లభించు సహజ ప్రవాహ జలములను వినియోగించికొని పని చేయును. ఇందు ఎద్దడి సమయమున వాడుకొనుటకు వీలుగా ప్రవాహజలమును జలాశయములో నిల్వచేయుట ఉండదు.

నదిలోని కనీసపు వేసవి పారుదలను ఆధారముగ చేసికొని ఈ కేంద్రములను రూపొందింతురు లేదా ఇతర శక్త్యాధారముల సమన్వయముతో వినియోగింపకొనగలుగు గరిష్ఠ శక్తిని ఆధారముగ చేసికొని నిర్మింతురు. నదీ ప్రవాహమును ప్రత్యేకముగా నిర్మించిన తరలింపు మార్గము ద్వారా ముందు ఒక కాలువలోనికి గాని, సొరంగము లోనికి గాని, ఒకటి తరువాత ఒకటిగా రెండిటి లోనికి గాని తరలించి, తరువాత జలదారిగుండా టర్బయిను లోనికి తీసికొనిపోవుదురు. ఉదా : జల్ఢాఖా (పశ్చిమ బెంగాలు, ప్రతిష్ఠాపితశక్తి 36,000 కి. వా.), ఉమ్‌ట్రూ (అస్సాము - ప్రతిష్ఠాపితశక్తి 7,500 కి. వా.), నోగ్లిగాడ్ (హిమాచలప్రదేశ్ - ప్రతిష్ఠాపిత శక్తి 1,500 కి. వా.).

జలాశయ కేంద్రములు : ఈ కేంద్రములవద్ద నదీ ప్రవాహములో ఋతు వ్యత్యాసముల వలన, సంవత్సరము సంవత్సరము మధ్య కలుగు దీర్ఘ కాలిక వ్యత్యాసముల వలన కూడ విద్యుత్తు ఉత్పత్తి స్థాయి వ్యత్యాసములు లేకుండ, నిలుకడగా కొనసాగుటకు అవశ్యకమగు నీటిని జలాశయములో నిల్వచేయుదురు. కాబట్టి, వాటినుండి విద్యుత్తును అనుదినము ఒక నియత పద్ధతి ప్రకారము సరఫరా చేయ వీలగును. ఇటుల నిలుకడగా ఉత్పత్తియగు విద్యుత్తు తరుచుగా జలప్రవాహము ఏ ప్రమాణములో నియంత్రింపబడునో ఆ ప్రమాణమునకు ఇంచుమించు అనులోమ నిష్పత్తిలో ఉండును ; ఈ జల ప్రవాహ నియంత్రణ ప్రమాణము కూడ నిల్వచేయబడిన జలరాశిపై ఆధారపడును. ప్రవాహపు నీటిపారుదలను పూర్తిగా నియంత్రించ గలుగుట

చాల అరుదు. కాని, 80 — 90% వరకు తరుచుగా నియంత్రింపవచ్చును. ఏ జలాశయ కేంద్రము నుండి అయిన నిలుకడగా ఉత్పత్తియగు విద్యుత్తు కంటె సిద్ధాంత రీత్యా లభింప గల అదనపు విద్యుత్తుకు 'గౌణ విద్యుత్తు' అని పేరు. ఉదా: హీరాకుడ్ డాము [చూ.], గాంధీ సాగర్ డాము [చూ. చంబల్ లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక], రిహింద్ నది మీది రిహింద్ ప్రాజెక్టు (ఉత్తరప్రదేశ్, ప్రతి స్థాపితశక్తి 3,00,000 కి. వా.) [చూ. భాక్రా-నంగల్ ప్రణాళిక].

బేస్ లోడ్ కేంద్రములు: ఇవి రోజు పొడుగున స్థిరమైన లేదా దాదాపు స్థిరమైన ప్రమాణములో విద్యుత్తును ఉత్పాదించునవి. నదీ ప్రవాహ కేంద్రము బేస్‌లోడ్ కేంద్రముగా పని చేయుటకు అనువైనది. ఏలన, దానినుండి గరిష్ఠ విద్యుత్తును వినియోగించుకొనవచ్చును. జలాశయ కేంద్రము కూడ బేస్‌లోడ్ కేంద్రము కావచ్చును. కాని, దానిని బేస్‌లోడ్ కేంద్రమునకు అవసరమగు దానికంటె చాల ఎక్కువ ప్రతిస్థాపిత శక్తితో ఏర్పాటు చేయుటయే లాభదాయకము.

పీక్‌లోడ్ కేంద్రములు: ఇవి ఒక విద్యుత్తు వ్యవస్థలోని పీక్‌లోడ్ అవసరములను తీర్చుటయే ప్రధానోద్దేశముగా రూపొందింపబడి నిర్మింపబడిన కేంద్రములు అని పేరును బట్టియే తెలియగలదు. జలాశయమును ఏర్పరచి, అందు నీరు గనుక సమృద్ధిగా నిల్వ చేయబడినచో ఒక నదీప్రవాహ కేంద్రము బేస్‌లోడ్ కేంద్రముగను, పీక్‌లోడ్ కేంద్రముగను కూడ ఉపయోగపడగలదు. అట్టి కేంద్రము వద్ద ప్రవాహపు పారుదల కేంద్రపు ఉత్పత్తి సామర్థ్యమునకు సమానముగా గాని, అధికముగా గాని ఉన్నచో, ఆ కేంద్రము బేస్‌లోడ్ కేంద్రముగ పనిచేయును. ప్రవాహపు పారుదల కేంద్రపు సామర్థ్యమునకు తక్కువగ ఉన్నచో, రద్దీ సమయములలో అది జలాశయమునుండి కూడ నీటిని తీసికొని చాలవరకు పీక్‌లోడ్ కేంద్రముగా పనిచేయగలదు. జలాశయ కేంద్రములు ఆదర్శ ప్రాయములైన పీక్‌లోడ్ కేంద్రములుగ ఉపయోగపడగలవు. విద్యుత్తు ఉత్పత్తికి సరఫరాచేసిన నీటిని పూర్తిగా కాని, అందులో కొంత భాగమును కాని తిరిగి రిజర్వాయరులోనికి తోడు కేంద్రములు సాధారణముగ పీక్‌లోడ్ కేంద్రములే అగును. చాల కొద్దికాలము పెద్ద పీక్‌లోడ్‌లను సరఫరా చేయవలసిన భారీ వ్యవస్థలలో పై కేంద్రములు గిట్టుబాటు కాగలవు. అందుకు వాటికి బదులు తెర్మల్ కేంద్రములను వినియోగించుట ఖర్చుతో కూడిన పని.

తరుచుగా జల విద్యుత్తు కేంద్రములకు, తెర్మల్ కేంద్రములకు, ఇప్పుడిప్పుడు పరమాణు విద్యుత్తు కేంద్రములకు అంతస్సంబంధము కల్పించి, ఒక గ్రిడ్‌ను తయారు చేసి, దాని మూలమున విద్యుత్తు అవసరములలోని దైనిక, ఋతు వ్యత్యాసములను కూడదీయుట పరిపాటి అయినది. గ్రిడ్‌లో నదీ ప్రవాహ కేంద్రములు బేస్‌లోడ్ కేంద్రములైనప్పుడు జలాశయ కేంద్రములు పీక్‌లోడ్ కేంద్రములగును లేదా అటునుండి ఇటు కూడ కావచ్చును. తెర్మల్ కేంద్రములతో జత చేసినపుడు జల విద్యుత్తు కేంద్రములు పీక్‌లోడ్ అవసరములను తీర్చును. అప్పుడు తెర్మల్ కేంద్రములు పని చేయుటకు అగు అధిక వ్యయము ఆదా అగును.

అప్పుడప్పుడు జల శీర్షమును బట్టి కూడ జల విద్యుత్తు కేంద్రములను వర్గీకరించుట కద్దు. 30 మీ. మించని జల శీర్షము కలవి అల్ప జలశీర్ష కేంద్రములనియు, 30 - 150 మీ. జలశీర్షము కలవి మధ్యమాన జలశీర్ష కేంద్రములనియు, 150 మీ. మించిన జల శీర్షము కలవి ఉన్నత జలశీర్ష కేంద్రములనియు వ్యవహరించుట పరిపాటి. కేంద్రమునకు ఎగువన ఉన్న రిజర్వాయరులోని జలోపరితలము ఎత్తునకు, దిగువన ఉన్న చివరి కాలువలోని జలోపరితలము ఎత్తునకు మధ్య గల వ్యత్యాసమునకు జలశీర్షము అని పేరు. అయితే, జలదారి మొదలగు చోట్ల కలుగు నీటి నష్టమువలన విద్యుత్తు ఉత్పత్తికి అందుబడియగు నికరపు జలశీర్షము పై విధమున లెక్కకట్టిన జలశీర్షముకన్న కొంత తక్కువగనే ఉండును.

విద్యుత్తు కేంద్రముల విన్యాసము: ఇది నిర్మాణప్రదేశపు స్వభావము మీదను, నదియొక్క స్థలప్రకృతి లక్షణముల మీదను, లభింపగల జలశీర్షము మీదను, వినియోగింపబడు జలపరిమాణము మీదను, లోడ్ కేంద్రము చుట్టుప్రక్కల గల ప్రాంతముమీదను ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉండును. కనిష్ఠ వ్యయముతో గరిష్ఠ విద్యుత్తు ఉత్పత్తిని సాధించు ప్రధాన దృష్టితోనే విద్యుత్తు కేంద్రముల విన్యాసమును నిర్ణయింపవలెను. అయితే, వరదలు మొదలగు ప్రమాదములు, నిర్వహణావశ్యకములు, భద్రత వంటి విషయములకు కూడ ప్రాధాన్యము ఇవ్వవలసి ఉండును. డాము నిర్మాణ స్థలము, జలవాహక పద్ధతి, కేంద్రస్వరూపము ముఖ్యముగా స్థలప్రకృతి పరిస్థితులను బట్టియే నిర్ణయింతురు. కాబట్టి, నిర్మాణవ్యయము, దానితోపాటు జలశీర్షము స్థలప్రకృతిని బట్టియే మారుచుండును. జలశీర్షమునకు, విడుదలయగు నీటికి గల సంబంధము కూడ గణింపదగినది. విడుదలయగు నీరు సమానముగా ఉన్నప్పుడు జల శీర్షము హెచ్చిన కొలది విద్యుత్తు ఉత్పత్తివ్యయము తగ్గుచుండును.

విద్యుత్తు కేంద్రములకు స్థాన నిర్దేశము (లొకేషన్) ను ఆయా స్థాన పరిస్థితులను బట్టి చేయుదురు. వాటిని డాముకు

సరాసరి అడుగునే కాని (ఉదా: హిరాకుడ్, భాక్రా విద్యుత్తు కేంద్రములు), డాముకు కొంత దూరముగా కాని (ఉదా : ఎగువ సీలేరు, శరావతీ జల విద్యుత్తు కేంద్రములు) నిర్మింపవచ్చును. డాముకు సరాసరి అడుగున గల కేంద్రములలో డాములోనే పొదుగబడిన కురుచ జలదారి ద్వారా నీటిని టర్బయినులలోనికి ప్రవహింపజేయుదురు. ఎగువ సీలేరు జల విద్యుత్తు కేంద్రములో సీలేరు నదిపై తరలింపు డామును నిర్మించి, దాని ద్వారా సీలేరు నీటిని ఒక కాలువలోనికి తరలించుచున్నారు. ఈ కాలువ ఒక రిజర్వాయరులోనికి పోవును. అచ్చటి నుండి 4 జల దారులు 4 టర్బయినులలోనికి జల ప్రవాహమును కొని పోవును. స్థలప్రకృతి, భూగర్భపరిస్థితులు అనుకూలించినప్పుడు విద్యుత్తు కేంద్రమును భూగర్భమున ఏర్పాటు చేయుట లాభసాటి (ఉదా: కొయానా జల విద్యుత్తు కేంద్రము) అగును.

కొన్ని పంటకాలువలలో సహజముగా ఉండు వాలును ఉపయోగించికొని వాటి దగ్గర అల్ప జలశీర్ష విద్యుత్తు కేంద్రములను నిర్మింపవచ్చును. ఉదా: కోసీ పంటకాలువలో మొదటి దశలో 4 మీ., చివరి దశలో 7 మీ. సహజ జలశీర్షమును ఉపయోగించికొని 20 మెగావాట్టుల శక్తితో ఒక జల విద్యుత్తు కేంద్రము పనిచేయుచున్నది. ఉత్తర ప్రదేశ్‌లో గంగానది కాలువ వద్ద కూడ ఈ రకపు కేంద్రములు కొద్దిగా కలవు.

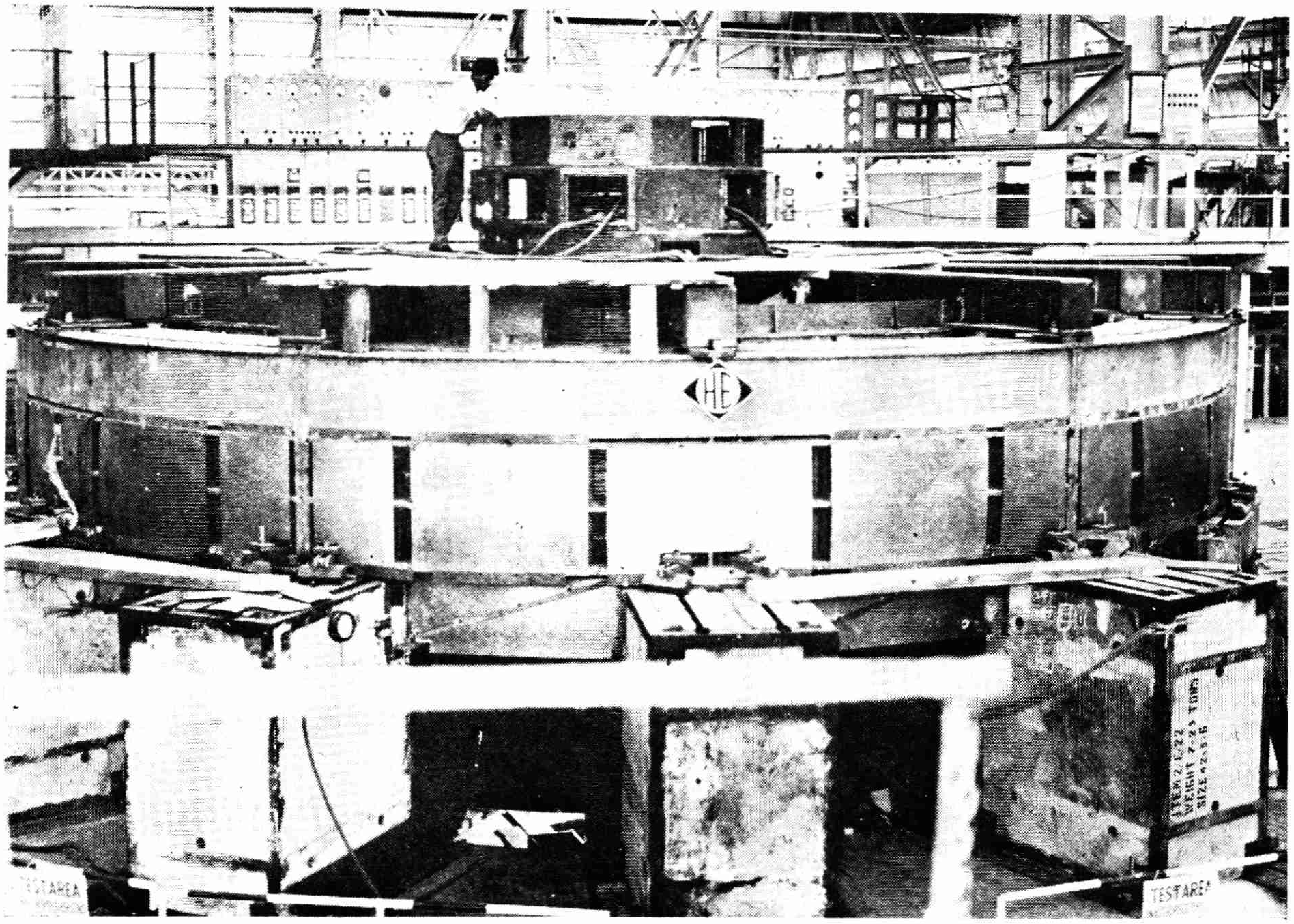
డాము: ఇది నదీ జలమును వేరు చోటికి తరలించుటకు గాని, అక్కడనే జలాశయములో నిల్వచేయుటకు గాని ఉపకరించును. కేవలము విద్యుత్తు ఉత్పత్తికి నిర్మింపబడిన డాములు పంట నీరు, మంచి నీటి సరఫరా, వరద నియంత్రణ వంటి ఆనుషంగిక ప్రయోజనములకు కూడ పనికిరావచ్చును. నిర్మాణ సామగ్రి అందుబడిని బట్టి, పెట్టుబడిని బట్టి వాటిని రాయితోగాని, రాయి, సున్నము కలిపి గాని, మన్నుతోగాని నిర్మింపవచ్చును [చూ. డాములు].

జల వాహక వ్యవస్థ: ఇది నిల్వచేయబడిన చోటునుండి కాని, జలాశయమునుండి కాని ముఖతటాకమునకు నీటిని తీసికొనిపోవును. ఇందు ఒక కాలువ గాని, సొరంగము గాని, జలదారిగాని, వీటి సమ్మేళము గాని ఏర్పరుపబడును.

సర్జిటాంకు: జల విద్యుత్తు కేంద్రముల టర్బయినుల లోనికి నీటిని దీర్ఘ సంవృత జలవాహక వ్యవస్థ ద్వారా కొనితెచ్చునపుడు, ఆ మార్గము గుండ పోవు విశేష జల పరిమాణమును బట్టి పరిగణింపవలసిన జడత్వ ఫలితములు పుట్టక మానవు. లోడ్ అవసరలమును బట్టి టర్బయినులలోనికి పారు నీటి పరిమాణమును మార్చవలసి వచ్చినపుడెల్ల, పెద్ద పెద్ద పరిమాణములలో ఉండు ఆ నీటి వేగమును హెచ్చించుటయో, తగ్గించుటయో చేయవలసి ఉండును. కవాటములను పూర్తిగా మూసివేయుటవంటి ఆకస్మికపు మార్పులకు అనుగుణముగ ప్రవాహ ద్రవ్యరాశి వేగములో కూడ దానిని మందగింపజేయుటవంటి ఆకస్మికపు మార్పులు తీసికొనిరావలెను. అందువలన ఆ నీటికి ఒక ప్రేరణ లేదా ఆఘాత బలము చేకూరును. దానికి నీటి సమ్మెట (వాటర్ హేమర్) అని పేరు. లోడ్ లను భాగశః మార్చినపుడును, కవాటములను తెరచినపుడును కూడ నీటి సమ్మెట దుష్ఫలితములు కొన్ని కలుగవచ్చును. ఈ దుష్ఫలితములను అదుపులో పెట్టినపుడే కేంద్రము చక్కగా పనిచేయగలదు. కానిచో వాటిని తట్టుకొనుటకు జలదారులను, సొరంగములను దృఢతరములు చేయవలసివచ్చి, నిర్మాణ వ్యయము పెరుగును. టర్బయినుకు ముందు ఒక ప్రేష విమోచక కవాటము (ప్రెషర్ రిలీఫ్ వాల్వు) ను అమర్చినచో అది జలవాహక వ్యవస్థగుండా ప్రవహించు నీటి వేగము మారిపోవు రేటును తగు విధమున సర్దుబాటుచేసి నీటి సమ్మెట దుష్ఫలితములను తగ్గించును. సుదీర్ఘ జలవాహక వ్యవస్థలు కల కేంద్రములకు కూడ ఈ పద్ధతి ఉపకరించును. అయితే, అప్పుడు కేంద్రము కొన్ని పరిమితులకు లోబడియే పనిచేయగలదు. నీటి సమ్మెట దుష్ఫలితములను తొలగించుటకు కేంద్రమునకు చేరువగా ఒక సదుపాయకర స్థలమున 'సర్జిటాంకు' అను దానిని ఏర్పాటు చేయుట మరొక పద్ధతి. ఈ సర్జిటాంకు సాధారణముగ నిలువు స్తంభాకారము కల పెద్ద ఎత్తయిన టాంకు. ఇది జలదారితో అనుసంధింపబడి ఉండును. ఇది అవసరముకొలది నీటి వేగమును హెచ్చించి లేదా తగ్గించి నీటి సమ్మెట దుష్ఫలితములను అదుపులో పెట్టును; నీటి వేగమును క్రమపరచును.

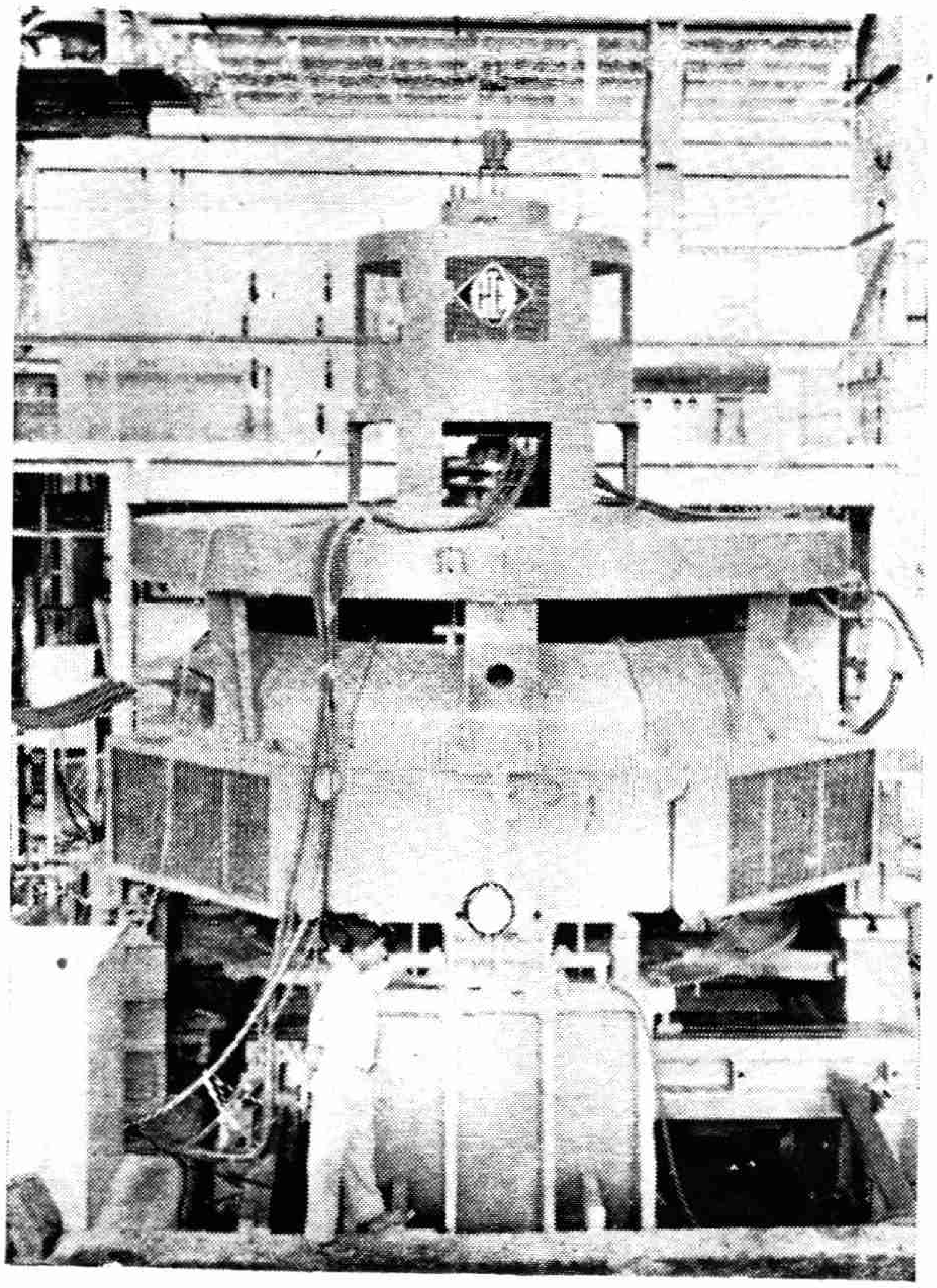
ముఖ తటాకము (ఫోర్‌బే): ఇది విద్యుత్తు కేంద్రమునకు నీటిని సరఫరా చేయు కాలువలో ఒక భాగమును (సాధారణముగా దాని చివర భాగమును) విస్తృతపరచి నిర్మించిన ఒక చిన్న తరహా తటాకము. కవాటములు, తలుపులు వంటి నియంత్రక నిర్మాణములు, జలదారికి ప్రవేశక మార్గములు దీనివద్దనే ఏర్పాటు చేయబడును. విద్యుత్తు ఉత్పత్తిని పెంచవలసి వచ్చి, అందుకు ఎక్కువగా కావలసిన నీటిని ఈ తటాకము నుండి తీసికొందురు.

చెత్త తెరలు: ఇవి టర్బయినుల పనికి అవరోధముగ పెద్ద సైజులలో నీటితో కలిసి వాటిలోనికి పోవు చెత్త చెదారమునకు అడ్డుపడుటకు ఏర్పాటు చేయబడిన తెరలు. ఇందుకు ఉక్కు లేదా ప్రబలిత కాంక్రీట్ ఆధారమున

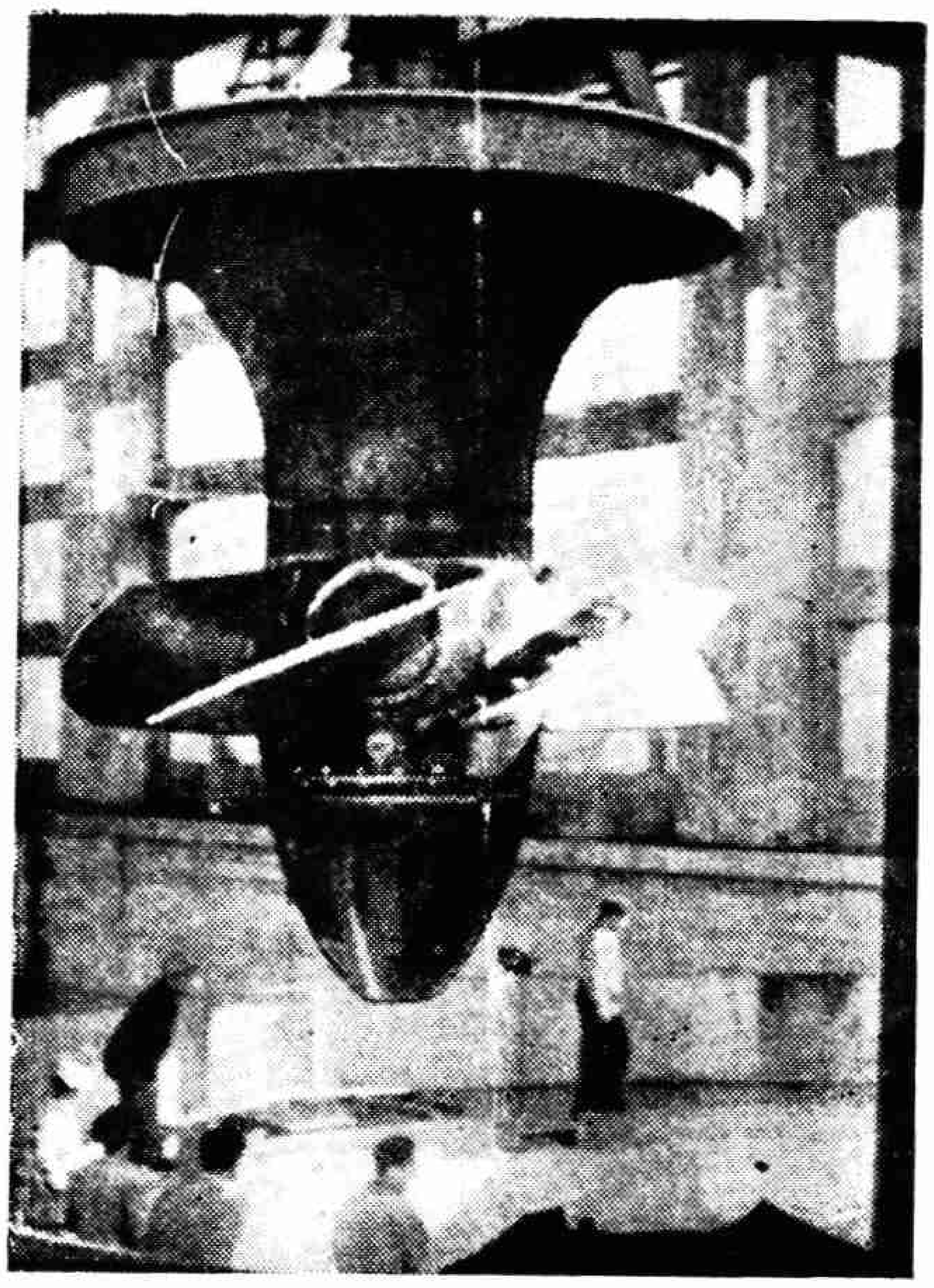


↑

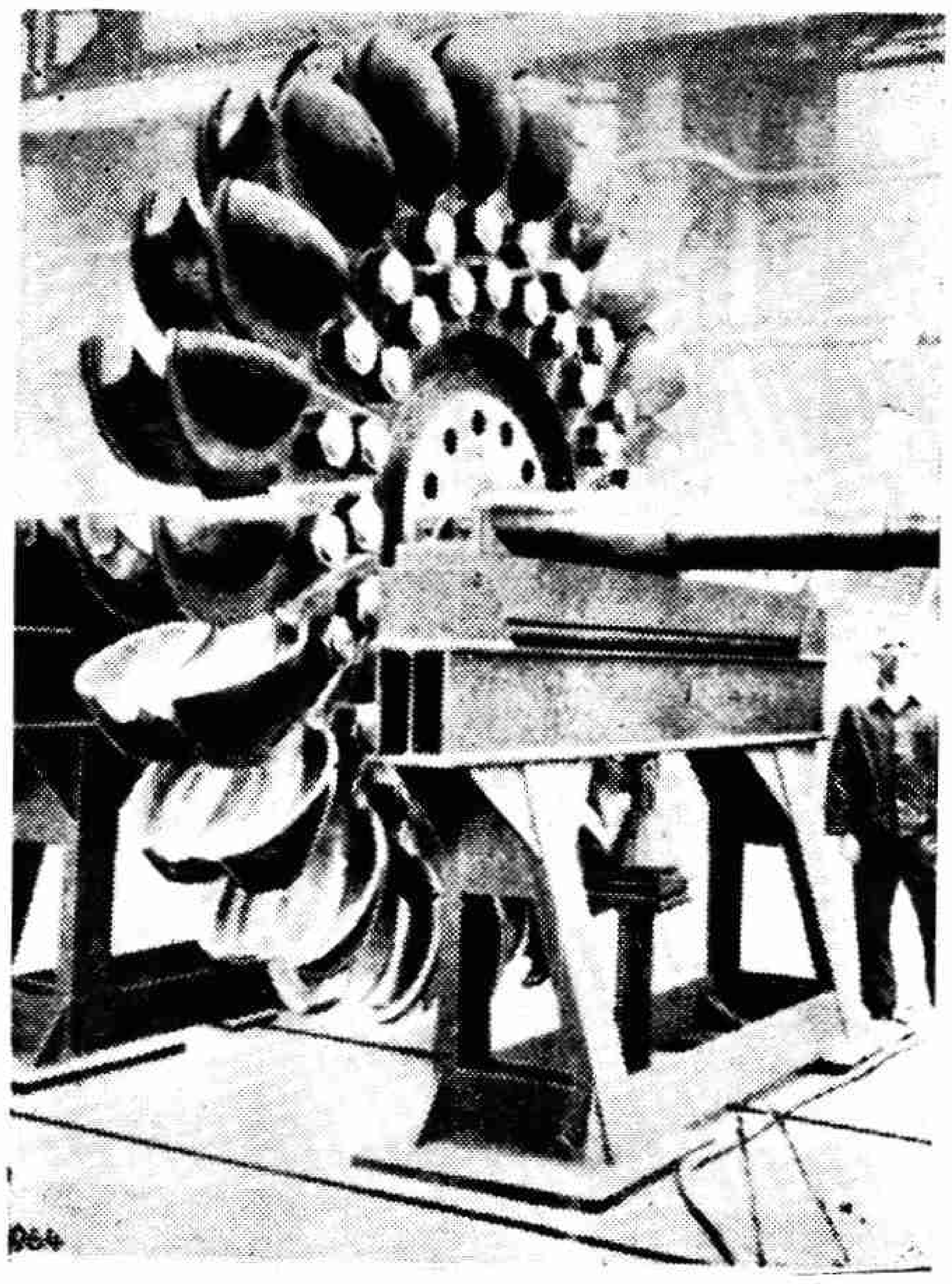
ఒబ్రా జల విద్యుత్తు కేంద్రమున బిగించిన 30 మెగావాట్ల ఉత్పత్తి సామర్థ్యము గల నీటి టర్బయిను జనరేటరు



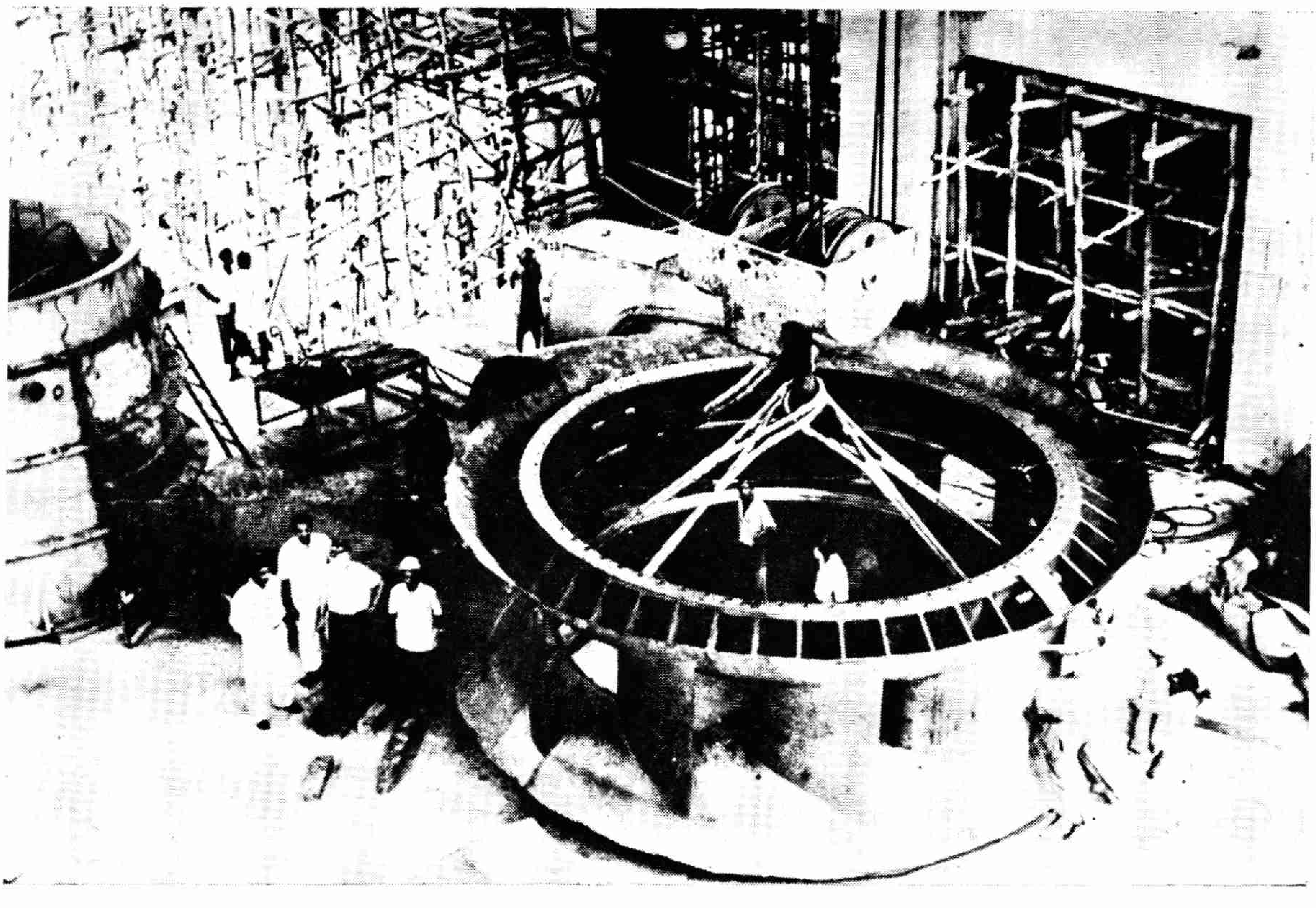
బాసీ జలవిద్యుత్తు కేంద్రమున బిగించిన 15 మెగా వాట్ల ఉత్పత్తి సామర్థ్యముగల నీటి టర్బయిను జనరేటరు →



కాప్లాన్ టర్బయిను



ఇంపల్స్ టర్బయిను



ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని ఎగువ సీలేరు జల విద్యుత్తు కేంద్ర నిర్మాణసమయమున డ్రాఫ్ట్ ట్యూబు లైనర్, స్పీడ్ రింగు అను అవయవములను బిగించుట

పలుచని ఉక్కు కడ్డీలను దగ్గర దగ్గరగా కటకటాలవలె నిలబెట్టుదురు.

విద్యున్మందిరము (పవర్ హౌస్): జల విద్యుత్తు కేంద్రములలో ప్రధాన భాగమైన ఇందు రెండు విభాగములు ఉండును. 1. అంతర్నిర్మాణము : ఇది పరికరసామగ్రిని నెలకొల్పుటకు, అవసరమగు జలమార్గములను ఏర్పరుచుటకు ఉద్దేశింపబడినది. మందిరపు పునాదులు, జలదారి చివరిభాగము, జలదారి కవాటములు, స్క్రాల్ కేస్, డ్రాఫ్ట్‌ట్యూబ్, అనుబంధ కవాటములు - ఇవి అన్నియును ఇందు చేరినవే. ఇది సాధారణముగ కాంక్రీటుతో నిర్మింపబడును. దాని లోపల పునాదుల దగ్గర నుండి జనిత్రము వరకు విస్తరించిన బాటలు, జలమార్గములు ఏర్పరుపబడును; 2. ఉపరినిర్మాణము : ఇది పరికర సామగ్రిని నెలకొల్పుటకు; వాటికి గాలి, వాన, ఎండ వలన రక్షణ చేకూర్చుటకు ఉద్దేశింపబడినది. టర్బయినులు, జనిత్రములు, ఉత్తేజకములు (ఎక్సైటర్‌లు), స్విచ్చిబోర్డులు, ఆయిల్ స్విచ్చిలు, అనుబంధ యంత్రములు మొదలగు పరికర సామగ్రిని ఇచ్చటనే స్థాపింతురు. ఈ సామగ్రి ఆ యా ప్రాజెక్టుల పరిమాణమునకు తగినదిగా ఉండును. అందు ముఖ్యమైనవి క్రింద వివరించడమైనది.

టర్బయినులు: ప్రొపెల్లర్ చక్రము, రీయాక్షన్ చక్రము, ఇంపల్స్ చక్రము అను మూడు రకముల చక్రములతో పనిచేయు టర్బయినులు నేడు వాడుకలో కలవు. అవి ఏ యే జల శీర్షములతో, ఏ యే వేగములతో పనిచేయునో దిగువ చెప్పబడినది.

చక్రము	నిర్దిష్ట వేగము	జలశీర్షము	
ప్రొపెల్లర్	180—120	1.5—27.4	మీ.
రీయాక్షన్	140—20	6.0—364.8	మీ.
ఇంపల్స్	10—3	60.9—1824	మీ.

గవర్నరులు : ఇవి లోడ్ మారినపుడు యూనిట్ల వేగమును కూడ మార్చి సక్రమపరచు సాధనములు.

జనిత్రములు : ఇప్పుడు ఏకకాలమున కలసి పనిచేయు జనిత్రములు వినియోగింపబడుచున్నవి. ఇందు వ్యతిరేక ధ్రువత్వము (పోలారిటీ) కల విద్యుత్తు అయస్కాంతములతో కూర్చబడిన ఒక అయస్కాంత క్షేత్రము పరిభ్రమించుచుండును. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రము చక్రవలయము (ఆర్మేచర్) గా ఏర్పడిన స్థిరమైన విద్యుద్వాహక వ్యవస్థకు అనుగుణముగా చలించును. చక్ర వలయములో ఆవర్తి విద్యుచ్చాలక బలము ప్రేరితము అగుచుండును. క్షేత్ర అయస్కాంతములకు ఉత్ప్రేరకమునుండి ఋజు విద్యుత్తు సరఫరా అగును. భారత దేశమున 50 సైకిళ్ల/సెకను పౌనఃపున్యము ప్రమాణముగా గ్రహింపబడినది. అయితే, 25, 33 సైకిళ్ల పౌనఃపున్యములు కూడ వాడుకలో కలవు.

ట్రాన్స్‌ఫార్మరులు : ఇవి వోల్టేజిని మార్చు సాధనములు. వీటిలో రెండు జతల వైండింగులు ఉండును. ప్రాథమిక వైండింగు విద్యుత్తు ఉత్పాదకమునకు, గౌణ (సెకండరీ) వైండింగు విద్యుత్తును తీసికొను విద్యుత్తువలయమునకు అనుసంధింపబడును. రెండును ఒక అయస్కాంత వలయముచే కలుపబడును. విద్యుత్తు కేంద్రమువద్ద ఉత్పాదింపబడిన విద్యుత్తుయొక్క వోల్టేజిని ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ అత్యధికముగా హెచ్చించును. అప్పుడు ఆ విద్యుత్తును ప్రసారముచేయు తంతియొక్క సైజును తగ్గింపవచ్చును. ఈ అధిక వోల్టేజి విద్యుత్తును విభజన కేంద్రములవద్ద తిరిగి అల్ప వోల్టేజి విద్యుత్తుగ మార్చవచ్చును.

స్విచ్చి గేర్ : ప్రాధాన్యములో జనిత్రముల, ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌ల తరువాత చెప్పదగినది సర్క్యూట్ బ్రేకర్. ఇది తరుచుగా 440 వోల్టుల, అంతకు పైబడిన అన్ని ఏ. సి. సర్క్యూట్‌లలోను ఉపయోగింపబడును. 550 వోల్టుల వరకు ఏ. సి. తంతులకు, 3000 వోల్టులవరకు డి. సి. తంతులకు గాలి సర్క్యూట్ బ్రేకర్‌లు తరుచుగా వాడబడును. ఎక్కువ వోల్టేజులకు ఇతర విధము లైనవి వినియోగింపబడును. మరమ్మతులు, శోధన మొదలగు పనులు చేయునపుడు పరికర సామగ్రిని విసంధానక స్విచ్చిలతో సర్క్యూట్‌నుండి వేరు చేయుదురు. 11 కిలో వోల్టులవరకు, అప్పుడప్పుడు 32 కిలో వోల్టులవరకు కూడ స్విచ్చిగేర్‌లు వాడబడును. 32 కిలోలకు పైబడిన వోల్టేజీలకు తరుచుగా ఆరుబయటి స్విచ్చి యార్డులలోనే స్విచ్చిగేర్‌లను ఏర్పాటు చేయుదురు.

రీయాక్టరులు : ఇవి విద్యుత్తును పరిమితీకరించు సాధనములు; ఏదైన ఒక తప్పువలన అత్యధిక అయస్కాంతపు ఒత్తిడులకు జనిత్రములు, అత్యధిక విద్యుత్తాపనమునకు ఇతర పరికరములు గురికాకుండ కాపాడును.

నియంత్రణ కేంద్రము : ఇందు ముఖతటాకము, చివరి కాలువ, రిజర్వాయరు, సర్జి టాంకు - వీటిలోని నీటి మట్టమును సూచించు పరికరములు; విద్యుత్తు కేంద్రములోని ప్రధాన పరికరములలో ఏదయిన పనిచేయకపోవుటను గాని, వాటిలో ఏర్పడిన అసాధారణ పరిస్థితిని గాని తెలియజేయు పరికరములు ఉండును. ఒక మిక్కిలి చిన్న కంట్రోలు బోర్డు కూడ ఉండును. దీనితో ఒక వ్యక్తి ఒక పెద్ద కేంద్రమును నియంత్రింపగలడు.

స్విచ్చియార్డులు : వీటిని తరుచుగా ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ బాంకులను ఆనుకొని ఉన్నచోట నిర్మింతురు. హీరాకుడ్

జల విద్యుత్తు కేంద్రమునందు స్విచ్చియార్డ్ విద్యుత్తు కేంద్రపు అక్షమునకు లంబముగా దానిని అనుకొని ఉన్నది.

ప్రసారక తంతులు : ఈ తంతులు విద్యుత్తు కేంద్రముల నుండి సుదూర ప్రాంతములలో ఉండు పంపకపు కేంద్రములకు విద్యుత్తును భారీ పరిమాణములలో ప్రసారము చేయును. విద్యుత్తు కేంద్రమువద్ద విద్యుత్తు వోల్టేజీని చాల ఎక్కువ చేసినచో దాని ప్రసారణ వ్యయము తగ్గును. ఈ ప్రసారక తంతులనుండి నేరుగా వాడకపుదారులకు విద్యుత్తును సరఫరా చేయరు. దారిపొడవున కొన్ని ఉపకేంద్రములు ఏర్పాటు చేయబడును. ఇచట విద్యుత్తు వోల్టేజీని తగ్గించి, దానిని వేరువేరు వోల్టేజీలలో చిల్లర వాడుకదారులకు సరఫరాచేయుదురు. వై. కె. మూ. ; లక్ష్మీమణి.

జలశాస్త్రము : జలశాస్త్రమున నదివంటి ప్రవాహము, సరస్సు, పాతాళగంగ వంటి జలాధారముల ద్వారా లభించు నీటి వనరుల గూర్చియు, వాటిని మానవ ప్రయోజనములకు వినియోగించు తీరుతెన్నులను గూర్చియు చర్చించబడును. జీవితము నీటితోనే పుట్టినది; జీవితము కొనసాగుట కూడ నీటిమీదనే ఆధారపడి ఉన్నది. ప్రాచీన నాగరకతలు అనేకములు నదీలోయ ప్రాంతములలోనే పుట్టి మన గలిగినవి [చూ. సం. 1 - పు. 13].

నీటికి గల బహుముఖ వినియోగముల వలన నీటి ప్రాధాన్యము నానాటికి అధికమగుచున్నది. గృహ, పారిశ్రామిక జలావసరములతో బాటు వ్యవసాయ రంగమునకు నీటి వినియోగము నిరంతరము పెరుగుచునే ఉన్నది. నేటికాలమున నీటియొక్క మరియొక ప్రధాన వినియోగము జల విద్యుత్తు ఉత్పాదనము [చూ. జల విద్యుత్తు - పు. 353]. ఈ కారణములను పురస్కరించుకొని యావత్ ప్రపంచమున సేద్యపు నీరు, జలనిర్గమనము, భూమిని సేద్యమునకు లాయకీ చేయుట, వరద నియంత్రణ, నౌకాయానము, విద్యుత్తు ఉత్పాదన, గృహ, పారిశ్రామిక వినియోగములు, తీర రక్షణ మొదలగు వివిధ ప్రయోజనములకు నీటిని ఆదాచేయుటకు, దాని ఉపయోగమును క్రమబద్ధముగ నియంత్రించుటకు పెక్కు జలాధార నిర్మాణములు రూపుగొనినవి. ఇంకను అనేక పథకములు రూపొందింపబడుచున్నవి.

భూగోళమున (వెలుపలి పొరలు) 33 కోట్ల ఘనపు మైళ్ల * నీరు ఉండునని అంచనా వేయబడినది. అది భూమి మొత్తము ద్రవ్యరాశిలో 7% ఉండును. ఈ మొత్తము నీటిలో 97.2% భూ విస్తీర్ణములో 7/10 వంతులు ఆక్రమించుకొని ఉన్న సముద్రములలో ఉన్నది. మిగిలిన 2.8% నీటిలో దాదాపు నాలుగింట మూడు వంతులు మంచు గడ్డలుగా పేరుకొని ఉన్నది. దేశాంతర్గత సముద్రములు, సరస్సులు, నదులు, వాగులు, శిలలు, వాతావరణము- వీటిలో కల మొత్తము నీరు భూమియొక్క యావజ్జలములో 0.65% మేరకు ఉన్నది. ఈ 0.65% లో మరల నూటికి దాదాపు 90 వంతులు అంతర్గతజలము. ఈ జలము గొట్టపు బావుల ద్వారా ఎక్కువ ఎక్కువగా పైకి తీయబడుచున్నది. కాని, దీనిని తీయుట అధిక వ్యయ ప్రయాసలతో కూడిన పని. ఇంతేకాక నదులలో ప్రవాహములు కొనసాగుటకు జీవత్ జలాశయముగా ఆచరించు అంతర్గత జలమును విచక్షణారహితముగ పైకి తీయుట శ్రేయస్కరము కాదు. కావున మానవజాతి తన జలావసరములకు భూమి యావజ్జలములో 0.0001 శాతము మాత్రమే అగు నదీ జలముల పైననే చాలవరకు ఆధారపడి ఉన్నది.

నీటిని వివేకయుతముగా వాడుకొనుటకు జలశాస్త్రమునకు చెందిన మౌలిక సూత్రములపై ఆధారపడవలసి ఉండును. కాబట్టి, నీటి పారుదల, జల విద్యుచ్ఛక్తి, వరద నియంత్రణ, జలనిర్గమనము, నదీ నౌకాయానము, గృహ పారిశ్రామిక జల వినియోగము, హైడ్రాలజీ ప్రాజెక్టులు మున్నగు యోజనలందు సమగ్ర జలశాస్త్రీయ పరిశోధనలు, పరిశీలనలు మొదటి మెట్లు కావలయును. జలాధారముల మేరను నిర్ణయించుకొనుటకే గాక, సర్వకాలముల లోను కావలసిన మొత్తములో నీరు సరఫరా కాగలదో లేదో తెలిసికొనుటకు, తగినంత నీరు సరఫరా అగునట్లు చూచుటకు, అదనపు నీటిని కూడ సాధించుటకు ఆనకట్టలు, నీరు పారలి పారు మార్గములు, గట్లు మున్నగునవి నిర్మింపవలసిన విషయమును తెల్సుకొనుటకు కూడ జలశాస్త్రీయ అనుశీలనము ఆవశ్యకమగును.

ఆనకట్టల, గట్టుల, ఇతర హైడ్రాలిక్ నిర్మాణముల భద్రతను జలశాస్త్రీయ, జల - వాతావరణ శాస్త్రీయ పరిశీలనల మూలమున నిర్ణయింపవచ్చును. ఎట్లన, ఆ పరిశీలనలు నీరు పారలి పారు మార్గముల సామర్థ్యములు, జలాశయముల గరిష్ఠ మట్టములు, గరిష్ఠ తుపానులు, గరిష్ఠ ప్రవాహములు మొదలగు అంశములపై మౌలిక సమాచారమును అందింప గలవు. హైడ్రాలిక్ నిర్మాణముల - ముఖ్యముగా జల విద్యుత్ ఉత్పాదనకు, సేద్యపు నీటి సరఫరాను, వరద నియంత్రణకు ఉద్దేశింపబడిన నిర్మాణముల - దైనందిన కృత్యములు సమర్థతతో నిర్వహించుటకు కూడ జలశాస్త్రీయ వివరములు అత్యావశ్యకములు.

జలశాస్త్రీయ చక్రమే జలశాస్త్రమునకు ప్రాతిపదిక. భూమి అడుగున, భూమి మీద, సముద్రములలోను, వాతా

* 1 మైలు = 1.61 కి. మీ.

వరణములలోను గల నీరు సౌరశక్తివలన ఎల్లపుడు చక్రనేమి క్రమమున తిరుగుచుండును. ఇదియే నీరు ఒకచోటు నుండి వేరొక చోటుకు పోవుటకు, ప్రకృతిలో నీటి వివిధ రూపములకు మధ్య గల అంతస్సంబంధములకు హేతువు. సముద్రము, నది, సరస్సు, ఇతర జలాశయముల నుండి జలము ఆవిరి రూపమున వాతావరణములోనికి పోయి, అచ్చట చల్లబడి, వర్షము, వడగండ్లు, మంచు మొదలగు రూపములలో నేలపై పడునన్న విషయమును తెలియని వారు లేరు. ఇట్లు క్రిందపడు నీటిలో అత్యధిక భాగము సముద్రములలో పడును. ఈ వర్షపు నీరు, నదీనదముల నుండి వచ్చిపడిన నీరు కలసి సమతోలన స్థితికి భంగము కలిగింపకుండుట వలన సముద్రములలో నీటి మట్టము సర్వదా దాదాపు ఒకే విధమున ఉండును. మిగిలిన వర్షపునీరు, కరగిన మంచు భూమి ఉపరితలమును తడిపి, క్రమముగా నేలలోపలి పొరలలోనికి ఇంకును. ఇందులో కొంత నీరు అంతర్గత జలాశయములలోనికి చొచ్చుకొని పోవును. కొంత నీటిని వృక్షజాతులు ఉపయోగించుకొని, కైశికాకర్షణ చర్యల ద్వారా తిరిగి నేల ఉపరితలమునకు పంపివేయును.

ప్రకృతిలో నీరు ఏయే రూపములలో ఉండునో, ఆ యా వివిధ రూపముల కొలతలు కూడ జలశాస్త్రమునకు సంబంధించిన అంశములే. వాటిలో ముఖ్యమైనవి దిగువ పేర్కొనబడినవి: 1. వర్షపాత, హిమపాతముల పరిమాణముల రేట్లు, కొలతలు; 2. మంచు సర్వేలు - ఇవి మంచు రూపమున నిల్వచేయుబడు నీటి పరిమాణములను, అవి పోగువడు, అదృశ్యమగు రేట్లను నిర్ణయించుటకు ఉద్దేశింపబడినవి; 3. మంచుగడ్డల సర్వేలు - వాటిలో ఉండు నీటి పరిమాణములను కొలుచుటకు, వాటి లాభనష్టముల రేట్లను నిర్ణయించుటకు; 4. నదుల, వాగుల ప్రవాహపు రేట్ల కొలతలు; 5. సరస్సులలోని నీటి మట్టముల కొలతలు - వాటి నీటి నిల్వలలోని లాభనష్టములను మదింపు వేయుటకు; 6. నేలలోనికి చొచ్చుకొని పోవు నీటి పరిమాణముల, రేట్ల కొలతలు, భూమి ఆర్ద్రితా చలనముల కొలతలు; 7. బావులలోని నీటి మట్టముల కొలతలు - అంతర్గత నిల్వలలోని లాభనష్టములను మదింపు వేయుటకు; 8. జల వహ నిర్మాణముల భేద్యతలను, ఆ నిర్మాణములు నీటని ప్రసారము చేయు రేట్లను నిర్ణయించుట; 9. నీటి బుగ్గల నుండి విడుదల పొందు నీటి కొలతలు; 10. నీటిలోని విలీన లేదా అవలంబిత ద్రవ్యము (ఉదా: నదీ పంకము) ల బరువులను, వాటి రవాణా రేట్లను నిర్ణయించుట; 11. సరస్సులు, మడుగులు, నేల మున్నగు వాటినుండి బాష్పీకరణము మూలమున నష్టమగు నీటి పరిమాణముల, రేట్ల కొలతలు; 12. ఉపశ్వాసము ద్వారా నష్టమగు నీటి పరిమాణముల కొలతలు.

ఈ కొలతల ఫలితముగా లభించిన పరిమాణాత్మక వివరములను విశ్లేషించి, జలశాస్త్రీయ చక్రములోని నీటి యొక్క సంచయమును, చలనమును నియంత్రించు సూత్రములు, నియమములు నిర్ణయింపబడును. ఇంతేకాక, ఈ వివరములు జలశాస్త్రీయ చక్రములో వేరు వేరు అంత్యదశలు సంభవించు పౌనఃపున్యమును గురించి, వివిధ నదీనదములు కొనివచ్చు నదీ కర్దమ భారములను గురించి ఆవశ్యక సమాచారమును అందించును. దీని ఆధారమున అన్ని హైడ్రాలజీ ప్రాజెక్టుల ప్రధాన లక్షణములు రూపొందింపబడును. అవి మనగల కాలము, ఆర్థిక విషయములు నిర్ణయింపబడును.

ప్రస్తుత శతాబ్ది తొలి భాగము వరకు జలశాస్త్రములో జరిగిన పరిమాణాత్మక కృషి చెప్పుకొనదగ్గది కాదు. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 1930 ప్రాంతమున వరద నియంత్రణ, సేద్యపు నీరు, భూసార రక్షణ మొదలైన రంగములలో సాంద్ర, విస్తృత అధ్యయనములు, పరిశోధనలు ప్రారంభింపబడినవి. అవి నిర్దుష్టములైన సమాచార వివరముల ఆవశ్యకమును సూచించి, జలశాస్త్రములో సువ్యవస్థిత పరిశోధనకు నాందీ ప్రస్తావన చేసినవి. కాబట్టి, జలశాస్త్రము ఒక అధునాతన విజ్ఞానము. అందులోని ప్రధాన సమస్యలలో అనేకములు అసమగ్రముగనే అవగాహన చేసికొనబడినవి. వాటి నిశ్శేష అవగాహనకు విశేష పరిశోధన ఇంకను జరుగవలసి ఉన్నది.

నీటి ఉపలబ్ధి, దానికి తోడు అదనపు నీటి నియంత్రణ ప్రపంచములోని పెక్కు ప్రాంతముల అభివృద్ధిలో క్లిష్ట విషయములుగా తయారై, నీటి వినియోగమును హేతు సంబద్ధముగ నిర్వహింపవలసిన ఆవశ్యకమును సూచించినవి. అందువలన యునెస్కో సంస్థ అంతర్జాతీయ జల శాస్త్ర దశాబ్దము (1965-74) అని పేర్కొనబడు శాస్త్రీయ కార్యక్రమమును చేపట్టి చురుకుగా నిర్వహించుచున్నది. అందలి లక్ష్యములు: 1. ప్రతి దేశమునందు జలశాస్త్రీయ సమాచార వివరములు లభింపజేయు చర్యలను ప్రోత్సహించుట; 2. జల వినియోగ, నిర్వహణలు శాస్త్రీయ సూత్రముల ప్రకారము జరుగునట్లు చూచుట; 3. జల శాస్త్రమున క్రొత్తగా వచ్చిపడు సమస్యలను ఎదుర్కొనుచు, ప్రగతిశీలమైన అభ్యుపగమమును సాధించుటకు శాస్త్ర పరిశోధనలను త్వరితపరచుట.

భారత దేశముతో సహా 120 దేశములు అంతర్జాతీయ జల శాస్త్ర దశాబ్ద కార్యక్రమములో పాల్గొనుచున్నవి.

ఇగిరిపోవుట, చెట్ల ఆకుల నుండి ఆవిరి రూపమున నిర్గమించుట, వడియుట మొదలైన కారణముల వలన ఏర్పడు తరుగుదలను, వర్షమువలన, మంచువలన జరుగు పునఃపూరణమును అంచనా కట్టి ప్రతిదేశమునకు, ప్రతి ప్రాంతమునకు, యావత్ ప్రపంచమునకు జల శేష పత్రములను తయారు చేయుట ఆ కార్యక్రమము యొక్క ప్రధానోద్దేశ్యము. అందు దిగువ పేర్కొనబడిన మౌలిక విషయములు పరిశీలింపబడును: 1. ప్రపంచ జల విజ్ఞానమును గూర్చి మనకు గల పరిజ్ఞానము ఎట్టిదో తెలిసికొనుట, తెలియని ముఖ్య విషయములను గుర్తించుట; 2. సమాచార వివరణములను సేకరించి, సంగ్రహించి, నివేదించుటకు ఉపకరించు పరికరముల, అవేక్షణల, సాంకేతిక పద్ధతుల, పారిభాషిక పదముల ప్రమాణీకరించుట; 3. ఎన్నుకొనబడిన భూ శాస్త్రీయ, భూగోళ, స్థల నిర్దేశక, వాతావరణ పరిసరములలో జల శాస్త్రీయ వ్యవస్థల పై పరిశోధన; 4. అత్యవసరములై, ప్రత్యేక స్వభావము కల ఏ జల శాస్త్రీయ సమస్యలు పరిష్కరింపబడుటకు అంతర్జాతీయ స్థాయిలో అత్యధిక కృషి చేయవలసి ఉండునో ఆ సమస్యలను పరిశోధించుట; 5 జల శాస్త్రములోను, తత్ సంబంధి విషయములలోను సైద్ధాంతిక, ప్రాయోగిక శిక్షణ ఏర్పాటు చేయుట; 6. సువ్యవస్థిత రీతిలో సమాచారమును ఇచ్చి పుచ్చుకొనుట.

శాస్త్ర, సాంకేతిక విజ్ఞానము పురోగమించుటతో భారతదేశములోని మహా నదుల నీటిని సద్వినియోగము చేసికొనుటకు నూరేండ్ల నుండి భారీ ఎత్తున చర్యలు ప్రారంభింపబడినవి. భారతదేశములో జల శాస్త్రమున కృషి చేయు కొన్ని సంస్థలు దాదాపు ఈ కాలముననే పని మొదలిడినవి. భారత వాతావరణ పరిశోధన శాఖ (పూనా) 1875 లో సంస్థాపితమయ్యెను. ఇతర విషయములతో పాటు అంతర్గత జలముల విషయమున కృషిచేయు భారత జియలాజికల్ సర్వే సంస్థకు దాదాపు నూరేండ్లు నిండినవి. నిమ్నోన్నత ప్రాంతముల సర్వేకు, నేలల అవేక్షణకు ఉద్దేశింపబడిన భారత సర్వే సంస్థ 1867 లో పని ప్రారంభించినది. వివిధ రాష్ట్రములలో సేద్యపు నీటి పారుదల శాఖలు దాదాపు శతాబ్ది క్రితమే ఏర్పరుపబడినవి. ఏమయినను ఈ వివిధ సంస్థలు అన్నియు కొనసాగించిన కృషి పరిమిత స్థాయిలోనే జరిగినది. అనేక సందర్భములలో ఆ కృషి ప్రాజెక్టులు నిర్మింపబడు ప్రత్యేక ప్రాంతములకు, నదులకు పరిమితము చేయబడి సాగినది.

ఆహారమును, విద్యుచ్ఛక్తిని ఎక్కువగా ఉత్పాదింపవలసిన ఆవశ్యకమును పురస్కరించుకొని స్వతంత్ర భారత దేశము తనకు గల సహజ సిద్ధమైన వనరులను పూర్తిగా సద్వినియోగము చేసికొనుటకు జాతీయాభివృద్ధి పథకములను చేపట్టి నిర్వహించుచున్నది. ఈ మహత్తర కార్యములో నీటి వనరులకు కల ఘన ప్రాధాన్యము గుర్తింపబడినది. అభివృద్ధి పథకముల మొత్తము పెట్టుబడిలో అధిక భాగము సేద్యపు నీరు, జల విద్యుచ్ఛక్తి, భూ సార రక్షణ మున్నగు పనులకే ఖర్చు చేయబడినది. జాతీయాదాయమును పెంపొందింపగలిగి, ఆర్థికముగ లాభసాటియగు నీటి వనరులను అన్వేషించుటలో దేశమున జల శాస్త్ర పరిశోధన కృషికి ఎనలేని దోహదము చేకూరినది.

భారత దేశములో ప్రమాణ వర్షపాతమును కొలుచు కేంద్రములు ప్రస్తుతము 4,500 పై చిలుకు కలవు (1966). వాటి నుండి లభించిన సమాచార వివరములను భారత వాతావరణ పరిశోధన శాఖ సమాన పరచును; విశ్లేషించును. వివిధ సంస్థలు తమ సొంత ఉపయోగము కొరకు నిర్వహించుచున్న ఇట్టి కేంద్రములు దాదాపు 2,000 కలవు. 172 కేంద్రములు తమంత తామే నమోదు చేయగల పరికరములతో అవిచ్ఛిన్నముగ వర్షపాతమును నమోదు చేయుచున్నవి. భారత వాతావరణ పరిశోధన శాఖ దాదాపు 430 అవేక్షణ కేంద్రముల నుండి వాతావరణ సమాచార వివరములను సేకరించును. అనేక ప్రభుత్వ శాఖలు రమారమి 800 స్థలముల వద్ద నదీ ప్రవాహములను కొలుచు పరికరములను నెలకొల్పినవి. ప్రవాహము యొక్క, విడుదల అగు నీటి యొక్క అవేక్షణలు 900 ఇతర స్థలములలో జరుగుచున్నవి. దేశపు వివిధ ప్రాంతములలో నదుల, వాగుల నుండి దాదాపు 200 స్థలముల వద్ద నదీ పంకముల కొలతలు తీయబడుచున్నవి. ఈ అవేక్షణ ఏర్పాటులు చాలీ చాలవని గుర్తించి, ప్రభుత్వము వాటిని విస్తృతము చేయుటకు ప్రయత్నించుచున్నది.

భారతదేశము మొత్తము మీద వార్షిక వర్షపాతము 37,004 కోట్ల ఘ. మీ.(300 కోట్ల ఎకరపుటడుగు)లకు మించి ఉండునని ఉరమరికగా అంచనా వేయబడినది. దీనిలో దాదాపు 12,334 కోట్ల ఘ. మీ. (100 కోట్ల ఎకరపుటడుగు)ల నీరు వెనువెంటనే బాష్పీభవనము మున్నగు ప్రక్రియల ద్వారా నష్టమగుచున్నది. దాదాపు 80,176 కోట్ల ఘ. మీ. (65 కోట్ల ఎకరపుటడుగు) ల నీరు నేల క్రిందికి దిగిపోవుచున్నది. పోతే, మిగిలిన 1,66,319 కోట్ల ఘ. మీ. (135 కోట్ల ఎకరపుటడుగు) ల నీరు నదుల ద్వారా ప్రవహించుచున్నది. నేలలోని నిమ్నోన్నతలు, ప్రవాహ స్వభావములు,

వాతావరణము, నేలల పరిస్థితి మున్నగు కారణముల వలన పై చెప్పిన ప్రవాహము నంతటిని ఉపయోగించుకొనుట సాధ్యపడదు. దాదాపు 55,507 కోట్ల ఘ. మీ. (45 కోట్ల ఎకరపుటడుగులు) నీరు మాత్రమే సేద్యమునకు వినియుక్తము అగుచున్నది.

సాలీనా నేలలోనికి ఇంకిపోవుచున్న 80,000 కో. ఘ. మీ. (65 కోట్ల ఎకరపుటడుగులు) నీటిలో దాదాపు 43,000 కో. ఘ. మీ. (35 కోట్ల ఎకరపుటడుగులు) నీరు నేలలోని పై పొరలచే పీల్చబడి, వృక్షజాతుల పెరుగుదలకు మూలాధారమైన చెమ్మగా భూమిలో నిలుచుచున్నది. మిగిలిన 37,000 కో. ఘ. మీ (30 కోట్ల ఎకరపుటడుగులు) నీరు లోతు పొరలలోనికి వడిసి, ఆ మేరకు అంతర్గత జలము యొక్క సాలుసరి వృద్ధికి కారణము కాగలుగుచున్నది. ఏ నిర్ణీత సమయముననైన అంతర్గత జలము యొక్క మొత్తపు నిల్వ పైన చెప్పిన లెక్కకు అనేక రెట్లు హెచ్చుగా ఉండవచ్చును. దేశ వ్యాప్తముగ సమగ్ర పరిశోధనలు చేయించినచో దానిని కొంత కచ్చితముగా మదింపు చేయవచ్చును. నేడు అంతర్గత జలసంపదలో ఏటేటా 20 - 25% కు కొంత తక్కువగనే బావుల, గొట్టపు బావుల ద్వారా నీరు వినియోగమునకు వచ్చుచున్నది. గొట్టపు బావుల ద్వారా అంతర్గత జలమును సేద్యమునకు ఇతోధికముగ ఉపయోగించుకొనుటకు ప్రయత్నములు చురుకుగా సాగుచున్నవి. ఆహుజ.

జవుళీ ఉత్పత్తులు : చూ. వస్త్ర పరిశ్రమ.

జవుళీ పరిశ్రమ : చూ. వస్త్ర పరిశ్రమ.

జాయింట్లు : చూ. వడ్రంగము.

జింకు, సీసము : ఇవి ధాతు మూలద్రవ్యములు. రెండిటి రాసాయనిక ధర్మములలో ఎట్టి సారూప్యము కనిపించదు. మూలద్రవ్యముల ఆవర్తన క్రమ పట్టికలో రెండును ఒకే కూటమిలో లేకపోవుటయు, రాసాయనిక విశ్లేషణలో రెండిటిని విభిన్న దశలలో వేరుపరుప వీలగుటయు జింకు, సీసముల రాసాయనిక స్వభావ భిన్నత్వమును నిరూపించును. కాని, ప్రకృతిలో ఇవి రెండును కలసి దొరకును. అనగా తరచుగా జింకు ముడి ఖనిజములు సీసపు ముడి ఖనిజములతోను, సీసపు ముడి ఖనిజములు జింకు ముడి ఖనిజములతోను ముడివడి ఉండుట పరిపాటి. కావున, ఈ వ్యాసమున ఆ రెండిటిని గూర్చి సంయుక్తముగా చెప్పుట యుక్తము కాకపోదు [చూ. సం. 2 - పు. 342; 741].

జింకు మూలద్రవ్యము ఉనికి విదేశములలో 1520 లో కనుగొనబడి ధాతురూపమున వేరుపరచబడినది. కాని, అంతకు చాల పూర్వమునుండియే యౌగిక రూపమున అది వినియోగమునందు ఉండెను. గ్రీకులు, రోమనులు, బహుశః తదితర ప్రాచీన జాతులు జింకు ఖనిజములను అజ్ఞాతపూర్వముగనే రాగి ఖనిజములతో మేళవించి, 'ఇత్తడి' ని తయారు చేసికొనిరి. 13 వ శతాబ్దపు భారత దేశపు రికార్డులలో జింకును కరగించు పద్ధతి సవివరముగ వర్ణింపబడినది. ఆ కాలమున జింకును యశదము, తుత్తునాగము అని కూడ వ్యవహరించిరి. 16 వ శతాబ్ద ప్రాంతమున భారత, చీనాదేశములు యూరప్ దేశములకు జింకును ఎగుమతి చేయుచుండెడివని రూఢియైనది. యూరప్‌లోను, ఉత్తర అమెరికాలోను జింకు ఖనిజ పరిశ్రమ 18 వ శతాబ్ది తొలిదశయందే ప్రారంభమయ్యెనని తెలుచున్నది. కాని, దక్షిణ అమెరికాలో స్పెయిన్ దేశపు ఆక్రమణకు ముందే జింకు ఖనిజముల త్రవ్వకములు సాగుచుండెనని చెప్పుటకు లిఖిత ఆధారములు కలవు.

జింకుకన్న దీర్ఘతర కాలము ముందుగనే సీసము వాడుకలోనికి వచ్చెను; ఏలన, సీసమును దాని యౌగికములనుండి సాధించుట సాపేక్షముగ సులభతరము. క్రీస్తు శకారంభమున అగ్నిపర్వత స్ఫోటనముచే రూపుమాసిన పాంపీ నగరము యొక్క శిథిలములలో సీసపు నీటిగొట్టములు కనపడినవి. చీనీయులు క్రీ. పూ. 2000 నాడు సీసమును కరగించిరని తెలియుచున్నది గ్రీస్ దేశములోని లారియమ్ సీస ఖనిజ నిక్షేపములలో క్రీ. పూ. 1200 లో త్రవ్వకములు జరిగెనని వినికిడి.

జింకు, సీసముల ప్రధాన ముడి ఖనిజములు : రెండు ధాతువుల ప్రధాన ముడి ఖనిజములలో ఆర్థిక ప్రాముఖ్యము కలవి దిగువ పేర్కొనబడినవి:

	ఖనిజము	రాసాయనిక సంఘట్టనము	ధాతుశాతము
జింకు :	జింకుబ్లెండ్, వర్ట్‌జైట్	$Zn\,S$	67 0%
	స్మిత్సనైట్	$Zn\,CO_3$	52·0%
	కాలమీన్	$Zn\,(OH_2)\,SiO_3$	54 2%
	విల్లిమైట్	$Zn_2\,SiO_4$	58 5%
	జింకైట్	ZnO	80·3%
	ఫ్రాంక్లినైట్	జింకు, ఇనుము, మాంగనీస్ మూలద్రవ్యముల ఆక్సైడ్	15 - 20%
సీసము:	గెలీనా	$Pb\,S$	86 6%
	కెరుసైట్	$Pb\,CO_3$	77 5%
	ఆంగ్లసైట్	$Pb\,SO_4$	68 30%

జింకుబ్లెండ్, గెలీనా సాధారణముగ కలిసి దొరకును. వాటితోపాటు రాగి, నికెల్, ఇనుము, ఆంటిమోని,

వెండి మొదలైన ధాతువుల సల్ఫైడ్‌లు కూడ చేరి ఉండుట కలదు. గెలీనా తరుచుగా కొంత వెండి ముడి ఖనిజముతో మిశ్రితమై దొరకును; ధాతు సాధన ప్రక్రియలో వెండి ఆనుషంగిక ఉత్పత్తిగా చేపట్టబడును. జింకుబ్లెండ్‌లో కాడ్మియమ్, అడపాదడపా జెర్మేనియమ్ కూడ కలసి ఉండును. ఈ రెండు ధాతువుల సల్ఫేట్‌లు, కార్బొనేట్‌లు, ఆక్సైడ్‌లు శీతోష్ణ ప్రవృత్తికి లోబడు శిథిలీకరణ, ఆక్సీకరణ మండలములలో కనబడును. చక్కగా అభివృద్ధి చేయబడిన ఎడల అట్టి మండలమున తరచుగా ముడి ఖనిజములు పుష్కలముగ ఉండును. ఈ ముడి ఖనిజముల పొత్తుకూడి దొరకు నాసిరకము ఖనిజములలో కాల్‌సైట్, బారైటిస్, క్వార్ట్జ్, (అప్పుడప్పుడు) సిలికేట్‌లు ముఖ్యములైనవి.

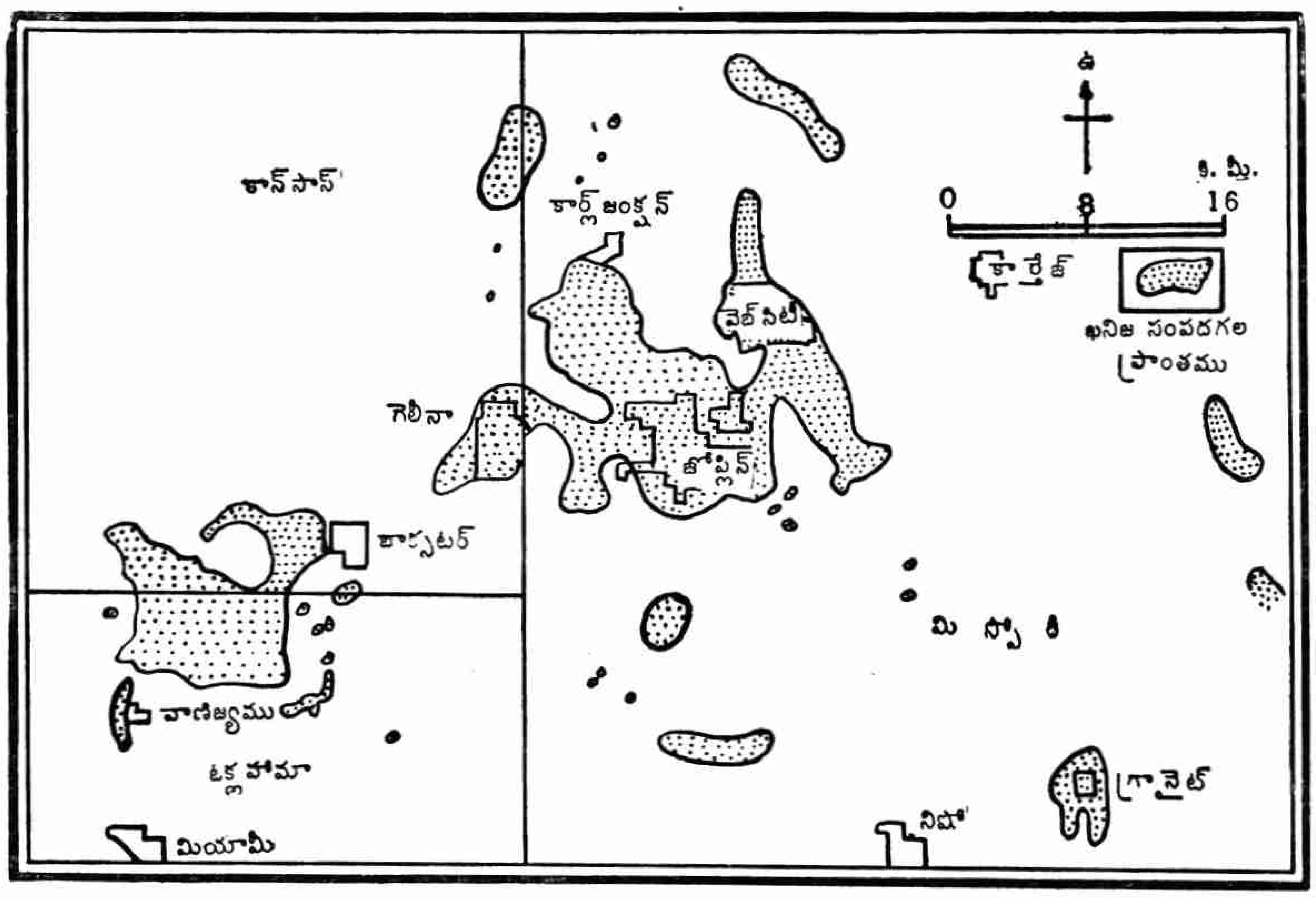
ఈ ముడిఖనిజముల కార్యకర నిక్షేపములలో ఈ రెండు ధాతువులు వ్యత్యస్త శాతములలో (తరుచుగా 2 మొదలు 25 - 30 వరకు) ఉండవచ్చును. వాటిలో కనీసము 2—3 శాతములు జింకు - లేదా 3—4 శాతములు సీసము తప్పని సరిగా ఉండవలెను. రాగి, వెండి వంటి ఇతర ధాతువుల చేరిక వలన ముడి ఖనిజముల కార్యకారిత్వము మెరుగు పడును. అయితే, ప్రస్తుతము ధాతు సాధనకు వినియుక్తములు అగుచున్న అనేక నిక్షేపములలో రెండు ధాతువులు సంయుక్తముగ సగటున 5—10 శాతముల వరకు లభించుచున్నవి.

ఈ ముడి ఖనిజములు సామాన్యముగ అనేక సల్ఫైడ్‌ల సంకీర్ణ మిశ్రములుగ ఉండును; ఇంతేకాక, వాటిలో రాగి, వెండి, నికెల్, కోబాల్ట్, ఆర్సెనిక్ మొదలైన సల్ఫైడ్‌లు కూడ చేరి మిశ్రముగ ఉండును. ఆక్సీకృత మండలము లోని ముడి ఖనిజముల రెండిటిలో ఒక ధాతువుయొక్క కార్బొనేట్‌లు, సల్ఫేట్‌లు, ఆక్సైడ్‌లు మాత్రమే దొరకును. ఇందుకు హేతువు ఏమనగా శిథిలీకరణ ప్రక్రియా కాలమున రెండు ధాతువులు కొంత దూరమున వేరుపడును; సీస యౌగికములు నిక్షేపమునకు సమీపమున అవక్షేపింపబడగా, జింకు యౌగికములు కొంత దూరమునకు తరలిపోవును. సల్ఫైడ్ ముడి ఖనిజములను చితుకగొట్టి గురుత్వ పద్ధతిని సాంద్రీకరింతురు. ఖనిజములు అధిక సంకీర్ణరూపమున ఉన్నపుడు ఉత్‌ప్లవన విధానమును (తేలగొట్టు పద్ధతిని) అవలంబించి, వివిధ ధాతువుల యౌగికములను వీలైనంత వరకు విడదీయుదురు [చూ. ముడి ఖనిజములు, ధాతుసాధన: సం 2-పు 534].

జింకు, సీసముల ప్రధాన ముడి ఖనిజ నిక్షేపములు : యునైటెడ్ స్టేట్స్, ఆస్ట్రేలియా, భారతదేశము, జర్మనీ దేశములలో ఈ నిక్షేపముల గూర్చి సంగ్రహముగ వివరింతుము.

ఆగ్నేయ మిస్సోరీ ప్రాంతము : సెయింట్ లూయీ నదికి రమారమి 90 కి. మీ. దక్షిణమున గల ప్రాచీన జీవక యుగమునాటి శిలలలో సీసపు ఖనిజ నిక్షేపములు కలవు. వాటిలో సగటు 3—5 శాతములు సీసము ఉండును.

కోసూర్ డీ ఆలేన్ (ఇడాహో) : ఈ సుప్రసిద్ధ నిక్షేపము నుండి 80 కోట్ల డాలరులు విలువచేయు జింకు, సీసములు ; 3·4 కోట్ల కిలో గ్రాముల వెండి, కొంత బంగారము, రాగి ఉత్పాదింపబడినవి. ఈ ముడి ఖనిజములు పురా కాంబ్రియన్ సున్నపు రాళ్ళలోను, ఇసుకరాళ్ళలోను దొరకును. నిక్షేపములలో గెలీనా, జింకుబ్లెండ్, ఆర్జెంటైట్, పైరైట్, చాల్కోపైరైట్, పైరోటైట్, మాగ్నటైట్, సైడిరైట్, టూర్మలీన్ ముఖ్య ఖనిజములు. ఈ ముడి ఖనిజములో సగటున 4 — 10 శాతముల వరకు సీసము, 3 — 6 శాతముల వరకు జింకు, టన్నికు 114 గ్రాముల వరకు వెండి ఉండును.

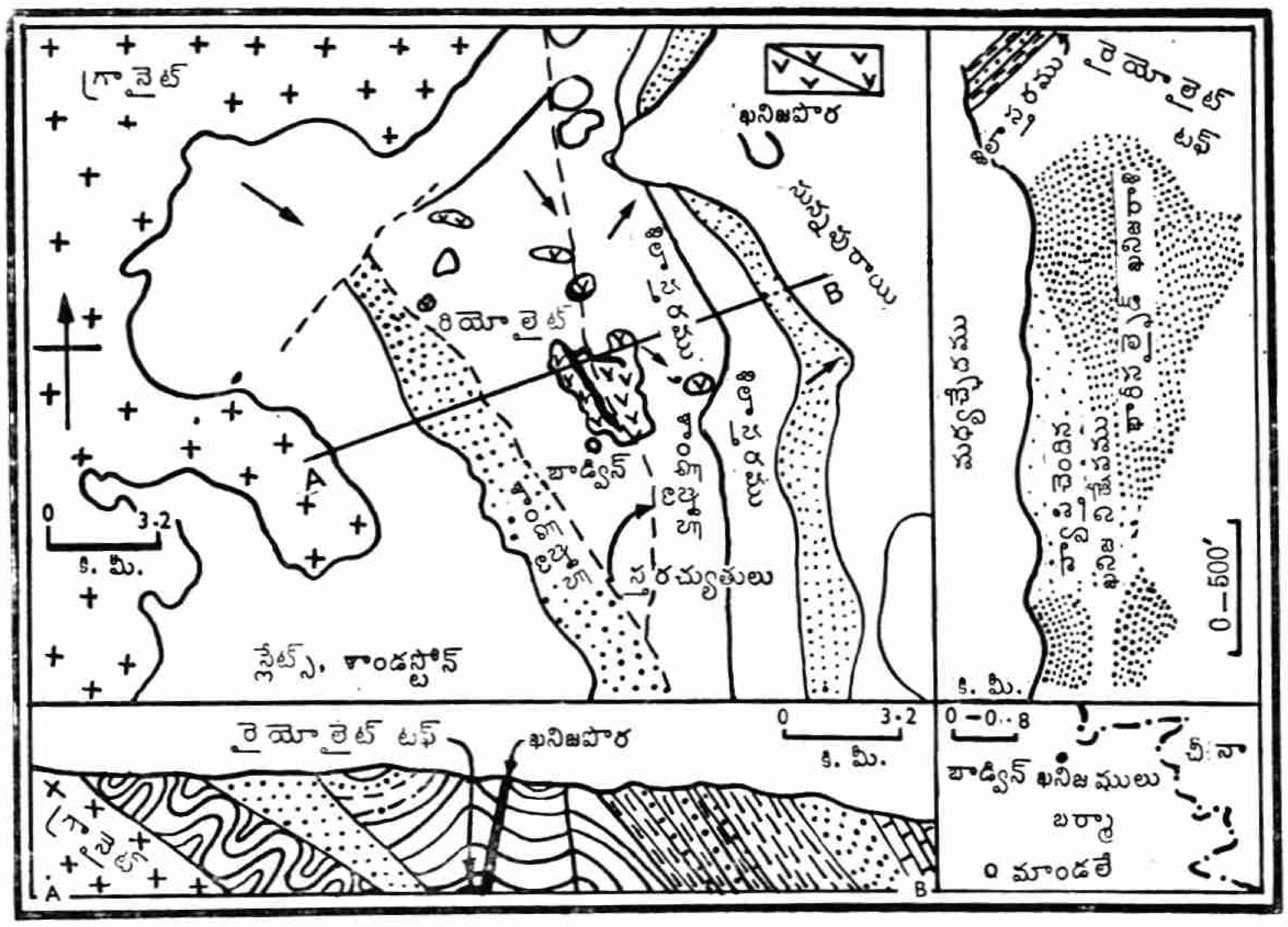


చిత్రము - 1

మిస్సోరి, కాన్‌సాస్, ఒక్లహోమా (యునైటెడ్ స్టేట్స్) రాష్ట్రములందు గల జింకు - సీసము ఖనిజ నిధుల మండలము

ఎగువ సైలీషియా (జర్మనీ): ఇచటి నిక్షేపములలో 15% జింకు, 5% సీసము, కొద్దిగా నికెల్, వెండి, ఆర్సెనిక్ ఉండును.

బాడ్విన్ (బర్మా): బాడ్విన్ నిక్షేపములు బర్మాలోని షాన్ రాష్ట్రములలో మాండలే నగరమునకు 160 కి. మీ. ఉత్తరమున, చీనా సరిహద్దుకు 60 కి. మీ. లోపున ఉన్నవి. ముఖ్యముగా జింకు, సీసము, రాగి, వెండి, నికెల్ మొదలైన ధాతువుల సల్ఫైడ్లతో కూడిన ఈ నిక్షేపములలోని నిల్వలు 1941 లో జపాన్ దండయాత్ర వలన ఆ గనులు మూసివేయబడుటకు కొంచెము ముందుగా దాదాపు 31 లక్షల టన్నులు అని అంచనా వేయబడినది. ప్రతి టన్నులోను 20% జింకు, 0.65% రాగి, 419 గ్రాముల వెండి లభించునని కూడ లెక్క వేయబడినది.



చిత్రము - 2

బర్మాలోని బాడ్విన్ ఖనికి సంబంధించిన వివరములు

బ్రోకెన్ హిల్ (ఆస్ట్రేలియా): ఇచ్చటి ముడి ఖనిజము కొన్ని సల్ఫైడ్ల సంకీర్ణమిశ్రము. వాటిలో లెడ్ సల్ఫైడ్ ప్రధానమైనది. మిగిలినవి రాగి, ఇనుము, ఆర్సెనిక్, వెండి మొదలైన ధాతువులవి.

మిసిసిపీ లోయ: మిస్సోరీ, కెంటకీ, కాన్సాస్ నదుల కూడలి ప్రాంతము ప్రపంచమునకెల్ల జింకు, సీసపు ధాతువులకు పెద్ద ఉత్పత్తి ప్రాంతము అని భావింపబడుచున్నది. ఇక్కడి నిక్షేపములలో కొన్ని చోట్ల నికెల్, కోబాల్ట్, వెండి ఖనిజములు కూడ దొరకును.

ట్రై - స్టేట్ నిక్షేపములు: మిస్సోరీ, కాన్సాస్, ఓక్లహామా నదుల కూడలిపట్టు జాప్లిన్ చుట్టు ప్రక్కల ప్రాంతము జింకు - సీసపు నిక్షేపములకు ప్రసిద్ధమైనది. వాటిలో 3% సీసము, 1% కు కొంచెము తక్కువగ జింకు దొరకును.

ఫ్రాంక్లిన్ ఫర్నెస్ (న్యూజెర్సీ): ఈ నిక్షేపము ఖనిజ శాస్త్రరీత్యా విచిత్రమయినది. ఇచ్చటి ముడి ఖనిజములలో ఫ్రాంక్లినైట్, విల్లిమైట్, జింకైట్ అనునవి గార్నెట్ పైరాక్సీన్, స్పినెల్ మొదలగు వాటితో కలిసి ఉండును. ఈ గని నుండి 1860 మొదలు ఖనిజోత్పత్తి జరుగుచున్నది. ముడి ఖనిజములో 25% జింకు, జింకును కరగించిన తరువాత మిగిలిన దానిలో 12% మాంగనీస్, 40% ఇనుము ఉండును.

సుల్లివాన్ (బ్రిటిష్ గయానా): ఇచ్చటి గనులలో దొరకు జింకు, సీసపు ముడి ఖనిజములలో స్ఫాలెరైట్, గెలీనా, పిరైట్, పైరోటైట్, జేమ్సొనైట్, మాగ్నటైట్ అనునవి ముఖ్య ఘటకములు.

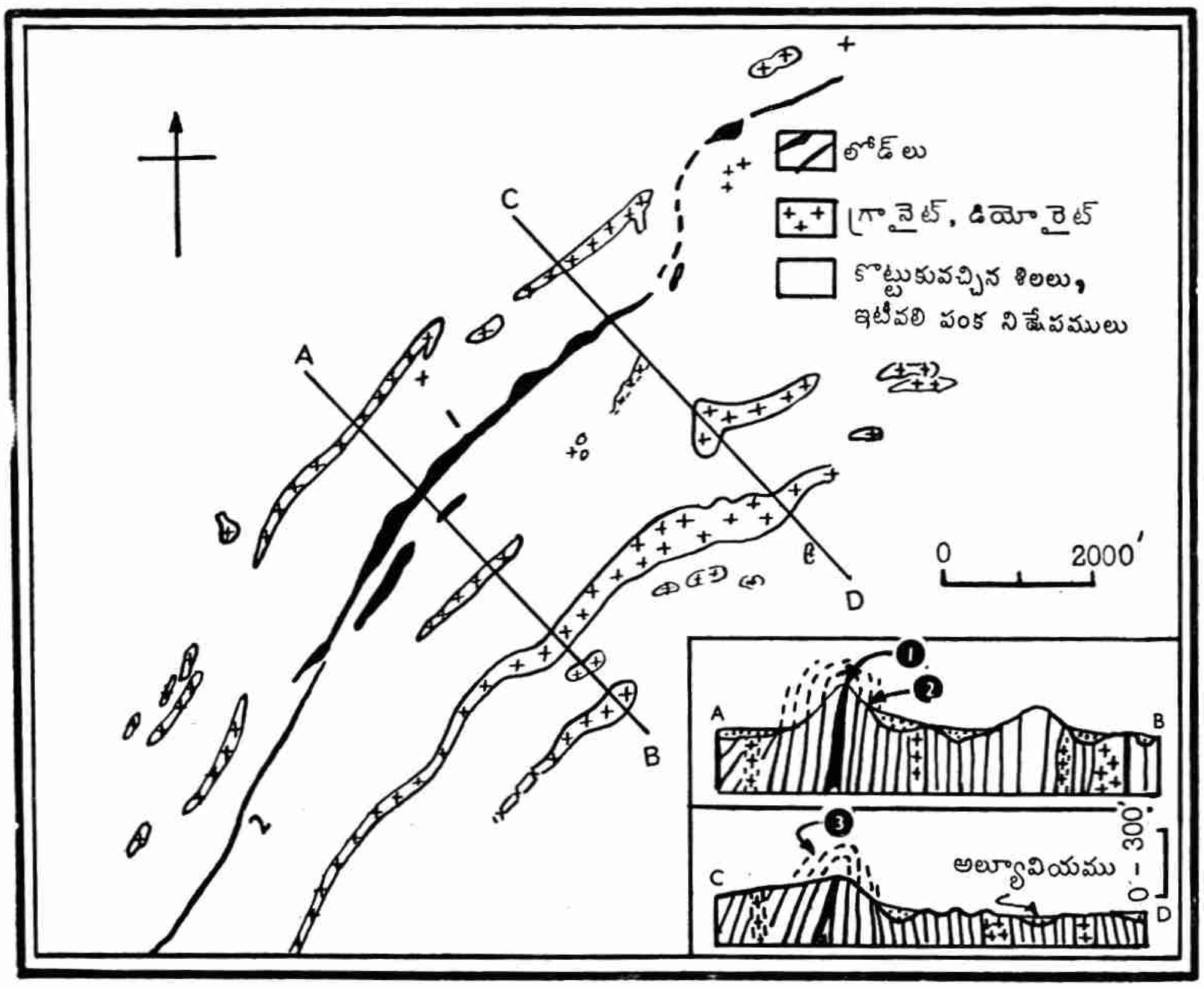
జవార్ (భారతదేశము): ఇది భారతదేశమున కల ఒకే ఒక గని; రాజస్థాన్‌లో ఉదయపూర్‌కు సమీపమున జవార్ వద్ద ఉన్నది దీనివద్ద 1385 మొదలు 1812 వరకు అడపాదడపా త్రవ్వకములు జరిగినవని తెలియుచున్నది. ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధకాలమునుండి ఈ గనివద్ద మరల పని కొనసాగింపబడుచున్నది. ఇక్కడ 4, 5 నిక్షేపములు ఉన్నను దాదాపు ఉత్పత్తి అంతయు మోచియా మొంగ్రా కొండ నుండియే జరుగుచున్నది. ఇచటి ఖనిజములలో గెలీనా, జింకు బ్లెండ్ ముఖ్యములైనవి. వాటినుండి జింకు, సీసపు ధాతువులు రెండు సంయుక్తముగా సగటున 5—15% లభించును; టన్నుకు 491-559 గ్రా. చొప్పున వెండి కూడ దొరకును. ఇచటి నిల్వలు 80—100 లక్షల టన్నులవరకు ఉండునని అంచనా.

సిక్కిమ్: సిక్కిమ్‌లోని భూటాంగ్ రాగి నిక్షేపములలో జింకు, సీసపు ముడి ఖనిజములు ఉండవచ్చునను సూచనలు కలవు. కాని, ఈ విషయము ఇంకను అన్వేషింపవలసి ఉన్నది.

ఆంధ్రప్రదేశ్: ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో బహుశా విజయనగర సామ్రాజ్యకాలమున కొట్టూరు (కడపజిల్లా), నాగసానపల్లి (కడపజిల్లా), నల్లమల అడవులలోని జంగమరాజు

పల్లి, కోయిలకుంట్ల, బనవపురము, చిత్యాల (కర్నూలు జిల్లా), కారెంపూడి (పల్నాడు) మొదలైన తావులలో సీసపు ముడి ఖనిజముల త్రవ్వకములు జరుగుచుండెను. ప్రస్తుతము ఇవి ఉపయోగపడు సూచనలు మృగ్యములే అయినను భూ భౌతిక పద్ధతులను ప్రయోగించి అన్వేషించిన కొన్నిటిలో నైనను ఖనిజముల ఉనికిని కనుగొను అవకాశము ఉండవచ్చును. అగ్నిగుండాల (గుంటూరు జిల్లా) వద్ద గల నల్లకొండ, ధూకొండ రాగి నిక్షేపముల వద్ద సీసపు ఖనిజములు కూడ దొరకుచున్నవి.

నిక్షేపముల రకములు : జింకు, సీసము నిక్షేపములు మూడు రకములు; సంపర్క రూపాంతరిత నిక్షేపములు : ఇందు ముడి ఖనిజములు తులనాత్మకముగ ఉన్నత తాపక్రమములలో ఏర్పడును; వాటిలో కొన్ని సిలికేట్ ఖనిజములు కూడ ఉండవచ్చును. కాని, ఇట్టి నిక్షేపములు చాల అరుదు. న్యూమెక్సికోలో కొన్ని కలవు; న్యూజెర్సీలోని ఫ్రాంక్లిన్ ఫర్నెస్ నిక్షేపములు కూడ ఈ రకమునకు చెందినవని అనేకుల అభిప్రాయము.



చిత్రము - 3

న్యూసౌత్ వేల్స్ (ఆస్ట్రేలియా) లోని బ్రోకన్ హిల్ ప్రాంతము

స్థలాంతర నిక్షేపములు: జింకు, సీసముల నిక్షేపములలో విశేషభాగము బహుశా ఈ రకమునకు చెందును. ఇవి గ్రానైట్, డయొరైట్ వంటి అగ్నిశిలా సంబంధము కల తాప జల ద్రావణములనుండి రూపొందును. ఆగ్నేయ ద్రవ్యములనుండి ఉబికివచ్చు ద్రావణములు డోలమైట్, కాల్‌సైట్ సున్నపురాళ్ళవంటి ఆశ్రయ శిలలను చేరినప్పుడు ఆ రాళ్లను కొంతవరకు విలీనము చేసికొని ఆ చోటులో ఖనిజములను నిక్షేపించును (ఉదా : సుల్లివన్ నిక్షేపములు). కొన్ని నిక్షేపములలో ముడి ఖనిజములు ఆశ్రయ శిలలలో విస్తరింపబడి ఉండును (ఉదా: ట్రైస్టేట్, ఎగువ సైలీషియా నిక్షేపములు).

బిల పూరణములు : ఇవి బిలములు, శిలలలో ఉండు పగుళ్ళు, పొరలు మొదలగు వాటిలో ముడి ఖనిజములు నిక్షేపింపబడుటవలన ఏర్పడును. నిక్షేపములకు రెండు వైపుల గోడలుగా ఏర్పడు శిలలలో తరుచుగా కొంత స్థలాంతరత సంభవించును. ఇట్టివి బాడ్విన్, మిసిసిపీ లోయల నిక్షేపములలో కనిపించును.

ఖనిజోత్పాదన : జింకు, సీసము సల్ఫైడ్‌లు మాగ్మాకు సంబంధించిన తాప జలములనుండి ఉత్పన్నములై, తులనాత్మకముగా అధస్తాపక్రమములలో నిక్షేపింపబడునని పరిగణింపబడినవి. అవి ఇతర ధాతువుల సల్ఫైడ్‌తో కలిసి ఉన్నపుడు మొదట నికెల్, కోబాల్ట్ సల్ఫైడ్ లును, వాటి వెంబడి కాపర్ సల్ఫైడ్ లును, తదుపరి జింకు, సీసముల సల్ఫైడ్ లును నిక్షేపింపబడును. కొన్ని సంకీర్ణ నిక్షేపములలో వేరు వేరు ధాతువుల ముడి ఖనిజముల స్వభావములను అనుసరించి మండలములు ఏర్పడును. జింకు, సీసము నిక్షేపములలో అగాధతర భాగము - అనగా ఆగ్నేయ ప్రభవ స్థానమునకు చాల ఆసన్నమయిన మండలము - జింకు విషయమున సంపన్నతరముగ ఉండును; ఉపరిభాగమున - అనగా ఆగ్నేయ ప్రభవ స్థానమునకు సుదూరముగ ఉండు మండలములో - సీసము ఎక్కుగా ఉండును. ఈ భూతార్థమును జవార్ నిక్షేపములు కొంతవరకు నిరూపించును. ముడి ఖనిజములు గల ద్రావణములు భూ పృష్ఠములో వాటికి అందుబాటులో ఉన్న పగులు (ఫాల్టు) కత్తెర మండలములలో పయనించి, పరిస్థితులు

అనుకూలించిన తావులలో డోలమైట్, సున్నపురాయి వంటి శిలాశయముల వద్ద నిక్షేపింపబడును. నీటిలో శిథిలీకరణమునకు గురి అగునపుడు సల్ఫైడ్‌లు సల్ఫేట్‌లుగను, కార్బొనేట్‌లుగను మారిపోవును. శిథిలీకరణ ఆక్సీకరణ మండలములలో జింకుకన్న సులభతరముగ సీసము అవక్షేపింపబడును. జింకు సల్ఫైడ్ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగును; ఆ ద్రావణము ఆమ్లక్షార రహితముగా మారినపుడే అది అవక్షేపింపబడును. అది రాగి, సీసము, వెండి ధాతువుల సల్ఫైడ్‌లను ప్రతిస్థాపింప లేదు. జింకు సల్ఫైడ్ దుర్బల క్షార ద్రావణముల నుండి కూడ అవక్షేపింపబడును.

జింకు, ధాతుసాధన : జింకు సల్ఫైడ్ ముడి ఖనిజమును 800°C వద్ద కాల్చి జింకు ఆక్సైడ్ గను, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ గను మార్చవచ్చును.

సాధారణముగ సల్ఫైడ్ ముడి ఖనిజమును బొగ్గు (ఆంత్రసైట్ మున్నగునవి) తో కలిపి రిటార్ట్‌లలో కరగించి ధాతువును తీయుదురు. అప్పుడు జింకు ఆవిరి రూపమున వెలువడును. దానిని సమీకరించి, ద్రవీకరింతురు. ఈ ద్రవములో తొలిపాళ్ళలో కాడ్మియమ్ ధాతువు కూడ చేరి ఉండును. జింకులో ఇనుము, సీసము మలిన ద్రవ్యములుగా ఉన్న ఎడల, శోధించుటకు దానిని జింకు ద్రవాంకమునకు కొద్దిగా పైబడిన తాపక్రమములో ద్రవీకరింతురు. అప్పుడు జింకు పైకి తేలిపోవును. ఇనుము సీసముతో కలసి ఒక ధాతు మిశ్రముగా తయారగును.

అత్యంత విశుద్ధమగు జింకును తయారు చేయుటకు విద్యుత్తు విశ్లేషణ ప్రక్రియయే శరణ్యము. జింకు సల్ఫైడ్ ముడి ఖనిజమును 600°C వద్ద కాల్చినచో అందులో కొంత భాగము జింకు ఆక్సైడ్‌గను, మిగిలిన భాగము జింకు సల్ఫేట్‌గను ఆక్సీకరింపబడును. ఆ జింకు సల్ఫేట్‌ను సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో విలీనముచేసి, ఆ ద్రావణమును అల్యూమినియము ఋణాగ్రము, లెడ్ ధనాగ్రముల మధ్య 20 — 24 ఆంపియర్‌ల విద్యుత్తు సాంద్రతలో విద్యుత్తు విశ్లేషణమునకు గురి చేయుదురు. ఋణాగ్రముపై నిక్షిప్తమయిన జింకును ఒలిచి తీసి, అమోనియమ్ క్లోరైడ్‌తో కరగించి, తదుపరి కావలసిన విధమున పోతపోయుదురు.

సీసము ధాతుసాధన : లెడ్ సల్ఫైడ్ (గెలీనా) ఖనిజమును సాధారణముగా ఆంశికముగ ఆక్సీకరింతురు. ఇందుకు దానిని ఎర్రగా కాల్చినచో లెడ్ ఆక్సైడ్, లెడ్ సల్ఫేట్ మిశ్రము లభించును.

ఆక్సీకరణము ఆవశ్యకమగునంతవరకు కొనసాగిన పిదప తాపక్రమము హెచ్చింపబడును. అప్పుడు జరుగు ప్రతిక్రియ వలన సీసము, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ ఏర్పడును. ముడి ఖనిజములో కల వెండి పాలు సీసములో లీనమగును. ఈ రజత మిశ్రిత సీసమును కరగించి, రంధ్రములతో కూడిన కొలిమిలో ఉంచి, దానిపై వాయు ప్రసారమును వేగముగా పారనిత్తురు. అంతట సీసము కొలిమిలో ఇనికి వెండి ద్రవరూపమున మిగిలిపోవును.

బట్టిన్‌సన్ ప్రక్రియ : ఇందు రజత మిశ్రిత సీసమును ఇనుప పెనములలో కరగించి, ఆ ద్రవమును స్ఫటికీకరణ ప్రారంభమగునంతవరకు చల్లారనిత్తురు. స్ఫటికముల రూపమున వేరుపడిన సీసమును తీసివేయుదురు. ఈ సీసములో కూడ వెండి అత్యల్పముగ ఉండవచ్చును.

పార్క్ ప్రక్రియ : ఇందు రజత మిశ్రిత సీసమును కరగించి, జింకు ద్రవాంకమునకు పైబడి తాపక్రమమును హెచ్చించి, కొంత జింకును కలుపుదురు. సీసములో ఉన్న వెండిని జింకు పూర్తిగా గ్రహించి, చల్లార్చిన తరువాత సీసముపై తెట్టుకట్టును. తరువాత స్వేదనము ద్వారా వెండిని, జింకును వేరుపరచుదురు.

జింకు, సీస ధాతువుల వినియోగములు : జింకు యొక్క ప్రధానతమ వినియోగము గాల్వనైజింగ్ - అనగా ఇనుముకు, ఉక్కుకు జింకు పూతపూయుట. ఇందు ఆమ్లములో కడిగి పరిశుభ్రపరచిన ఉక్కు రేకులను కరగిన జింకులో ముంచి తీయుదురు. ఈ జింకు లేపనమువలన ఉక్కు త్రుప్పు పట్టదు. జింకును రాగితో మిశ్రముచేసి ఇత్తడి, కంచు తయారుచేయుదురు. ఇతర ధాతు మిశ్రములు, పోతలు కూడ తయారుచేయుటకు జింకు ఉపకరించును. జింకు యౌగికములు అనేక పరిశ్రమలలో విరివిగా వినియుక్తములగును. జింకు ఆక్సైడ్‌తో పూత రంగులు తయారుచేయుదురు. ఈ రంగులను ఇతర పూత రంగులతో కలపి, సాధారణ ప్రయోజనములకు విరివిగా వాడవచ్చును. జింకు రాసాయనిక పరిశ్రమలలోను, మందులు తయారీలోను కూడ ఉపయోగపడుచున్నది.

సీసము కూడ బహుముఖ ప్రయోజనకరమైన ధాతువు. నీటిని, ఇతర ద్రవములను కొనిపోవుటకు గొట్టములు *; టెలిఫోన్, కేబిలు తంతులకు ఆచ్ఛాదనలు; బ్యాటరీలు, తుపాకీ రవ్వలు, టంక మిశ్రము (సోల్డర్), బేరింగ్ మెటల్, టైపు మెటల్ మొదలగునవి సీసముతో చేయబడును. లెడ్ ఆక్సైడ్‌తో పూత రంగులను కూడ తయారుచేయవచ్చును. కాని, సీసపు పూత రంగులు విషద్రవములు అగుటచే వాటిని

* సీసము నీటిలో కొద్దిగా కరగి, శరీరమునకు అపాయమును కలిగించును. కావున మంచినీరు సీసపు గొట్టములగుండా రాకూడదు.

జాగరూకతతో వాడవలసి ఉండును. సీసపు రేకులు ఒకప్పుడు మూతలుగా ఉపయోగింపబడుచుండెడివి. ఇప్పుడు వాటి స్థానమును అంతకన్న చౌకగా లభించు అల్యూమినియము రేకులు ఆక్రమించినవి. ఆంటిమోనితో కలిసి ముద్రణ అక్షరములను తయారు చేయుటయందు సీసము విరివిగా వాడబడును.

జింకు, సీసముల ఉత్పత్తి వివరములు : 1800 మొదలు 1950 వరకు యావత్ ప్రపంచమున 7 కోట్ల టన్నుల జింకు, 9 కోట్ల టన్నుల సీసము ఉత్పాదింపబడి ఉండునని అంచనా వేయబడినది. ప్రస్తుతము ఒక్కొక్కటి సాలీనా దాదాపు 25 లక్షల టన్నులు ఉత్పత్తి అగుచున్నది. ఆస్ట్రేలియా, కెనడా, జర్మనీ, మెక్సికో, యునైటెడ్ స్టేట్స్, సోవియట్ రష్యా దేశములు జింకు, సీసములు రెండిటిని; పోలండ్ జింకును; బర్మా, యుగోస్లావియా సీసమును ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి.

భారతదేశము ప్రస్తుతము జవార్ నుండి సాలీనా 2 వేల టన్నుల సీసమును ఉత్పత్తి చేయుచున్నది. దేశమున జింకు ఖనిజములను కరగించు కర్మాగారములు రెండు కలవు. అందొకటి కొచ్చిన్ (కేరళ) వద్ద, రెండవది ఉదయపూర్ (రాజస్థాన్) వద్ద నెలకొల్పబడినవి. కృష్ణన్.

జిగ్‌లు, ఫిక్‌చర్‌లు : చూ. యంత్రపరికరములు.

జిగురు పదార్థములు: చూ. అడ్‌హెసివ్‌లు-పు.169.

జిగురు, మత్స్యసరస : ఈ రెండును జంతువుల, చేపల సంధాయక కణ జాలముల ప్రధాన ఘటకము అగు కొల్లెజన్ అను ప్రోటీన్ నుండి తయారగును.

ఇవి చిరకాలము నుండి ఉత్పాదించబడి, వాడుకలో ఉన్నను, వీటి ఉత్పాదన చరిత్ర సరిగ తెలియదు. ఎన్నిక చేసిన ముడి సరకునుండి తయారు చేసిన జిగురును శుభ్రపరచి జిలెటిన్‌ను తయారు చేయుదురు.

జిగురు, మత్స్యసరస - వీటి ఉపయోగములు చాల కలవు. కర్ర పనులలో, అగ్గిపుల్లలు చేయుటలో, అచ్చు యంత్రపు రోలర్‌లు, హంసపాదు కాగితములు (కర్రను సాపుచేయు గరగర కాగితములు) చేయుటలో అంటుకొనెడు ద్రవ్యముగ జిగురు వాడుకలో ఉన్నది. ఫోటోగ్రాఫిక్ ఇమల్షన్ తయారు చేయుటలో సంరక్షక కొల్లాయిడ్‌లు, పానీయములు, ఔషధములు, ఐస్ క్రీమ్‌లు తయారు చేయుటకు జిలెటిన్‌లు వాడుకలో ఉన్నవి.

జంతువుల నుండి ఉత్పన్నములైనవి, చేపల నుండి ఉత్పన్నములైనవి అని జిగుర్లు రెండు రకములు. ఇందు మొదటి రకము జంతు చర్మముల నుండి, ఎముకల నుండి తయారగును. రెండవ రకమునకు చెందినవి ఇసింగ్లాస్, శీతల పద్ధతిని చేయబడిన జిగురు.

చర్మములు, తోళ్ల కత్తిరింపు ముక్కలు, ఈకలు, తోకలు, తలలు, పెదవులు మొదలైనవి, చేపలకు చెందిన ఈదు సంచులు, చర్మములు, కాడ్, హేడక్ చేపల పనికిరాని అస్థిపంజరాంగములు ఇవన్నియు జిగుర్లు తయారు చేయుటకు ముడివస్తువులుగా వాడుకలో ఉన్నవి. పశువుల ఎంపుడు ఎముకలు, తోళ్లముక్కలు, గట్టిపడిన పంది చర్మము వీటినుండి జిలెటిన్ తయారు అగును.

జిగుర్ల, సరసల నిర్మాణము నందు అనేక రకములగు ప్రమాణ కార్యములు, ప్రక్రియలు కలవు. జిగురుల కర్మాగార నిర్మాణ విధానములు : 1. తోళ్ల జిగురులు ; 2. మత్స్యసరసలు.

తోళ్ల జిగురులు : ఈ విధానమందు కడుగుట, సున్నములో ఊరవేయుట, సున్నమును తొలగించుట, ఉడికించి సారము తీయుట, సారమును చిక్కబడునట్లు చేయుట, ఆరబెట్టుట మొదలగు అనేక దశలు ఉన్నవి.

తోలు ముక్కలు, మాంసపు ఇగుళ్లు మొదలైనవాటిని, కడుగుటలో మురికి, అక్కరలేని ద్రవ్యములు తొలగి పోవును. p_H మూల్యము 12.0 * వచ్చువరకు ఈ సరుకును సున్నములో ఊరవేయుదురు. ఊరబెట్టు కాలము 1 - 8 వారములు ఉండును. తరువాత ఎక్కువగా ఉన్న సున్నమును హైడ్రోక్లోరిక్ లేదా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో తొలగించి p_H ని తటస్థమూల్యము (అనగా 6 - 7) వరకు తగ్గింతురు.

అనేకమైన పచన పాత్రలలో సున్నము తీసివేసిన సరకును ఉడికించి సారము తీయుదురు. ఈ పచన పాత్ర స్థూపాకారము కలిగి, కృత్రిమపు అడుగు భాగమును కలిగి ఉండును. క్రింద అమర్చిన విద్యుత్తలములచే దీనిని వేడి చేయుదురు.

ప్రతి ప్రవాహ పద్ధతిని ఉపయోగించి నీటితో సారగ్రహణము సాగించబడును. తాపక్రమము తొలిని 60°C ఉండి చివరను, మరుగు దశలో 98°C లకు వృద్ధి చెందును. ఇట్లు ఎనిమిది మొదలు పండ్రెండు పర్యాయములు సారగ్రహణ కార్యము సాగును. ఈ సారద్రవములో 1 - 6% ఘన ద్రవ్యములు ఉండును. దీనిని తేర్పు కుండీలలోనికి మార్చి, 1 - 2 గంటల వరకు తేరనిత్తురు. దీనివల్ల ద్రావ్య ఘన ద్రవ్యములు క్రిందికి దిగిపోయి, క్రొవ్వులు మీదికి తేలును. మీదను తేలిన క్రొవ్వులను ఊర్చి,

* ఒక జలద్రావణములోని హైడ్రొజన్ అయన్ సాంద్రతకు మానము.

మిగిలిన ద్రవమును ఒత్తిడి గళన సాధనములను ఉపయోగించి గాని లేదా కేంద్రాపసారి యంత్రములచే గాని వడపోసి శుభ్రపరతురు. తరువాత ఈ సారమును హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ లేదా సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ చర్య వలన రంగు లేకుండ చేయుదురు.

ఈ సారమును నిర్వాత ప్రదేశమునందు పనిచేయు బాష్పీకరణ యంత్రములలో ఇది 25 - 40% ఘన ద్రవ్యము ఉండునట్లు సాంద్రీకరింతురు. ఇప్పుడు ఈ ద్రవమును మద్దెల లేదా సారంగము ఆకారము గల శోషక సాధనములలో నీటిని తొలగించి, రేకులు లేదా పల్చటి పెచ్చుల రూపములో జిగురును తయారు చేయుదురు.

ఎముకల నుండి జిగురు : ఈ విధానమందు ఒకే సైజు ఉండునట్లు ఎముకలను నలగ గొట్టి, కడిగి, మురికిని తొలగించి, పెద్ద అండాలలో 7 కిలో గ్రాముల నీటి ఆవిరి ఒత్తిడిలో ఉడికింతురు. ఇట్లు తీసిన సారమును చర్మపు జిగురు విధానమందువలె సంస్కరింతురు. క్రొవ్వులను మరుగు అండాల నుండి గాని, తేర్చు అండాలనుండి గాని ఊర్చి వేరు చేయుదురు.

మత్స్య సరసలు : ఇవి ద్రవస్థితిలో తయారగును.

ఇసింగ్లాస్ : దీనికి ముడి సరుకు చేపల ఈదు తిత్తులు. వేడి నీటితో సారము తీసి వడపోసి గాని లేదా కేంద్రాపసారి యంత్రముల త్రిప్పి గాని శుద్ధిపరతురు.

శీతల పద్ధతిని తయారగు ద్రవ స్థితిలో ఉండు జిగుర్లు : ముడిసరకులు : తల, చర్మము, అస్థి పంజరము మిగుళ్లు మొదలైనవి. వీటిని నీటితో కడగి, పైన మూతలు లేని అండాలలో గాని, ఒత్తిడి అండాలలో గాని వేడి నీటితో సారము తీసి, తేర్చి, రంగును తొలగించి, వడపోసి, చిక్కనగు వరకు సాంద్రీకరింతురు.

జిలెటిన్ కర్మాగార నిర్మాణము : జిగురును తయారు చేయు విధానమునే కొంత వరకు అనుసరించును. కాని, ముడి సరకులను ఎన్నుకొనుటలో ఎక్కువ జాగ్రతను ఉపయోగింతురు.

జిలెటిన్ నిర్మాణము : ఎన్నిక చేసిన పశువుల కొమ్ములు, తోలు ముక్కలు, గట్టిపడిన పంది చర్మములు ముడి సరకులు. ముడి సరుకులు ఎముకలైనచో మొదట వాటిని కడగి, మురికి లేకుండ చేసి, హెక్సేన్ ద్రావముల చర్యచే క్రొవ్వులను తొలగింతురు. తరువాత ఎముకలను నలగగొట్టి వాటిలో ఉండు కాల్సియమ్ యౌగికములను 4-7% హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో 14 రోజులు ఊరబెట్టి తీసివేయుదురు. కాల్సియమ్ తీసివేసిన ద్రవ్యము కేసిన్‌గా మార్చబడును. దీనిని ఆరబెట్టి, జిగురు తయారు చేయు ప్రక్రియ యందువలె 3 - 8 వారముల కాలము సున్నముతో కలిపి ఉంచుదురు. మిగిలిన ప్రక్రియ జిగురు తయారు చేయు ప్రక్రియవలె సాగును.

ఎండినవి గాని, సున్నముతో సంస్కరించబడినవి గాని తోలు ముక్కలు ముడి సరకైనచో, ప్రక్రియ మరల జిగురు నిర్మాణ ప్రక్రియనే పోలి ఉండును.

గట్టిపడిన పంది తోలు ముడి ద్రవ్యమైనపుడు దానిని కడగి, 1 - 4% హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో గాని, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో గాని ముంచి, ఉబ్బునట్లు చేసి, మరల కడగి, వడపోసి, జిగురు సాధనయందువలె సాంద్రీకరింతురు. జిలెటిన్ పలుచని పెచ్చులుగా గాని, రేకులవలె గాని, పలుకులవలె గాని తయారుచేయబడును.

దిగుబడి : జిగురు లేదా జిలెటిన్ దిగుబడి ఎన్నుకొనిన ముడి సరకును బట్టి ఉండును. ఆరిన తోలు ముక్కలు 35 — 40% దాకను, సున్నము పెట్టిన దూడ తోళ్లు 13 — 15% దాకను, ఆరిన ఎముకలు 13 — 17% వరకు, ఆరిన కెసీన్ 63 — 70% వరకును ఫలమును ఇచ్చును.

గుణములు : జిగురు, జిలైటిన్ ఈ రెండిటికి సీమ గుగ్గిలపు రంగు ఉండును. వీటికి కచ్చితమైన ద్రవాంకము ఉండదు. కాని, 100 — 150°C మధ్య రాసాయనిక విఘటనకు లోనగును. ఇవి నీటిని చురుకుగా పీల్చి తన తన లాడెడు జెల్ (జున్నువంటి వస్తువు) గా మారును. ఇది 40 — 50°C వద్ద కరగును. ఇది మంచి సంధాయక గుణము గల చిక్కని తీగెలుగా సాగెడు ద్రవ ద్రవ్యము. లవణముల లేదా కొన్ని కార్బన్ యౌగికముల చర్యవలన జిలెటిన్‌ను జెల్‌గా ఏర్పడకుండ చేయవచ్చును. జెల్‌లు ఒక విశిష్ట నిర్మాణమును చూపును. నీటియందు పోలీ పెప్‌టైడ్ శృంఖలములు ఉండును. ఉడకబెట్టుటచే గాని, ఖనిజామ్లములను చేర్చుటచే గాని లేదా ప్రొటియోలిటిక్ (ప్రోటీన్ల విడగొట్టు) ఎన్‌జైమ్‌ల సంపర్కమున గాని ఈ శృంఖలములు తెగిపోవును. క్లోర్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ టానిన్‌లు, ఫార్మాల్డిహైడ్ వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యములను వాటి జల ద్రావణములకు చేర్చినచో ప్రోటీన్‌లు అవక్షిప్తములు అగును. కాని, అల్పరాశులలో ఫార్మాల్డిహైడ్, వీటి ద్రావణములు చెడిపోకుండ రక్షించును.

ఉత్పత్తి : భారతదేశమందు ప్రధానముగా కుటీర పరిశ్రమగా జిగురు నిర్మించబడుచున్నది. అందువలన ఉత్పత్తిని గురించిన సమాచారము దుర్లభము. కాని, మహారాష్ట్ర, మద్రాసు, మధ్యప్రదేశ్, పశ్చిమ బెంగాల్ రాష్ట్రములలో జిగురు తయారుచేయు సంవిహిత సంస్థలు కలవు. ఈ చోట్ల ఏడాదికి 200 టన్నుల జిగురు తయారగు

చున్నది. భారతదేశములో ఫోటోగ్రాఫిక్, ఔషధముల తయారీ పరిశ్రమలయందు వాడబడుచున్న జిలెటిన్ ఇంచుమించుగా అంతయు విదేశముల నుండి దిగుమతి అగుచున్నది. దిగుమతులు ఏడాదికి 300 టన్నుల తరగతిలో ఉండును. వాటి ఖరీదు 17 లక్షల రూపాయలు.

జిగురు ఖరీదు కి. గ్రా. కు రెండు రూపాయల శ్రేణిలో ఉండును. జిలెటిన్ రేటు రకమును బట్టి కి. గ్రా. ధర 3·50 మొదలు 35 రూపాయల మధ్య మారుచుండును. సి. కో. రా.

జిగురులు - రెసిన్‌లు : జిగురులు, రెసిన్‌లు (లక్క, సంయోజిత ద్రవ్యములు మినహా) అన్నియు వృక్ష స్రావములు. అవి చేతితో సంగ్రహింపబడును. పరిశుభ్రపరచుట, ఏరుట, గిడ్డంగులలో భద్రపరచుట, పంపకము మున్నగు వాటి వివిధ వినియోగ దశలు సువ్యవస్థిత వాణిజ్య ప్రక్రియలు. కార్మికులను నియమించి తయారు చేయించబడుటవలన చాల ఖరీదు గల వస్తువులే అయినను, సంయోజిత ద్రవ్యముల పోటీకి తట్టుకొని, వర్తక వ్యాపార రంగములలో అవి తమ ప్రాముఖ్యమును నిలబెట్టుకొనగలుగుచున్నవి. క్రీస్తు శకారంభమునకు ముందు అధిచూషకములుగను, ఔషధములందును వినియోగింపబడుచుండెను. మృత దేహములకు సువాసన ద్రవ్యములు పూయుట, శవ పేటికలకు వార్నిషు వేయుట ప్రాచీన ఈజిప్షియన్‌ల మత కర్మలలో భాగములు. ప్రాచ్య దేశముల కళాఖండములలోని వాడుక చీనా, జపాన్ దేశములలో ప్రాదుర్భవించినవి. జిగురులు, రెసిన్‌లు శతాబ్దముల తరబడి సంభవించిన విధ్వంసములకు కూడ చెక్కు చెదరని అధిచూషకములుగా వాడబడినవి అనుటకు యూరప్‌లోను, ఈజిప్టులోను కల గుహా చిత్రములు, చెక్క సున్నము ఆరక మునుపు గోడలపై రంగులతో చెక్కబడిన అజంతా శిల్పములు తార్కాణములు అగుచున్నవి. అలండపురాయి. లక్కను వాడి చేయబడిన పనిముట్లను పదునుచేయు గుండ్రాళ్లు మనకు పూర్వులనుండి సంక్రమించిన సంపదలో ఒక భాగము. 1825 ప్రాంతమున వాటిని విదేశములు దిగుమతి చేసికొనుచుండెడివి. తియోఫిలస్ జిగురులను వేడివలన పక్వము చేయు కళను వర్ణించెను (11 వ శతాబ్దము). 18 వ శతాబ్దమున విరళీకారకములు (తిన్నరులు) వాడుకలోనికి వచ్చెను. పూర్వము ఇటలీలో ఫిడేలు తయారుచేయుటకు ఎర్రనైన ఒక దినుసు గుగ్గిలము ఉపయోగింపబడుచుండెను. గుగ్గిలము, సాంబ్రాణి వంటి రెసిన్‌లు భారతదేశములో దశాంగ ధూపద్రవ్యములు అని పేర్కొనబడి అనాదిగా వినియోగింపబడుచున్నవి.

వర్గీకరణము : రాసాయనిక సంఘటనము ప్రకారము జిగురులు కార్బోహైడ్రేట్‌లు, రెసిన్‌లు, టెర్పీన్‌లు. జిగురులు నీటిలో కరగును లేదా చెదరిపోవును. రెసిన్‌లు అట్లు చేయవు. వేడి చేసినచో జిగురులు కరగవు. విసంఘటనము పొంది బూడిద మిగులును. రెసిన్‌లు అట్లు కాక కరగి ఆరోమాటిక్ సువాసనను ఇచ్చును. ధూపము చిమ్మెడు జ్వాలతో మండును. జిగురు - రెసిన్‌లు అనునవి కార్బోహైడ్రేట్ - టెర్పీన్ మిశ్రములు. అమోనియాక్, మిర్ (బాలింతబోలు) అను జిగురులలో పాలీ సాకరైడ్‌లు, టెర్పీన్‌లకు తోడు ఆవిరితో బాష్పించు తైలముల వాసనా గుణములు కూడ గలవు.

జిగురుల, రెసిన్‌ల మధ్య గల వ్యత్యాసము అసందిగ్ధముగ ఉండదు. వాటిని వేరువేరు వర్గములుగ పేర్కొనుట కూడ విచక్షణా రహితముగనే కనపడును. ఉదా : డామర్, సాండరాక్ అనునవి జిగురులు అని పిలువబడును. కాని, అవి రెసిన్‌ల కోవకు చెందినవి. నమలుటకు వాడబడు జిగురు (చికెల్), బాల్సమ్ జిగురు, జిగురు - రెసిన్‌లు జిగురులు కానే కావు. ఓలియో రెసిన్ అనునది చెట్లనుండి లభించు తాజా స్రావము ; ఆరబెట్టినచో దానిలోని బాష్పశీల ద్రవ్యములు ఇగిరిపోవుట వలన గట్టిపడి, తదుపరి ఇతర రాసాయనిక పరివర్తనముల వలన అది రెసిన్‌గా తయారగును. ఆ స్రావములో అల్ప బాష్పశీలక నూనె భాగము ఎక్కువగ ఉన్నచో అది బాల్సమ్ అని పిలువబడు పేస్ట్‌గా ఉండిపోవును. విత్తనములలోని మ్యూసిలేజ్‌లు, అగ్గి పాచి, ఆ మొక్కలోని ఇతర భాగములు కూడ ఉపయోగ సాదృశ్యమును పట్టి జిగురులు అని పిలువబడుట పరిపాటి. జిగురు అనగా దానితో సమాన ధర్మములు కల జిగురు వంటి ద్రవము అని కూడ అర్థము.

జిగురులు : మెట్ట, ఒకమాదిరి మెట్ట ప్రదేశములలోని చెట్లనుండి స్రవించిన క్రొత్తలో ఇవి మెత్తమెత్తగా ఉండును ; ఆరు బయట (ఎండ, గాలి, వర్షములకు) గట్టిపడును. ఇవి ముద్దలుగా గాని, రింగులుగ గాని పెచ్చులుగ గాని ఉండును. చెట్లలో వాటి నిర్మాణము జీవ లక్షణ శాస్త్రానుకూలముగ జరుగును. చెట్టు దెబ్బతినుటవలన గాని, సూక్ష్మ క్రిముల, శిలీంధ్రముల జబ్బుల వశము అగుట వలన గాని అవి స్రవించును. జబ్బు పడిన, దెబ్బతినిన చెట్లనుండి వాటి దిగుబడి హెచ్చును. నేలరకములు, ఋతుధర్మములు, దిగుబడిలో శీతోష్ణస్థితి ఎక్కువ తక్కువలు కలిగించును. నిజమైన ద్రావణములుగ తయారు కాగల జిగురులు నీటిలో కరగింపబడి, ఆల్కహాల్‌లో అవక్షేపింపబడి శుద్ధి చేయబడును. ట్రాగాకాంత్ వంటి జిగురులు

నీటిలో నాని ఉబ్బును. అవి ఆల్కహాల్‌లో కూడ కరగవు. వాటికి రుచి ఉండదు. వాటి ద్రావణములు చిక్కగా ఉండును; అంటుకొను స్వభావము కలవి. వేడి నీటివలన అవి జల విశ్లేషణమునకు లోనగును. కాన,

లకు తుది మెరుగులు పెట్టుటకు, కందెనలలోను, కొల్లాయిడ్‌లకు సంరక్షక కర్తలుగను, స్థిరీకరణ కర్తలుగను, ఉపరితల విలేపన కర్తలుగను విరివిగ వినియోగింపబడుచున్నవి. ఔషధములు, పానీయములు, జెల్లీలు, ఐస్‌క్రీమ్,

జిగురులు

మొక్క	ఆధారము	ఉపయోగములు
అరబిక్ జిగురు	అకేషియా ఉపజాతులు	పాలు మీగడ కట్టించుట, అధిచూషకములు, ఇమల్షన్‌లు, ఆహార, ఔషధ పరిశ్రమలు.
ఇండియా జిగురు, గట్టి జిగురు	అనోగియోసిస్ లాటి ఫోలియా	వస్త్ర ముద్రణ, ఔషధముల తయారీ.
కరయా జిగురు,ఇండియా ట్రగాకాంత్,	స్టెర్‌క్యులెన్ యురెన్స్	
ట్రగాకాంత్	అస్ట్రాగ్యులస్ ఉపజాతులు	వస్త్ర ముద్రణ, ఔషధముల తయారీ, వాడుక పరిమళ ద్రవ్యములు (కాస్మెటిక్).
మొక్కల విత్తనములు :		
గార్ జిగురు	కాంపోసియా టెట్రాగోనో లోబస్ మొక్క ఎండోస్పెర్మ్	కాగితము, జవుళి సైజింగ్, జవుళి ముద్రణ, ఐస్‌క్రీమ్.
లోకస్ట్ చిక్కుడు	కరోబ్ చెట్టు (సిరటోనియా సిలిక్వా). ఎండోస్పెర్మ్.	కాగితము, జవుళి ముద్రణ, ఐస్‌క్రీమ్.
క్విన్స్ – విత్తనము	సిడొనియా వల్గారిస్	లోషన్‌లు.
స్పిలియమ్ – విత్తనము	ప్లాంటగో ఉపజాతులు	ట్రగాకాంత్‌కు బదులుగ.
ఫ్లాక్స్ విత్తనము	లినస్ యుసిటాటిస్సియమ్	చిక్కదనము నిచ్చు ద్రవ్యముగ.
చింత పిక్కలు	టామరిండస్ ఇండికా	వస్త్ర పరిశ్రమ, సైజింగ్.
గోధుమ విత్తనములు	గోధుమ	
చిల్లర జిగురులు :		
స్టార్చి	ధాన్యములు, ఎర్రపాచి, నాచు	ఆహారములు, ఔషధములు, పరిమళ ద్రవ్యములు, మిఠాయి వంటి తీపివస్తువులు, కాస్మెటిక్స్ – బాక్టీరియాను పెంచు మీడియము.
ఆల్గిన్	బ్రౌన్ పాచి, నాచు	బాయిలర్ నీటి శోధన, వస్త్రములు, ఇమల్షన్‌లు, ఐస్‌క్రీమ్‌లు, పూతరంగులు, రబ్బరు క్రీమ్‌లు, ఔషధములు.
ఐస్‌లాండ్ మోస్, ఐరిష్ మోస్	లైకెన్, ఎర్రపాచి	ఆహారము, పరిమళ ద్రవ్యములు, సబ్బులు, పూత రంగులు, వస్త్రములు, సారాయిలు, చాకోలెట్ పానీయములు, ఔషధములు.
పెక్టిన్	నిమ్మజాతి ఫలభాగములోని వ్యర్థ భాగము (సిట్రస్ వేస్ట్)	

మన్నికకు క్లోరోఫారమ్ నీటిలో కరగించుదురు. భారత ప్రభుత్వ అటవీ వినియోగపు మాన్యుయల్‌లో భారతీయ అరణ్యములలో ఏ యే జిగురులు ఏ యే తావులలో దొరకునో వివరింపబడినది.

జిగురుల ధర్మములు వాటిని అనేక పరిశ్రమలలో ఉపయోజ్యములుగ చేయుచున్నవి. అధిచూషకములుగనే కాక అవి ఇమల్షన్‌లను తయారు చేయుటయందు, వస్తువు

జిడ్డులేని క్రీమ్‌లు, విలేపనములు, పాలిష్‌లు, ముద్రణ సిరాలు, తాలింపు దినుసులు, వస్త్రపరిశ్రమయందు బట్టకు తుది మెరుగునిచ్చు ద్రవ్యము మొదలైన వస్తువుల తయారీలో కూడ జిగురులు ఉపయుక్తములు అగుచున్నవి.

రెసిన్‌లు : ప్రకృతిలో దొరకు రెసిన్‌లు వార్నిషు రెసిన్‌లు అని కూడ వ్యవహరింపబడును. చెట్టునుండి కారు ఓలియోరెసిన్ నుంచి బాష్పశీల ద్రవ్యములు ఇగిరిపోగా,

భౌతిక రాసాయనికపు మార్పులు చెంది వాణిజ్యమునకు పనికివచ్చు రెసిన్‌లుగా తయారగును. ఈ ఓలియో రెసిన్ ముద్ద గనుక చెట్టునుండి ఊడి నేలపై పడినచో, కాలక్రమమున - పరిస్థితులు అనుకూలించినచో - ఆ చెట్టు నశించిపోయిన పిదప కూడ, శిలీభూతరెసిన్‌గా తయారగును. అంబరువలెనే శిలీభూతరెసిన్‌లను కూడ భూమినుండి త్రవ్వి తీయవలెను. ఇటుల ఒకే చెట్టునుండి శిలీభూత రెసిన్‌లు, అర్ధ శిలీభూత రెసిన్‌లు, తాజా రెసిన్‌లు లభించవచ్చును.

రెసిన్‌లు పసుపు పచ్చ రంగు మొదలు ఇటుక పొడి రంగు వరకు గల వేరువేరు రంగులలో ఉండును. అవి అస్ఫాటికములు; ప్లాస్టిక్‌ల వలె సాగుచూ ఉండును. స్పిరుటులో కరగు రెసిన్‌లు మృదువుగను, నూనెలో కరగునవి కఠినముగను ఉండును. గాలి, వెలుతురు సమక్షమున రెసిన్ నిర్విరామముగ ఆక్సీకరణమునకు, పాలిమరీకరణమునకు గురి అగుచుండును. కాబట్టి, అది ముదిరిన కొలది దాని అద్రావ్యత కూడ అధికమగును. వార్నిషులలో ఉపయోగపడుటకు అనుకూలముగా ఉండుటకు రెసిన్‌లు 'రన్నింగ్' అను ప్రక్రియకు గురిచేయబడును. రన్నింగ్ అనగా రెసిన్‌లలో చాల వాటిని 300°C వరకు వేడిచేయుట. ఈ ప్రక్రియలో రెసిన్‌లు కరగి, కొంత బాష్పశీల ద్రవ్యరాశిని (దాదాపు 40% వరకు) కోలుపోయి, అనుకూల ధర్మములను ఆర్జించును.

పూత రంగులలోను, వార్నిషులలోను రెసిన్‌ల ఉపయోగము చాల విలువైనది. ఇంతేకాక, ఆలంకారిక, సంరక్షక లేపనములు, ముద్రణ సిరా, అధిచూషకములు, సిమెంటులు, పాలిషులు, లినోలియమ్, రబ్బరు, మైనము తయారు చేయుటలోను; కాగితము తయారీ, కాగితమునకు మెరుగు పెట్టుట, జవుళి సైజులు వంటి పెద్ద పరిశ్రమలలోను రెసిన్‌లు వాడబడును. నల్లమందు వంటి కొన్ని రెసిన్‌లు మందులలో కూడ ఉపయోజ్యములగును.

లక్క: లక్కపురుగు అడవి చెట్లమీదను, ప్రత్యేకముగ పెంచిన చెట్ల మీదను మనును. ఆడ పురుగుచే విసర్జింపబడిన మైనము క్రమముగా దానిని, ఆ చెట్టు కొమ్మలను కూడ చుట్టబెట్టును. మైనమును కొమ్మలతో సహా చూర్ణీకరించి, వడపోసి, కరగించి లక్కను తయారు చేయుదురు. ఆల్కహాల్ సాధన ద్వారా కూడ తయారుచేయుట కలదు. గ్రామఫోను రికార్డులు, పాలిషులు, ముద్రణ సిరాలు, విద్యుత్తు బంధకములు తయారు చేయుటకు లక్క విరివిగా వాడబడును. లక్కను వినియోగించు పెద్ద పరిశ్రమలలో గ్రామఫోను రికార్డులకు 35%, వార్నిషులకు 30%, విద్యుత్తు పరికరములకు 5%, తక్కిన పరిశ్రమలలో 30% వరకు లక్క ఉపయోగింపబడుచున్నది [చూ. సం. 8 - పు. 655].

రోసిన్: దేవదారు వృక్షముల నుండి లభించు ఓలియో రెసిన్ నిస్సారమును స్వేదించి, టర్పెంటీన్‌ను తయారు చేయగా మిగిలిన అవశిష్టము రోసిన్ అనబడును. చెట్టును కొట్టి వేయగా మిగిలిన మోడుల నుండి కూడ దానిని తయారు చేయవచ్చును. అధిచూషకముగ పూత రంగులలోను, వార్నిషులలో ఘటకముగ, కాగితము, సబ్బులు మున్నగు ఉపయుక్త వస్తువుల నిర్మాణములోను రోసిన్ వినియోగింపబడును.

ఆర్థిక ప్రాముఖ్యము: భారతదేశము నుండి ఎగుమతి చేయబడు అతి ప్రధానమైన సరకులలో గౌర్ జిగురు ఒకటి; అది విదేశీ మారకమును ఆర్జించుచున్నది. భారతదేశము 1960 - 61 లో 8,400 టన్నులు; 1962 - 63 లో 9,667 టన్నులు గౌర్ జిగురును ఎగుమతి చేసినది. భారతదేశపు విదేశీ వర్తకమునకు సంబంధించిన నెలవారీ సంఖ్యా వివరముల ప్రకారము 1963-64 లో ఎగుమతి చేయబడిన సరకుల జాబితాలో తుమ్మ జిగురు, ఇంగువ జిగురు, కరయా జిగురు, ఓలిబనమ్ జిగురు, ట్రగాకాంత్ జిగురు, మాస్టిక్, మిర్, పలు రకముల లక్కలు కలవు.

విదేశములకు ఎగుమతి చేయబడు రెసిన్‌లలో లక్క ముఖ్యమైనది. దాదాపు 80 విదేశములు భారతదేశము నుండి లక్కను దిగుమతి చేసికొనును. ఇండియా లక్క వార్షిక ఉత్పత్తి 1962 - 63 లో రూ. 12.86 కోట్లు; 1963-64 లో రూ. 15.5 కోట్లు అని అంచనా. లక్క గుండీల రూపమున, విత్తనముల రూపమున, పుడకల రూపమున బజారులో అమ్మబడును.

భారతదేశమున కొన్ని పరిశ్రమలలో రోసిన్ వాడబడును. 1961 లో దాని వాడకము వార్నిషులలో 1,856 టన్నులు, సబ్బులలో 4,987 టన్నులు, కాగితపు పరిశ్రమలో 848 టన్నులు, రాసాయనిక ద్రవ్యములలో 1,83,683 కి.గ్రా., అగ్గిపెట్టెలలో 4,878 కి. గ్రా. రోసిన్ ఉత్పత్తి 1956 లో 10,488 టన్నులనుండి 1962 లో 13,633 టన్నులకు పెరిగినది.

యావత్ ప్రపంచమున సాలీనా ఉత్పత్తి చేయబడు సహజమయిన జిగురుల, రెసిన్‌ల మొత్తము 40,000 టన్నులు అని, సంయోజిత జిగురుల, రెసిన్‌ల మొత్తము ఒకకోటి టన్నులు అని అంచనా. భారతదేశమునుండి ఎగుమతి చేయబడు జిగురుల, రెసిన్‌ల విలువ 1964-65 లో రూ. 7.75 కోట్లు; 1965-66 లో రూ. 7.32 కోట్లు. భారత ప్రభుత్వము అమలులో పెట్టిన అటవీ సంవర్ధన పథకముల

వలన జిగురుల, రెసిన్ల ఉత్పత్తి, వినియోగము, ఎగుమతి ఇతోధికముగ పెరుగగలదని ఆశించవచ్చును.

రెసిన్లు

తాజా (ఆధునిక) రెసిన్లు	ఆధారము
ఆక్రోడెస్	క్సాంతోరియా
దామర్	హోపియా, షోరియా
ఎలిమీ	కనోరియమ్ కమ్యూనిస్
మనిలా	అగాతిస్ ఆల్బా
మాస్టిక్	పిస్టాసియా లెంటిస్కస్
పాండరాక్	కోనిఫెరేలోని రకములు
శిలీభూత రెసిన్లు (ఫాసిల్)	
కాంగో (కోపాల్ రకము)	కోపైఫెరాలోని రకములు.
బరోయా (,,)	అగాతిస్ ఆల్బా
కౌరి (,,)	అగాతిస్ ఆస్ట్రేలిస్
ఆంబరు	
అర్ధ శిలీభూత రెసిన్లు (కెమీఫాసిల్)	
బాటా (దామర్ రకము)	షోరియా
నల్ల ఎస్సిన్టండా	బుర్స రాసియా,
హిరో	డిప్టిరో, కార్పాసియా.
రసక్	బలానో కార్పస్
లోబా	అగాతిస్ ఆల్బా
ఫాండియానాక్	

జి. వెం.

జియులాజికల్ సర్వే ఆవ్ ఇండియా : చూ. సమీక్ష - పు. 150.

జెంకిన్, హెన్రీ ఛార్లెస్ ఫ్లెమ్మింగ్ (1833-1885) : బ్రిటిష్ ఇంజనీరు. జెనోవా (ఇటలీ) యూనివర్సిటీ పట్టభద్రుడు. మాంచెస్టర్‌లో ఒక ఇంజనీరింగు సంస్థలో ఉమేజువారి పనిచేసి, తదుపరి ఇతడు బర్కెన్ హెడ్ వద్దగల సబ్ మెరీన్ కేబిల్ కర్మాగారములో చేరెను. 1859 నుండి ఇతడు లార్డ్ కెల్విన్‌తో కలిసి కేబిల్‌కు సంబంధించిన సమస్యలలో పరిశోధనలు జరిపెను. గట్టా - పెర్చా అను రబ్బరు వంటి పదార్థముయొక్క విద్యుద్బంధక ధర్మములను గూర్చి అంతకుమున్ను తాను పరిశోధనల మూలమున కనుగొన్న ఫలితములను ఇతడు పై పరిశోధనలలో ప్రయోగాత్మకముగా వినియోగించుకొనెను. 1882 లో ఇతడు సరకుల విద్యుత్ రవాణాకు 'టెల్ఫరేజ్' అను నొక స్వతశ్చలిత పద్ధతిని రూపొందించెను. అయితే, ఆ పద్ధతి అతని మరణానంతరముననే సమగ్ర పరచబడినది. ఇతడు లండన్, ఎడింబరో యూనివర్సిటీలలో ఇంజనీరింగ్ ఆచార్యుడుగ పనిచేసెను; అయస్కాంత, విద్యుచ్ఛక్తి విషయముపై ఒక ఉద్గ్రంథమును రచించెను.

ఆ. వెం.

జెట్ ఇంజను : చూ. టర్బోజెట్, టర్బోప్రాప్.

జెట్ విమానములు : చూ. విమానము.

జెప్లిన్, కౌంట్ వాన్ ఫెర్డినాండ్ (1838 - 1917) : జర్మను దేశీయుడు, ఆకాశయానమున అగ్రగామి, జెప్లిన్ విమాన నిర్మాత; కాన్స్టెన్స్ (బేడన్) లో జన్మించెను. సైనిక విద్యను పూర్తిచేసి ఇతడు 1858 లో సైన్యములో చేరెను; అమెరికా అంతర్యుద్ధకాలమున ఫెడరల్ సేనలో వాలంటీరుగ పనిచేసెను; స్వదేశమునకు తిరిగివచ్చి, ఆస్ట్రియా యుద్ధము (1866) న, ఫ్రాంకో-ప్రష్యన్ యుద్ధము (1871) న పాల్గొనెను; 1891 లో సైనిక వృత్తి నుండి విరమించుకొని, నాటినుండి విమానవిద్యయందు, విమాన నిర్మితియందు అవిరళ కృషి చేసెను [చూ. సమీక్ష - పు. 77].

ఆ కాలమున డిరిజిబుల్ అను బెలూన్ గాలి ఓడ ప్రచారమునకు వచ్చెను. అంతకు ముందు మానవుడు బెలూన్‌లో నుండి ఆకాశములోనికి ఎగురగలిగెను; మరల క్రిందికి దిగగలిగెను. కాని, దానిని తన ఇష్టము వచ్చినట్లు నడిపింపలేకుండెను. డిరిజిబుల్‌ను మాత్రము అట్లు నడిపింప సాధ్యపడెను. అమెరికన్ అంతర్యుద్ధములో వాలంటీరుగ ఉన్నపుడు నేర్చికొనిన బెలూన్ నిర్మాణ సూత్రముల ప్రాతిపదికపై జెప్లిన్ డిరిజిబుల్ నిర్మాణమును కావించెను. ఇతడు తయారుచేసిన ఈ గాలి ఓడకు జెప్లిన్ అని అతని పేరు పెట్టబడెను [చూ. పు. 77]. 1900 లో ఇతడు నిర్మించిన జెప్లిన్ ఆకాశమున 20 నిముషముల పాటు ఎగిరి, నేలకు దిగినతోడనే ముక్కలయ్యెను. ఇతని జెప్లిన్ 1906 లో గంటకు 45 కి. మీ. వేగమున, 1907 లో గంటకు 54 కి. మీ. వేగమున ప్రయాణింపగలిగెను. జెప్లిన్ నిర్మాణమును సమగ్రపరచి, ఇతడు 1910 లో జర్మనీలోని పెద్ద పెద్ద నగరముల మధ్య విమాన సర్వీసును ప్రారంభించెను. ఈ జెప్లిన్ దాదాపు 127 మీ. పొడవు, 12 మీ. వ్యాసము కలిగి ఉండి, 30 మంది ప్రయాణీకులను తీసికొనిపోవుచుండెను. ప్రథమప్రపంచ యుద్ధకాలము (1914 - 1918) న శత్రు స్థావరములపై బాంబులు వేయుటకు, శత్రు సైనిక విన్యాసముల ఆరా తీయుటకు జర్మనులు జెప్లిన్ విమానములను వినియోగించిరి.

ఆ. వెం.

జ్వార్కిన్, వ్లాడిమిర్ కోస్మా (జ. 1889) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతిక విజ్ఞాని; రష్యాలో జన్మించెను;

రష్యా, ఫ్రాన్స్, జర్మనీ (పిట్స్‌బర్గ్ యూనివర్సిటీ) దేశములలో విద్యాభ్యాసము చేసెను. 1924 లో ఈయన యునైటెడ్ స్టేట్స్ పౌరసత్వమును స్వీకరించి, 'రేడియో కార్పొరేషన్ ఆవ్ అమెరికా' అను సంస్థలో చేరి, 1929 లో ఆ సంస్థకు ఉపాధ్యక్షుడు, సాంకేతిక సలహాదారుడు అయ్యెను. ఇతని అభిమాన క్షేత్రము ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము; ఇతని ప్రధాన పరిశోధనలు అన్నియు అందుకు సంబంధించినవే. తన అమూల్య పరిశోధనల ఫలితముగను, తన సహ పరిశోధకుల సాయము వలనను ఇతడు టెలివిజన్ కెమేరాలో ప్రధాన భాగమైన 'ఇకనోస్కోప్'; టెలివిజన్ రిసీవింగ్ పరికరములో కేథోడ్ కిరణగొట్టము 'కినెస్కోప్' అను రెండు సాధనములను రూపొందించెను. ఇతని పర్యవేక్షణ క్రింద పనిచేసిన ఒక వైజ్ఞానికబృందము 1939 లో ఒక ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శనిని నిర్మించెను. 'ఫోటోసెల్స్ అండ్ దెయిర్ అప్లికేషన్స్', 'టెలివిజన్', 'ఎలక్ట్రాన్ ఆప్టిక్స్ అండ్ ఎలక్ట్రాన్ మైక్రాస్కోప్' మొదలగు ప్రసిద్ధ గ్రంథములకు జ్వారికిన్ సహరచయిత. అ. వెం.

టంకము వేయుట (సోల్డరింగ్): ధాతువులను టంకము వేసి అతుకుట మానవుడు అలవరచుకొనిన ప్రాచీనతమ విద్యలలో ఒకటి. ఇది చాల సరళమగు ప్రక్రియ. కొద్దిపాటి ప్రాయోగిక అనుభవముతో దీనియందు ప్రావీణ్యము సాధింపవచ్చును. టంకము వేయుట నిత్యవ్యవహారములో పలు రూపములలో సాగును. వీధిలో ఒక మూల పాత్రసామాను మరమ్మతు చేయు సాధారణ కార్మికునకే కాదు, కంప్యూటర్లలోను, ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రములోను, చివరకు రోదసీ వాహనముల సాంకేతిక నిర్మాణములలోను పనిచేయు నిపుణులకు కూడ దాని అవసరము కలదు.

అతుకుట అనగా సాధారణ ధాతువులను రెండింటిని ధాతు శాస్త్ర రీతిలో ఒక నిర్దిష్ట తాపక్రమమునకు (425°C కు దిగువన) వేడిచేసి బంధించుట. ఇందుకు ఉపకరించు సోల్డర్ల లేదా టంక మిశ్రముల (ఇవి అనాయస ధాతు మిశ్రములు) ద్రవాంకము అతుకవలసిన ధాతువుల ద్రవాంకము కన్న తక్కువగ ఉండును. వేడి తగులగానే టంకమిశ్రము కరగి ధాతువులను అమర్చిన సందులలో అలముకొనును. ఈ అలముకొనుట తరుచుగా కైశిక ప్రవృత్తి వలన జరుగును. సందు యొక్క బలము తక్కువగ ఉండును. వేడి తగులుటతో అది మరి కొంచెము తగ్గును.

టంక మిశ్రములు: సర్వసాధారణముగ వాడబడు సోల్డర్లు తగరము, సీసము కలిసిన ధాతు మిశ్రములు. ఇవి వేరువేరు ద్రవాంకములు, ప్రవాహ తాపక్రమములు కల విభిన్న సంఘట్టనములు కలిగి ఉండును. ఈ రకపు ధాతు మిశ్రములు సోల్డర్లుగ గరిష్ఠ సంఖ్యలో వినియోగింపబడుచున్నవి.

టంక మిశ్రమును ఎంచుకొనుటకు దాని ద్రవాంకము, ప్రవాహ తాపక్రమము, యాంత్రిక బలము ప్రాతిపదికలుగా తీసికొనవలెను. పై మూడు గుణములను టంక మిశ్రము పనిచేయవలసిన పరిస్థితులను బట్టి నిర్ణయింపవలెను.

తగరము 40%, సీసము 60% కల టంక మిశ్రము సామాన్య ప్రయోజనములకు శ్రేష్ఠమయిన సోల్డర్‌గ ప్రశస్తి కనినది. ధాతు రేకుల పరిశ్రమలోను, ఎలక్ట్రానిక్ పరిశ్రమలోను అది విరివిగా వినియుక్తము అగుచున్నది. కేవల తగరపు లేదా సీసపు టంక మిశ్రములతో పైపోరు చేసి చూచినచో తగరము, సీసము కలిసిన టంక మిశ్రములు తక్కువ ద్రవాంకములు, ఎక్కువ యాంత్రిక ధర్మములు, ఎక్కువ ఆర్ద్రీకార ప్రవృత్తి కలవని సుస్పష్టము కాగలదు. ఈ టంకములు కొన్నిటిలో ఆంటిమోని, బిస్మత్తు, కాడ్మియమ్ కూడ చేరి ఉండును. ఈ ధాతువుల చేరికవలన ఆ టంక మిశ్రముల యాంత్రిక ధర్మములు మెరుగగును; వాటి ద్రవాంకము, ప్రవాహ తాపక్రమము తగ్గును. కొన్నిటిలో వెండికూడ ఉండును. అందువలన సంధి యొక్క దృఢత్వము హెచ్చును.

తగరపు, సీసపు ధాతు మిశ్రములే కాక ఇతర ధాతు మిశ్రములు కూడ తరుచుగా టంక మిశ్రములుగ వాడుకలో ఉన్నవి.

తగరము - ఆంటిమోని: ఆహారములను నిల్వచేయు డబ్బా పాత్రలకు దీనిని ఉపయోగించుట మంచిది. సీసము లేకపోవుటవలన ఆహారము పాడుగాదు.

తగరము - వెండి: పరికరములను సున్నితముగ అతుకుటకు చాల మంచిది.

జింకు - బేస్: ఇవి జింకు - అల్యూమినియము, జింకు - కాడ్మియమ్, జింకు - తగరము కల ధాతు మిశ్రములు; అల్యూమినియమును అతుకుటకు పనికివచ్చును.

పై టంక మిశ్రములు సాధారణముగ కడ్డీల, పోత పోసిన కమ్ముల, తీగెల, రిబ్బనుల రూపమున అందుబడి అగును.

ఫ్లక్స్ (స్యందము): ఫ్లక్స్ ఒక ప్రేరకమువలె పని చేయును. అది టంక ప్రక్రియను త్వరితపరచును గాని, అందులో పాలుగొనదు. అది 1. ఆక్సైడ్‌ను పూర్తిగా తొలగించి, తలమును శుభ్రపరచును; 2. కరగిన టంక మిశ్రము ప్రవహింప తోడుపడును. ఫ్లక్స్ ఆక్సైడ్‌తో

రాసాయనికముగ ప్రతికరించును. అందువలన ఆక్సైడ్‌లు ఫ్లక్స్‌లో కరగిపోవు యౌగికములుగా మారుటో లేదా ధాతురూపమునకు ఆక్సీహరింపబడుటో జరుగును.

ఫ్లక్స్‌లలో రకములు : అకర్బన స్యందములు, కార్బన్ స్యందములు అని రెండు రకముల ఫ్లక్స్‌లు కలవు. వీటి ఉపయోగమును ఆ యా పరిస్థితులను బట్టి నిర్ణయింప వలయును.

అకర్బన స్యందములు : ఇవి వేగముగ పనిచేయు క్షయకరస్యందములు. తరచుగా జింకు క్లోరైడ్, అమోనియమ్ క్లోరైడ్, టిన్ క్లోరైడ్ మొదలగు అకర్బన యౌగికములతో ఉపయోగింపబడును. జింకు క్లోరైడ్, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లముతో సహా వాడబడును.

కార్బన్ స్యందములు : ఇందు రెండు రకములు కలవు. అవి రోసిన్ లేని ఫ్లక్స్‌లు, రోసిన్‌తో కూడిన ఫ్లక్స్‌లు.

రోసిన్ లేని ఫ్లక్స్‌లు : ఇవి మధ్య రకముగ పనిచేయునవి. ఇందుకు లాక్టిక్ ఆసిడ్, ఒలీక్ ఆసిడ్, స్టైయరిక్ ఆసిడ్ వంటి కార్బన్ ఆమ్లములు కాని, అనిలీన్ హైడ్రో క్లోరైడ్, గ్లూటమిక్ హైడ్రో క్లోరైడ్ వంటి కార్బన్ హేలొజన్‌లు కాని ఎక్కువగా వినియోగింపబడును.

రోసిన్ ఫ్లక్స్‌లు : ఉచిత కార్బన్ ద్రావకములలో విలీనము చేయబడిన తెల్ల రోసిన్ క్షయకరము గాని ఫ్లక్స్‌గా చాలవరకు ఉపకరించును. విద్యుత్తు, ఎలక్ట్రానిక్ పరిశ్రమలలో రోసిన్ పూసిన తీగె ఫ్లక్స్‌గ పనికివచ్చును. ఇవి ఎక్కువ తాపక్రమమును తట్టుకొన లేవు. కాబట్టి, ఉన్నత ద్రవాంకములు కల సోల్డర్‌లతో కలిపి వాడుటకు ఉపకరింపవు.

టంకము వేయు పద్ధతి : టంకము వేసి, మంచి జాయిన్‌టును తయారుచేయవలెనన్న, టంకము వేయు చోటును తగురీతిగా శుభ్రపరచవలెను. తరువాత ఫ్లక్స్‌ను, టంక మిశ్రమును ప్రయోగింపవలెను. వేడి తగులగనే టంక మిశ్రము తలమును తడిచేయును; రెండు భాగములు అతుకుకొనును. క్షయకరములైన ఫ్లక్స్‌ను వాడునపుడు దాని అవశేషమును పూర్తిగా కడగివేయవలెను.

ఉష్ణప్రయోగము : టంకము వేయుటకు ఉపరితలము మాత్రము వేడి ఎక్కునట్లును, టంక మిశ్రము కరగి, తలమును తడిచేసి దానిపై అలముకొనునట్లును ఉష్ణమును ప్రయోగింపవలెను. ఇందుకు బొగ్గు నిప్పుతో గాని, గాస్‌తో గాని, విద్యుత్తుతో గాని కాల్చబడిన టంకపు ఇనుము టంకపు పనిలో తలమునకు ఉష్ణ ప్రయోగముచేయుటకు సాధారణముగ ఉపయోగింపబడును. ఇది చాల చౌకరకపు పనిముట్టు. ఇందు ఒక రాగికొన, కర్రపిడి ఉండును. రాగి కొనను వేడిచేయుదురు. కర్రపిడి వేడెక్కక పట్టుకొనుటకు వీలుగా ఉండును.

టంకీకరణ సామర్థ్యము : ధాతువులను సులభముగా టంకము వేయవచ్చును. కాని, ఈ సౌలభ్యము ధాతువునకు ధాతువునకు మధ్య కొంత మారుచుండుట కలదు. తగరము పూసిన రాగి, రాగి, ఇత్తడి, కంచు, గన్ మెటల్, కార్బన్ ఉక్కు, ధాతు మిశ్రిత ఉక్కులు, మోనెల్, నికెల్, స్టెయిన్‌లెస్ స్టీల్, పోత ఇనుము, అల్యూమినియము, మగ్నీషియమ్ - వీటి టంకీకరణ సామర్థ్యము ఒకదాని నుండి తరువాత దానికి క్రమముగా తగ్గును. శ్రీవాత్సవ.

టర్బోజెట్ : చూ. విమాన చలనము.

టర్బోప్రాప్ : చూ. విమాన చలనము.

టానిన్‌లు : చూ. తోళ్లు పదును.

టెండరులు - కాంట్రాక్టులు : కంట్రాక్టరుల మధ్య పోటీ భావమును పెంపొందించి, తత్ఫలితముగా ఒక పనిని కనిష్ఠ వ్యయముతోను, గరిష్ఠ దక్షతతోను నిర్వహింప జేయుటకు టెండరులను ఆహ్వానించుట పరిపాటి. ఇందు వలన ప్రభుత్వ శాఖలు తక్కువ సిబ్బందితో పనిచేయ వచ్చును; పనికి కావలసిన పరికర సామగ్రిని సమకూర్చు కొన పని ఉండదు; లెక్కలు తయారుచేయుట సులభ మగును. టెండరుల వలన ప్రైవేటు వ్యక్తులకు సాంకేతిక పరిజ్ఞానమును అలవరచుకొనుట, పనిని నిర్వహించుట అను బాధ్యతలు తప్పును.

పోటీ తీవ్రముగా ఉన్నపుడే టెండరు పద్ధతి ఫల ప్రద మగును. కాబట్టి, టెండరు నోటీసులకు విశేష ప్రచారము కల్పించి, దానిలో పెక్కుమంది పాల్గొనునట్లు చేయుట ముఖ్యము. ఈ నోటీసులో పనియొక్క సంగ్రహ వివరణ, దాని అందాజు విలువ, టెండరు దాఖలు చేయవలసిన చివరి తేదీ, దానితో చెల్లింపవలసిన సంచకరము (ఎర్నెస్ట్ మనీ) తెలియజేయబడును.

టెండరు నోటీసులో పొందుపరచబడిన స్పెసిఫికేషన్‌ల మింజుమలె తాను ప్రత్యేకముగా ఉదాహరించిన రేట్ల ప్రకారము ఆ పనిని పూర్తిచేయుటకు తన సంసిద్ధతను తెలియజేయుచు ఒక వ్యక్తి దాఖలుచేసిన సమ్మతి పత్రమే టెండరు. ఆ పనిని విజయవంతముగా పూర్తిచేయుటకు తనకు గల సామర్థ్యమును, పెట్టుబడి సత్తాను నిరూపించ గల దాఖలాలు కూడ టెండరుదారుడు చూపింపవలెను. తనకు గనుక అప్పగించినచో ఆ పనిని తాను కడముట్ట నిర్వహింతును అనుటకు హామీగా టెండరుదారు పని మొత్తము ఖర్చులో కొంత భాగమును ధరావత్తుగా చెల్లింపవలసి ఉండును.

టెండరు ఆమోదింపబడిన తరువాత సొంతదారుడు, టెండరుదారుడు కలసి 'టెండరు నిబంధనలు' లేదా 'అగ్రిమెంటు' అను ఒప్పందము పత్రముపై సంతకములు చేయుదురు. ఆ పత్రములో చేయబడవలసిన పని; టెండరుదారునకు ముట్టచెప్పబడు ద్రవ్యము; పనిని ముగించవలసిన గడువు; టెండరుదారుడు పనిని సక్రమముగా నిర్వహింపలేనిచో అచ్చుకొనవలసిన నష్ట పరిహారము; న్యాయ, వ్యవహార సంబంధమైన ఇతర నిబంధనలు అసందిగ్ధముగ పొందుపరుపబడును. అప్పుడు ఆ పత్రము ఒక కంట్రాక్టు అనియు, టెండరుదారుడు కంట్రాక్టరు అనియు వ్యవహరింపబడుదురు. ఆ పత్రములోని షరతులకు సొంతదారుడు, కంట్రాక్టరు న్యాయ శాస్త్ర రీత్యా బద్ధులగుదురు [చూ. న్యాయ, పరిపాలనా శాస్త్రము సం - పు. 252; 627].

కాంట్రాక్టు అనగా ఒక పనిని చేయుటకు గాని, వస్తువుల సరఫరాకు గాని, కొన్ని విధుల నిర్వహణకు గాని ఇద్దరు వ్యక్తుల మధ్య కుదిరిన ఒప్పందము అని చెప్పవచ్చును. కాంట్రాక్టులు స్థూలముగా రెండు రకములు: 1. పోటీ పద్ధతి కాంట్రాక్టులు; 2. మూజువాణీ కాంట్రాక్టులు. వీటిలో ఒక్కొక్క దానిని మరల మొత్తపు ధర కాంట్రాక్టు, యూనిట్ ధరల కాంట్రాక్టు అని రెండుగ వింగడింప వచ్చును. పోటీ పద్ధతి కాంట్రాక్టులు బహిరంగ కాంట్రాక్టులు. వాటిలో ఎందరు వ్యక్తులైన పాల్గొన వచ్చును. సాధారణముగ ఈ పద్ధతినే చేపట్టుదురు. మూజువాణీ కాంట్రాక్టులు లేదా బేరమాడి కుదుర్చుకున్న కాంట్రాక్టులు అత్యవసర పరిస్థితులలోనే కుదుర్చుకొనబడును. ఇందులో ఎంచుకొనబడిన కొద్దిమంది మాత్రమే పాల్గొందురు. ఇందు పనికి పట్టు మొత్తము ఖర్చును, బినామీగ కొంత అదనపు ద్రవ్యమును చెల్లింతురు. మొత్తపు ధర కాంట్రాక్టులో నిర్ణీతవ్యవధిలో పని పూర్తి చేసిన తరువాత కంట్రాక్టరునకు నిర్ణీతమైన మొత్తమును చెల్లించుదురు. పనియొక్క వివరములు, ప్లానులు, స్పెసిఫికేషనులు సమగ్రముగా ఉన్నచో ఇది మంచి పద్ధతి. వాటిలో గనుక మార్పులు వచ్చినచో వివాదములు, నష్టములు సంభవింపవచ్చును. యూనిట్ ధరల కాంట్రాక్టులు భారీ పరిమాణములతో కూడిన కొద్దిరకపు పనులకు చాల ఉపయోగకరములు. ఇందు కంట్రాక్టరునకు మొత్తమునకు గాక, యూనిట్‌కి ఇంత సొమ్మని చెల్లించుదురు. ప్లానులు పూర్తి కానప్పుడు, పనిపరిమాణము నిక్కచ్చిగా తేలనప్పుడు ఈ పద్ధతి నష్టమురాకుండ చేయును [చూ. అంచనా - పు. 151].

ఎమ్. వె. రా.

టెండరులు - స్పెసిఫికేషన్లు: కాంట్రాక్టు పనికి సంబంధించిన సంపూర్ణ సాంకేతిక ఆవశ్యకములను తెలియపరుచు డ్రాయింగులకు పూరకములుగా లేదా అనుబంధములుగా కంట్రాక్టరునకు లిఖితపూర్వకముగా ఇచ్చిన సూచనలకు, ఉపదేశములకు స్పెసిఫికేషన్లు అని పేరు. ఇవి యావత్తు పనికి చెందిన సాధారణ స్పెసిఫికేషన్లు, సాంకేతిక వివరములను తెలియపరచు సాంకేతిక స్పెసిఫికేషన్లు అని రెండురకములు.

సాధారణ లేదా ప్రాథమిక స్పెసిఫికేషన్లలో ప్రధానములైనవి: 1. నిర్మాణ పద్ధతులను; నిర్మాణము యొక్క తుది స్వరూపమును; నిర్మాణములోని అసాధారణ లక్షణములను లేదా అవసరములను; భౌగోళిక స్థాన నిర్దేశమును, రాకపోకల సదుపాయములను చాలినంత మేరకు పూర్తిగా వివరించునవి; 2. నిర్మాణ వివరములను అసందిగ్ధముగ సూచించు డ్రాయింగులకు చెందినవి; 3. జల శాస్త్రీయ, భూమ్యంతర వివరములు; 4. కార్యక్రమమునకు; ప్రోగ్రెస్ రిపోర్టులకు; కార్యక్రమ సవరణకు; లోపమునకు, ఉపేక్షకు విధింపబడు జరిమానాలకు సంబంధించినవి; 5. పనిలో వినియోగింపబడు సామగ్రియొక్క, పరికరములయొక్క తనిఖీకి సంబంధించినవి; 6. నీరు, వెలుగు, విద్యుత్తు మొదలగు సదుపాయముల అందుబడి, వాటి వినియోగములు; 7. నిర్మాణ సమయమున పరిసరమున కల ఆస్తులను, ప్రాచీన కట్టడములను, మత ప్రాధాన్యము కల స్థలములను రక్షించుటకు సంబంధించినవి; 8. కంట్రాక్టరునకు ఇచ్చిన పరికరముల అద్దెకు, ఉపయోగ నిబంధనలకు చెందినవి; 9. స్పెసిఫికేషన్లలోను, డ్రాయింగులలోను దొరలిన మినహాయింపుల, ప్రమాదముల, పూర్వోత్తర వైరుధ్యముల ఫలితముగా వచ్చిన వివాదముల నుండి తప్పించుకొను నిబంధనలు; 10. వివాదములను మధ్యవర్తి తీర్పు ద్వారా పరిష్కరించుకొను ఏర్పాటులు.

సాంకేతిక స్పెసిఫికేషన్లు పూర్తి చేయబడిన నిర్మాణము యొక్క, వస్తువుయొక్క నాణ్యమునకు సంబంధించినవి. నిర్మాణ సమయమున నిర్మాణములను తనిఖీచేయుట, నిర్మాణసామగ్రిని పరీక్షించుట, స్పెసిఫికేషన్లు సక్రమముగా పాటింపబడుచున్నవో, లేవో కనుగొనుట వంటి అంశములు కూడ అందుండును.

ఈ స్పెసిఫికేషన్లు కంట్రాక్టులో ఒక భాగము కాబట్టి, న్యాయశాస్త్రీయ పత్రములు కాబట్టి వాటిని రచించుట యందు చాల శ్రద్ధ అవసరము. వాటిలోని సందిగ్ధత, అస్పష్టత విశేష నష్టములకు దారితీయవచ్చును. అందు

వలన వాటిని చిన్న చిన్న వాక్యములలో, సరళ శైలిలో సంక్షిప్తముగా వ్రాయవలెను. ప్రధానాంశములను అప్రధానాంశములకంటె ఎక్కువగా నిర్దుష్టముగ, సందేహములకు అతీతముగ వ్రాయవలెను. వాటిలో తప్పులు, పొరపాటులు దొరలకుండ శ్రద్ధతీసికొనవలెను. విశేషించి అవి ఆచరణ సాధ్యముగను; కంట్రాక్టరుకు, సొంతదారునకు న్యాయము చేకూర్చునవిగను ఉండవలెను. ఎమ్.వె.రా.

టెన్నెసీలోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక: టెన్నెసీ నదీలోయను ప్రణాళికా బద్ధముగ అభివృద్ధి పరచు కార్యక్రమమును నిర్వహించుటకు 1933, మే నెలలో యునైటెడ్ స్టేట్స్ ప్రభుత్వము 'టెన్నెసీవాలీ అథారిటీ' అను చట్టబద్ధమైన స్వతంత్రసంస్థను నెలకొల్పెను. ఈ ప్రణాళికలోని ప్రాథమిక లక్ష్యములు: 1. టెన్నెసీనదీవ్యవస్థలో నీటి పారుదలను క్రమబద్ధముచేయుట; నౌకాయానమునకు అనువుగా ఆ నదిని లోతు చేయుట; టెన్నెసీ, దిగువ మిసిసిపీ లోయలలో వరదనీటిని నియంత్రించుట; 2. విద్యుత్తును ఉత్పాదించుట; వనసంవర్ధనమును ఏర్పాటు చేయుట; లోయలో వ్యవసాయ, పారిశ్రామిక వికాసమును ప్రోత్సహించుట; జాతీయ రక్షణను ఏర్పాటు చేయుట; రాసాయనికపు ఎరువులకు నూతన ద్రవ్యములను పెంపొందించుటకు, అత్యవసర పరిస్థితులలో మందుగుండు సామగ్రిని తయారు చేయుటకు ప్రాయోగిక రాసాయనిక కర్మాగారములను నడపుట.

టెన్నెసీనది తూర్పు టెన్నెసీ రాష్ట్రము నుండి బయలుదేరి ఉత్తర అలబామా, పడమటి టెన్నెసీ, ఆగ్నేయ కెంటకీ రాష్ట్రములగుండా ప్రవహించి ఓహియోనదిలో కలియును. ఈ నదియొక్క, దాని ఉపనదుల యొక్క మొత్తము పరీవాహప్రాంతము 1,05,956 చ. కి. మీ.

డాములు: టెన్నెసీనదీ మైదానమున నిర్మింపబడిన 43 డాములు బహుళార్థసాధక డాములు. అవి వరద నియంత్రణ, నౌకాయానము, విద్యుదుత్పత్తి అను మూడు ప్రయోజనములను చేకూర్చును. వీటిలో 9 డాములు టెన్నెసీ నది మీదను, మిగిలిన 34 దాని ఉపనదుల మీదను నిర్మింపబడినవి. ఈ 34 లో 15 డాములు 'అల్యూమినియము కంపెనీ ఆవ్ అమెరికా' అను సంస్థకు చెందినవి. ఈ సంస్థతో కుదుర్చుకొన్న ఒక ఒడంబడిక ప్రకారము టెన్నెసీ వాలీ అథారిటీకి అవసరముకొలది ఆ 15 డాముల నుండి నీరు విడుదల చేయించికొను హక్కు కలదు. ఈ డాములలో ప్రధానములైనవి కెంటకీ, పిక్‌విక్, విల్సన్, గుంటర్‌విల్లీ, హేల్స్‌బార్, చికమంగా, వాట్‌బార్, ఫోర్ట్‌లండన్, హివాస్సీ, నోరిస్, ఫొంటానా, డగ్లస్, చెరోకీ, సౌత్ హోల్‌స్టన్, వతంగా, బూనే, ఫోర్ట్ పాటిక్ హెన్రీ అనునవి. అన్నిటిలోను మిక్కిలి ఎత్తయినది ఫొంటానా డాము (ఉత్తర కెరోలినా, ర. 146 మీ.).

టెన్నెసీ డాములు అన్నిటిలోను కలిసి 220 లక్షల ఘ. మీ. (260 లక్షల ఎకరపుటడుగు) లకు పైగా నీరు నిల్వ ఉండును. ఇందులో 160 లక్షల ఘ. మీ. (140 లక్షల ఎకరపుటడుగుల) నీరు వినియుక్తమగును. మిగిలిన 137 లక్షల ఘ. మీ. (120 లక్షల ఎకరపుటడుగుల) నీరు ఏటేట జనవరి 1 వ తేదీ నాడు వరద నియంత్రణకు ఉపయోగించుటకు మాత్రమే ప్రత్యేకింపబడును. దాదాపు 14,700 కుటుంబములు డాముల ప్రాంతములనుండి వేరు చోటికి తరలింపబడినవి. ఈ తరలింపు కార్యక్రమములో చాల భాగము 100 పై చిలుకు అధికార, అనధికార సంస్థల సాయముతో నిర్వహింపబడెను.

వరదనియంత్రణ: ఈ డాములు నిర్మింపబడక పూర్వము వరదలవలన సాలీనా 10 కోట్ల డాలర్ల నష్టము సంభవించుచుండెడిది. వీటి నిర్మాణము తరువాత ఆ నష్టము 1.2 కోట్ల డాలర్లకు తగ్గినది. ఇప్పుడు సిఫార్సు చేయబడిన స్థానికరక్షణ చర్యలవలన నష్టమును పూర్తిగా నివారింపవచ్చును. ఇప్పుడున్న డాములు కెయిరో, ఇలినాయ్ ప్రాంతములవద్ద వరద నీటి మట్టమును 0.609 నుంచి 1.21 మీటరులవరకు తగ్గించగలవు. ఇందువలన మిసిసిపీలోయలో 242.81 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి వరద ప్రమాదము తప్పినది; 161.87 లక్షల హెక్టేరుల అదనపు భూమికి వరదల తరుచుదనము కూడ తగ్గినది.

నౌకాయానము: నౌకాయానమును మెరుగుపరచుట టెన్నెసీ లోయ అభివృద్ధి కార్యక్రమములో ఒక ప్రధానోద్దేశము. ఇప్పుడు ఈ నదిద్వారా సరకుల రవాణా చాల రెట్లు పెరిగినది. నదిలో పూర్వము నౌకాయానమునకు అనువగు లోతు రమారమి 0.609 మీ. ఇది 2.74 మీటరుల వరకు పెంచబడినది.

విద్యుచ్ఛక్తి: పై అభివృద్ధి కార్యక్రమములో విద్యుదుత్పత్తి మూడవ ప్రధాన లక్ష్యము. ఇందుకు చేపట్టబడిన ఏకీకృత విద్యుదుత్పాదక వ్యవస్థలో 49 జల విద్యుత్కేంద్రములు, 11 ఆవిరి ఉత్పత్తి కేంద్రములు కలవు. 'అల్యూమినియము కంపెనీ ఆవ్ అమెరికా', 'కంబర్‌లాండ్ నదీ డాముల సంస్థ' తమ తమ విద్యుత్తు కేంద్రములలో ఉత్పాదించు విద్యుత్తు కూడ టెన్నెసీ వాలీ అథారిటీ సంస్థకే చెందును. అన్నిటి మొత్తము ప్రతిష్ఠాపిత విద్యుదుత్పత్తి సామర్థ్యము రమారమి 16,000 మెగా

వాట్టులు. ఈ విద్యుద్వినియోగమువలన 1960 లో వచ్చిన ఆదాయములోని నికరపు పెరుగుదల 1962 లో 511 లక్షల డాలర్లు.

టెన్నసీ వాలీ అథారిటీ సంస్థ చేపట్టిన రాసాయనికపు ఎరువుల ఉత్పత్తి కార్యక్రమములో నూతన ఎరువులను రూపొందించుటకు, ఉత్పత్తి ప్రక్రియలను మెరుగుపరచుటకు పరిశోధనలు జరిపించుట; వ్యవసాయదారులకు ఎరువుల వాడకము గురించి సమాచారమును అందించుట అను విషయములు కూడ ఇమిడి ఉన్నవి. ఈ సంస్థ తయారు చేసిన ఎరువులు, ప్రక్రియలు అనేక రాష్ట్రములలో ప్రదర్శింపబడి ప్రచారము చేయబడును. మందుగుండు సామగ్రిని తయారుచేయుటకు అమోనియా, అమోనియమ్ నైట్రేట్, యుద్ధ ప్రయోజనముల కొరకు భాస్వరము మూల ద్రవ్యము కూడ ఇచట ఉత్పాదింపబడును. డాముల జలాశయములలో పడవ షికార్లు, వాటి గట్టులమీద పార్కులు మొదలగు విశ్రాంతి, వినోద సదుపాయములు కూడ ఏర్పాటు చేయబడినవి. కె. వి. కృ.

టెల్ ఫోర్డ్, థామస్ (1757 - 1834): ఆంగ్ల సివిల్ ఇంజనీరు, స్కాట్లాండ్‌లో జన్మించెను. 15 ఏండ్ల ప్రాయమున ఇతడు ఒక రాతిపనివానివద్ద తాబేదారుగా కుదురుకొని, తీరిక సమయములలో చదువు నేర్చుకొని, తన రచనలు స్థానిక పత్రికలలో ప్రచురించుచుండెను. 1780 లో టెల్ ఫోర్డ్ ఎడింబరో నగరమునకు పోయి, అచ్చట గృహ నిర్మాణములలో పనిచేసెను. 1793 లో ఇతడు ఎల్స్‌మెన్ కాలువ నిర్మాణమునకు ప్రధాన ఇంజనీరుగ నియమింపబడి, ఆ కాలువకు రెండు అక్విడెక్టులు కట్టి, అందు మూలమున ఇంజనీరుగా తన సామర్థ్యమును నిరూపించుకొని పేరు ప్రతిష్ఠలు ఆర్జించెను. కట్టడములో అడుగున పెద్దపెద్ద రాళ్ళను, మీది భాగమున దట్టముగ, ఇమిడికగా ఉండు చిన్నచిన్న రాళ్ళ పొరలను వేయు పద్ధతిని ఇతడు ప్రవేశపెట్టెను. స్కాట్లాండ్‌లోని హైలాండ్స్‌లో రహదారులను మెరుగుపరచుటకు బ్రిటిషు ప్రభుత్వము ఇతనిని కోరినది. కాలెడోనియన్ కాలువకు ఇంజనీరుగా టెల్ ఫోర్డ్ వేల్స్‌లోని అతి దుర్గమ ప్రాంతములలో 1,472 కి. మీ. పొడవున రోడ్లు వేయించెను; మెనై జలసంధి మీదుగా నిర్మించిన అద్భుతమైన ప్రేలాడు వంతెన, కాన్వే వంతెన ఈ రహదారిలోనివే. డోవర్ హార్బర్‌ను అభివృద్ధిపరచుటకు టెల్ ఫోర్డ్ ఒక పథకము రూపొందించెను. ఇతని బహుముఖ సేవకు కృతజ్ఞతా సూచకముగ ప్రభుత్వము ఇతని భౌతిక దేహమును వెస్ట్‌మినిస్టర్ ఆబీలో సమాధి చేయించెను. అ. వెం.

టెలిగ్రాఫు (తంతి ప్రసారము): దూర వార్తా ప్రసారములకు సంబంధించిన విజ్ఞానములో తంతి ప్రసార విధానము అతిపూరాతనమైనది. టెలిగ్రాఫు అను పదము గ్రీకుభాష నుండి వచ్చినది. 'టెలి' అనగా సుదూరము; 'గ్రాఫోస్' అనగా లేఖని. దూరముగా ఉన్న ప్రదేశములకు లిఖిత సందేశములను అందజేయు విధానమును 'టెలిగ్రాఫు' అందురు [చూ. పు. 65].

డెల్లా పోర్టా అను ఇటాలియన్ విజ్ఞాని 1558 లోనే 'సింపతిటిక్ టెలిగ్రాఫు' విధానమును ప్రచురించెను. ఇది తంతి విధానములో మొదటి మెట్టు. ఈ విధానమునందు అంచులందు అక్షరములు కల రెండు చక్రములు ఉండెను. చక్రముల కేంద్రముల వద్ద ఉక్కు సూదులు అమర్చబడెను. ప్రసార కేంద్రము వద్ద ఒక చక్రమును, గ్రాహక కేంద్రము వద్ద మరొక చక్రమును అమర్చబడెను. పై రెండు సూదులును ఒకే 'లోడ్‌స్టోన్' తో అయస్కాంతీకరింపబడినవి. అందువలన ఒక సూది కదలిక రెండవ సూది కదలికకు కారణము అగునని, తద్ద్వారా రెండు కేంద్రముల మధ్య వార్తా ప్రసారమునకు వీలుకలుగునని ఊహించబడెను. కాని, 1746 లో విలియమ్ వాట్సన్ అను విజ్ఞాని ఒక తీగె ఒక వాహకముగాను, భూమి రెండవ వాహకముగాను ఉపయోగించి (10,660')3,249 మీ. దూరము విద్యుత్తు ప్రసారము చేయువరకు తంతి వార్తా ప్రసారమునందు నిజమైన పురోభివృద్ధి జరుగలేదు.

విద్యుత్తు సహాయముతో పనిచేయు తంతి ప్రసార విధానమును గూర్చి మొట్టమొదటి ప్రయోగయోగ్యమైన సూచన 1753 లో స్కాట్లండ్‌లో జరిగినది. కాని, ఈ విధానము మిక్కిలి వ్యయప్రయాసలతో కూడినది. ఇందు రెండు కేంద్రముల మధ్య ప్రసారము కావలసిన ప్రతి అక్షరమునకు ఒక్కొక్క తీగె అవసరమయ్యెను. ప్రతి తీగెకు గ్రాహక కేంద్రము వద్ద ఒక్కొక్క విద్యుత్తు యంత్ర గ్రాహకము అవసరమయ్యెను. 1774 లో జెనీవాలో జార్జిలూయీ లీసేజ్ గ్రాహక కేంద్రము వద్ద తీగెల చివర బెండు బంతు (పిత్ బాల్) లను వ్రేలాడగట్టి, ఆ బెండు బంతులకు క్రింద అక్షరములు ఉన్న కాగితములను ఉంచి బంతుల కదలిక వలన అక్షరములను గుర్తించెను. 1787 లో ఫ్రెంచి దేశస్థుడగు లోమండ్ పలు తీగెలకు బదులు ఒకే తీగెను ఉపయోగించి పై విధానములను సవరించెను. ఇతడు రెండవ వాహకముగా భూమికి బదులు మరొక తీగెను ఉపయోగించి వలయమును పూర్తిచేసెను.

తరువాతి సంవత్సరములలో స్పార్క్ తంతి విధానము అభివృద్ధిచెందెను. 1794 లో రీజెన్, 1795 లో కావెలో,

1798 లో సాల్వా, 1816 లో రొనాల్డ్స్ అను విజ్ఞానులు పై లీసేజ్ విధానమును అభివృద్ధిపరచుచు తమ తమ స్పార్క్ తంతి విధానములను రూపొందించిరి. రొనాల్డ్స్ రూపొందించిన విధానమునందు 13 కి. మీ. పొడవుగల తీగెకు ఇరు కొనల అక్షరములు ముద్రించిన చక్రములను ఉంచి గడియారపు సాధన సహాయమున ఈ రెండు చక్రములున్ను ప్రతి క్షణమును ఒకే వేగముతో ఒకే లాగున తిరుగునట్లు చేసెను. ప్రసార కేంద్రమువద్ద తిరుగుచున్న అక్షర చక్రములో ఏ అక్షరము పంపవలసినపుడు ఆ అక్షరము ఒక నిర్ణీత స్థానమునకు వచ్చుటచే ఒక 'ఋజు విద్యుత్తు పల్స్' వాహక తంతికి ఇవ్వబడును. గ్రాహక కేంద్రము వద్ద కూడ అదే సమయములో అదే అక్షరము అదే స్థానములో ఉండును గాన ఆ 'పల్స్' ఆ అక్షరము ఉన్న స్థానమునందు గ్రహింపబడుట 'ఎలక్ట్రొ మీటరు' అను సాధనము వలన చూపబడును.

పై సాధనములకు కావలసిన విద్యుచ్ఛక్తి ఒరిపిడి విద్యుత్తు యంత్రముల నుండి గాని, లైడెన్ జాడీల నుండి గాని లభించెను. కాని, వీనినుండి ఎక్కువ వోల్టేజీ, అతి తక్కువ కరెంటు వచ్చుటచేత వలయముల ప్రతిబంధకత చాల ఎక్కువగా ఉండెడిది. అనువగు ఇన్సులేషన్ కూడ ఆ రోజులలో ఒక సమస్య అయినది.

వోల్టా ధారావాహినిగా విద్యుత్తును ఇచ్చు 'గాల్వనిక్ పైల్' అను విద్యుత్తు రాసాయనిక సాధనమును 1800 లో రూపొందించెను. వెంటనే విద్యుత్తు రాసాయనిక విసర్గీకరణము కనుగొనబడెను. ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించి 1805 లో సాల్వా, 1809 లో సోమరింగ్ క్రొత్త తంతి విధానములను అమలులోనికి తెచ్చిరి. సోమరింగ్ పద్ధతిలో గాల్వనిక్ పైల్ నుండి వచ్చిన విద్యుత్తు, నీటిని విసర్గీకరించెను. ఇందు 25 జర్మన్ అక్షరములకును, 10 అంకెలకును మొత్తము 35 తీగెలు వాడబడెను. గ్రాహక కేంద్రము వద్ద ఈ తీగెలు సూదులకు కలుపబడినవి. ఈ సూదులు ఆమ్లము కలిసిన, నీరు కల గాజు తొట్టిలోనికి అడుగు భాగము నుండి వచ్చునట్లు అమర్చబడినవి. ప్రసార కేంద్రమువద్ద ఒక 'కీ' ద్వారా వోల్టాయిక్ పైల్ వలయములోనికి జొప్పించబడుచూ ప్రసారము కావలసిన అక్షరమునకు సంబంధించిన తీగెలకు విద్యుత్తును ఒసగును. గ్రాహక కేంద్రము వద్ద ఆమ్లము కలిసిన నీటిలో ఈ తీగెల వద్ద హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ వచ్చును. ప్రసారము చేయబడిన అక్షరమునకు సంబంధించిన తీగెవద్ద హైడ్రోజన్ వచ్చుటచే అక్షరము గుర్తింపదగును. ఆక్సిజన్ కంటె అధికముగా వచ్చుటచే హైడ్రోజన్ గుర్తింపదగును. క్రమేణ వివిధము లగు రాసాయనిక ద్రవ్యములపై విద్యుత్తు విసర్గీకరణ సిద్ధాంతమును ఉపయోగించి తంతి విధానములు రూపొందించబడినవి.

విద్యుదయస్కాంతము 19 వ శతాబ్ద ప్రారంభమునందు కనుగొనబడిన నాటినుండి తంతి విధానమునందు క్రొత్త యుగము ఆరంభమయ్యెను. విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్న తీగె దగ్గరలో ఉంచబడిన అయస్కాంతపు ముక్క విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్న దిక్కును అనుసరించి కుడికిగాని, ఎడమకుగాని తిరుగుట అర్‌స్టెడ్ 1819 లో కనుగొనెను. లాప్‌లాస్ సూచనపై ఆంపియర్ అను ఫ్రెంచి శాస్త్రజ్ఞుడు 1820 లో తను ప్రచురించిన విఖ్యాత విజ్ఞాన పత్రము నందు అయస్కాంతముపై విద్యుత్తు ప్రభావ సూత్రమును తంతి విధానమునకు వర్తింపజేసి చూపెను. ఇందు కూడ ఒక్కొక్క అక్షరమునకు ఒక్కొక్కతీగె, ఒక్కొక్క అయస్కాంతపు సూది అవసరమయ్యెను. తరువాతి 20 సంవత్సరములలో అనేక తంతి విధానములు రూపొందింపబడినవి. స్కిల్లింగ్, గాస్, వెబర్, కుక్, వీట్‌స్టన్ ఈ విధానమును అభివృద్ధిపరచిరి. ష్వయిగర్ రూపొందించిన గాల్వనో మీటరును ఉపయోగించి 1825 లో స్కిల్లింగ్ అన్ని అక్షరములకునూ ఒకే అయస్కాంతమును ఉపయోగించు విధానమును రూపొందించెను. ఈ విధానములో అయస్కాంతపు సూదికి ఒక అట్టముక్క తగిలించబడినది. ప్రవహించు విద్యుత్తుయొక్క ధ్రువమును అనుసరించి అట్టముక్కయొక్క తెలుపు వైపుగాని, నలుపు వైపు గాని కనబడునట్లు అమర్చబడెను.

మొట్టమొదటగా స్కిల్లింగ్ సమాచార సిద్ధాంతము (ఇన్ఫర్మేషన్ తియరీ) నకు అనుగుణముగా తరుచుగా వాడబడు అక్షరములకు పొట్టిదగు కోడ్‌ను కూడ సూచించెను. 1834 లో గాస్, వెబర్ మరొక తంతి విధానమును, చక్కటి కోడ్‌ను రూపొందించిరి. 1837, జూలైలో కుక్, విన్‌స్టన్ 5 తీగెలనుండి వచ్చు విద్యుత్తువలన ప్రేరితమగు 5 అయస్కాంతములు గల పద్ధతిని రూపొందించిరి. త్వరలో పై 5 అయస్కాంతములు రెండుకూ, తదుపరి ఒకటికీ తగ్గింపబడుటయేకాక ఒక తీగెకు బదులు భూమిని ఉపయోగించి వలయము పూర్తిచేయు విధానము కూడ రూపొందింపబడెను. ప్రవహించు విద్యుత్తు ధ్రువము లను బట్టి గాల్వనో మీటరు ముల్లు కుడికి గాని, ఎడమకు గాని తిరుగుచుండెను. ఈ వైవిధ్యమును ఆధారముగ చేసి కొని ఒక కోడ్ కూడ రూపొందించబడెను.

హెన్రీ విద్యుదయస్కాంతములను ఉపయోగించి సంకేతములను పంపు విధానమును 1831 లోనే నిర్మించి

విజయవంతముగా ప్రదర్శించెను. ఈయన పరికరములలో ఒక గుర్రపు డెక్క ఆకారపు విద్యుదయస్కాంతము యొక్క ధ్రువముల మధ్యగా అయస్కాంతీకరింపబడిన ఒక బారు ఉక్కుముక్క యొక్క ఉత్తరధ్రువము వచ్చునట్లుగా 'పివిట్' చేయబడెను. విద్యుదయస్కాంతపు తీగె చుట్టయందు విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు పై బారు అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువము విద్యుదయస్కాంతపు ధ్రువములలో ఒకదానిచే ఆకర్షింపబడి రెండవదానిచే వికర్షించబడెను. అందుచే బారు అయస్కాంతపు రెండవ చివర కూడ కదలి అచ్చట అమర్చబడిన ఒక గంటను మ్రోగించును. ఈ శబ్దముల యొక్క కలయికల మార్పులను ఉపయోగించి హెన్రీ ఒక అక్షర సంకేత విధానమును కూడ సూచించెను.

'రికార్డింగు' తంతి విధానమును మొట్టమొదటగా ఉపయోగములోనికి తెచ్చిన ఘనత మోర్స్‌కు దక్కినది. తాను రూపొందించిన నమూనాను ఈయన 1835 లో న్యూయార్క్ యూనివర్శిటీలో ప్రదర్శించెను. ఈ నమూనాలోని గ్రాహకమునందు ఒక విద్యుదయస్కాంతపు ఆర్మేచరుపై అమర్చబడిన పెన్సిలు కదులుచున్న కాగితముపైకివచ్చి ఆనుకొని ఉండును. విద్యుదయస్కాంతపు తీగె చుట్టయందు విద్యుత్తు ప్రవహింపనంతవరకు పెన్సిలు కాగితముపై ఒక సరళ రేఖను గీయుచుండును. తీగెచుట్టయందు కొంతసేపు విద్యుత్తు ప్రసరించునపుడు ఆర్మేచరు, దానితోబాటు పెన్సిలు ప్రక్కకు తొలగి మరల యథాస్థానమునకు వచ్చును. ఇందువలన కాగితముపై 'V' గుర్తు వ్రాయబడును. ఈ విధానము కొరకై రూపొందింపబడిన కోడ్‌నందు ఒక 'V' ఒకటికి, రెండు 'V' లు రెండుకు వచ్చునట్లుగా సంఖ్యను అనుసరించి 'V' ల సంఖ్య పెరుగుచుండెను. సాధారణ వాడుకలోని మాటలకు అంకెలు, తన్మూలముగా 'V' లు నిర్దేశించబడెను. ప్రసార కేంద్రము వద్ద రంపపు పల్లును బోలి ఉండు ధాతు ముక్కలను ఉపయోగించి ఒక విద్యుత్తు ఘట వలయమును మూయుచూ, తెరచుచూ విద్యుత్తు పల్స్‌లను తీగెల ద్వారా పంపెను. కాగితపు నడకకు గడియార సాధనములను ఉపయోగించెను.

పై విధానము చాల మొరటుగా ఉండెను. అయినను, అది గేల్, వైల్ అను శాస్త్రజ్ఞులను ఆకర్షించెను. వారు దీని అభివృద్ధికై మోర్స్‌కు చాల సహాయపడిరి. అందుకొనిన సిగ్నల్స్‌ను తనకు తానుగా లైనులో మరొక భాగమునకు అందించ గల 'రిలే' సాధనమును 1836 లో మోర్స్ రూపొందించెను. తద్ద్వారా సుదూర వార్తా ప్రసారము సాధ్యమయ్యెను. 1837 లో ప్రొఫెసర్ వైల్ సహాయముతో ప్రసార కేంద్రమువద్ద చేతితో సిగ్నలులను రూపొందించగల 'కీ' సాధనమును మోర్స్ రూపొందించెను. గ్రాహక సాధనమును కూడ అతడు సవరించెను. పాత విధానములోని పెన్సిలుకు బదులు ఒక ఉక్కు కలమును ఉపయోగించెను. 'V' లకు బదులు 'చుక్క - గీత' సంకేతములతో అన్ని అక్షరములకు, సంఖ్యలకు, విరామ గుర్తులకు అనువగు ఒక కోడ్‌ను రూపొందించెను. 1837, అక్టోబరులో అతడు 'కేవియట్ (తన ఊహాలకు సమగ్రరూపమును ఇచ్చి మూడు నెలలలో పేటెంటుకు దరఖాస్తు చేసెదనని) అర్జీ' సమర్పించుకొనెను.

చుక్క - గీత రికార్డుచేయబడునప్పుడు ఉక్కుకలమును కదుపు 'లీవర్' వ్యత్యాస కాల విరామములు కల రెండు స్పష్టమైన శబ్దములను చేయుట 1844 లో వైల్ గమనించెను. ఈ శబ్ద భేదముల గమనికచే 'చుక్క - గీత' గమనిక వీలగుటచేత రికార్డింగు విధానమునకు స్వస్తి జరిగెను.

మోర్స్‌కు పేటెంటు వచ్చుటకు ముందుగనే 1846 లో బెయిన్ ఒక విద్యుత్తు రాసాయనిక తంతి ప్రసార విధానమును కనుగొనెను. ఈ విధానమునందు పొటాసియమ్ సైనైడ్ ద్రావకముతో తయారైన కాగితము ఉపయోగింపబడెను. ఇనుప తీగె ద్వారా ఈ కాగితము పైకి విద్యుత్తు ప్రవహించినపుడు విద్యుత్తు రాసాయనిక విసర్గీకరణము జరిగి కాగితముపై నీలిరంగు గుర్తు పడుచుండెను. కాని, ఈ విధానము పేటెంటునకు అంగీకరింపబడక పోవుటయేకాక చివరకు నిషేధింపబడెను. 1848 అక్టోబరులో మోర్స్‌కు పేటెంటు లభించినది.

టెలిగ్రాపు విధానములు, పరికరములు : నేడు ప్రపంచపు మారు మూలలకు తంతి విధానము విస్తరించి ఉన్నది. ఈ విధానములలో చాల భాగము ఇంకను మోర్స్ రూపొందించిన ఆది పద్ధతులపైననే ఆధారపడి ఉన్నది. అనేకములగు క్రొత్త విధానములు కూడ అమలులోనికి వచ్చినవి. అన్ని విధానములు కూడ ఏదో ఒక కోడ్‌ను ఉపయోగించుచున్నవి. దాదాపు అన్ని కోడులును 'మార్కింగ్, స్పేసింగ్' అను రెండు సంకేత స్థితులను కలిగి ఉన్నవి. ఇందుకు కావలసిన విద్యుత్తు వలయములు అవలంబింపబడుచున్న విధానముపై ఆధారపడి ఉండును. ఋజు (D. C.) విద్యుత్తు విధానములో ధన విద్యుత్తు గాని, ఋణ విద్యుత్తు గాని వలయములో ప్రవహించుట 'మార్కింగ్' ను, విద్యుత్తు ప్రవహింపకుండుట 'స్పేసింగ్' ను తెలియజేయును. ధన విద్యుత్తు ఒక సంకేత స్థితికి, ఋణ విద్యుత్తు రెండవ సంకేత స్థితికి వాడుట అమలో ఉన్న మరొక పద్ధతి. కంపన విద్యుత్తును

ఉపయోగించు తంతి విధానములో కంపన విద్యుత్తు ఉండుట, లేకపోవుట పై రెండు సంకేత స్థితులను తెలియజేయును.

పట్టిక

యూరప్ ఖండమునకోడ్		మోర్స్ కోడ్	
వర్ణమాల			
A	·—	A	·—
B	—···	B	—···
C	—·—·	C	·· ·
D	—··	D	—··
E	·	E	· (1 యూనిట్లు)
F	··—·	F	·—·
G	——·	G	——·
H	····	H	····
I	··	I	··
J	·———	J	—·—·
K	—·—	K	—·—
L	·—··	L	⸺ (5యూనిట్లు)
M	——	M	——
N	—·	N	—·
O	———	O	· ·
P	·——·	P	·····
Q	——·—	Q	··—·
R	·—·	R	· ··
S	···	S	···
T	—	T	— (8 యూనిట్లు)
U	··—	U	··—
V	···—	V	···—
W	·——	W	·——
X	—··—	X	·—··
Y	—·——	Y	·· ··
Z	——··	Z	··· ·
అంకెలు			
1	·————	1	·——·
2	··———	2	··—··
3	···——	3	···—·
4	····—	4	····—
5	·····	5	———
6	—····	6	······
7	——···	7	——··
8	———··	8	—····
9	————·	9	—··—
0	—————	0	⸺ (7 యూనిట్లు)
విరామ గుర్తులు			
(.)	·—·—·—	(.)	··——··
(,)	——··——	(,)	·—·—
(?)	··——··	(?)	—··—·
(:)	———···	(:)	—·— · ·
(;)	—·—·—·	(;)	··· ··
(-)	—····—	(-)	···· ·—··
(!)	——··—	(!)	———·
(')	·————·	(')	··—· ·—··
(/)	—··—·	(/)	··— —
( )	—·——·—	(	····· —·
		)	····· ·· ··
(")	·—··—·	(")	··—· —·
		(")	··—· —·—·

రెండు సంకేత స్థితులకు రెండు ప్రత్యేక పౌనఃపున్యములను వాడుట మరొక పద్ధతి.

మోర్స్ కోడునందు చుక్క (డాట్), గీత (డాష్) అను రెండు సంకేత మూలములు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. గీత యొక్క కాల వ్యవధి చుక్కయొక్క కాలవ్యవధికి మూడు రెట్లు. చుక్కయొక్క కాలవ్యవధి ప్రసారవేగమును బట్టి మారుచుండును. చుక్క, గీతల కలయికలచే అక్షరములు, అంకెలు, విరామగుర్తులు ఏర్పరుపబడినవి. అక్షరముగాని, అంకెగాని, విరామగుర్తుగాని ప్రసారము అగుటకు వలయు చుక్క, గీతల కలయికలో ప్రతి రెండు మూలముల మధ్య ఒక చుక్కకు సరిపడు కాలవ్యవధి ఉండును. రెండు అక్షరముల మధ్య గాని, అంకెల మధ్య గాని, విరామగుర్తుల మధ్య గాని ఒక గీతకు సరిపడు కాలవ్యవధి ఉండును. రెండు మాటల మధ్య కాలవ్యవధి 7 చుక్కల కాలవ్యవధికి సమానముగ ఉండును. ఆంగ్ల భాషలో తీగెలపై గాని, నిస్తంత్రీ విధానమందు గాని ప్రసారమునకు అనువుగ తయారుచేసిన అంతర్జాతీయ మోర్స్ కోడ్ మొదటి కాలములోని పట్టికలో చూపబడినది. తరచుగా వాడబడు విరామ గుర్తులకు కూడ ఈ పట్టికలో కోడ్ పొందుపరుపబడినది.

జలాంతర్గత కేబిలు తంతి విధానములో 'కేబిల్ కోడ్'ను ఉపయోగించుచున్నారు. ఈ కోడ్ కూడ మోర్స్ కోడ్ పైననే ఆధారపడినది. కాని, ఇందు చుక్క - గీతల కాల వ్యవధిని సమానముచేసి, వీని వైవిధ్యమును సిగ్నలింగు స్థితుల మార్పులవల్ల కలిగించుచున్నారు. సాధారణముగా చుక్కలకు ఋణ విద్యుత్తు; గీతలకు ధన విద్యుత్తు; విరామమునకు విద్యుత్తు లేకుండుట వాడుకలో ఉన్న పద్ధతి. చుక్క, గీత, విరామము మూడింటికి కూడ కాలవ్యవధి సమానమే. చుక్క, గీతల మధ్య కాలవ్యవధి ఉండదు. రెండు అక్షరముల మధ్య కాలవ్యవధి ఒక చుక్కయొక్క కాల వ్యవధికి సమానము. రెండు మాటల మధ్య కాల వ్యవధి మూడు చుక్కలయొక్క కాలవ్యవధికి సమానము. ఇందుమూలముగా ప్రసారవేగము అధికము అగును. చుక్క, గీతలకు నిర్దేశించిన కాలవ్యవధిలో నూటికి 85 నుండి 75 పాళ్ళవరకు మాత్రమే విద్యుత్తును తీగెలలోనికి పంపి మిగతా కాల వ్యవధియందు తీగెను 'ఎర్తు' చేయుట వాడుకలో ఉన్నది.

రేడియో టెలిగ్రాఫు విధానమందును, తీగెలపై ప్రసరించు బహువాహక శ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి విధానమందును 'మార్కింగ్', 'స్పేసింగ్' అను రెండు సంకేత స్థితులు మాత్రమే వీలగును. అందుచేత పైన ఉదాహరించిన చుక్క, గీత, విరామము అను మూడు సంకేత స్థితులు కల కోడ్ ఈ విధానములకు వీలుకాదు. అందుచేత కేబిలు

కోడ్‌ను సవరించి ద్వి విద్యుత్తు కేబిలుకోడ్‌ను సృష్టించిరి. ఇందుమూలమున కేబిలు కోడ్‌లోని లాభములను రేడియో టెలిగ్రాఫు విధానమునందు కూడ పొందుటయే కాక జలాంతర్గత కేబిలు వలయములను శ్రవణ పౌనఃపున్య వలయములకు కలుపుటకు కూడ వీలగుచున్నది. ఈ కోడ్ నందు చుక్క 100% మార్కింగ్ ఇంపల్స్‌తోను, గీత 100% స్పేసింగ్ ఇంపల్స్‌తోను, విరామము 50% మార్కింగ్, 50% స్పేసింగ్ ఇంపల్స్‌ల కలయికతోను రూపొందించబడును. కాల విభజన బహువాహక విధానముపై పనిచేయు ద్వివాహక రేడియో టెలిగ్రాఫు విధానమునందు ఇంకను ఇతరములగు మార్పులు చేయబడినవి.

అయిదు యూనిట్ల కోడ్‌నందు సమాన వ్యవధి కల 5 సంకేత మూలముల కలయికచే అక్షరము గాని, అంకె గాని, విరామగుర్తు గాని ఏర్పడును. ప్రతిమూలమున్నూ మార్కింగ్, స్పేసింగ్‌లలో ఏదో ఒక స్థితిని కలిగి ఉండును. అందుచేత, ఈ అయిదు మూలముల కలయికలచే కలుగు మొత్తము కలయికలు $2^5 = 32$. ఈ 32 లో రెండు కలయికలను షిఫ్ట్‌సిగ్నల్‌లుగా వాడి, మిగతా 30 కలయికలను 60 కలయికలుగా ఉపయోగించుచున్నారు.

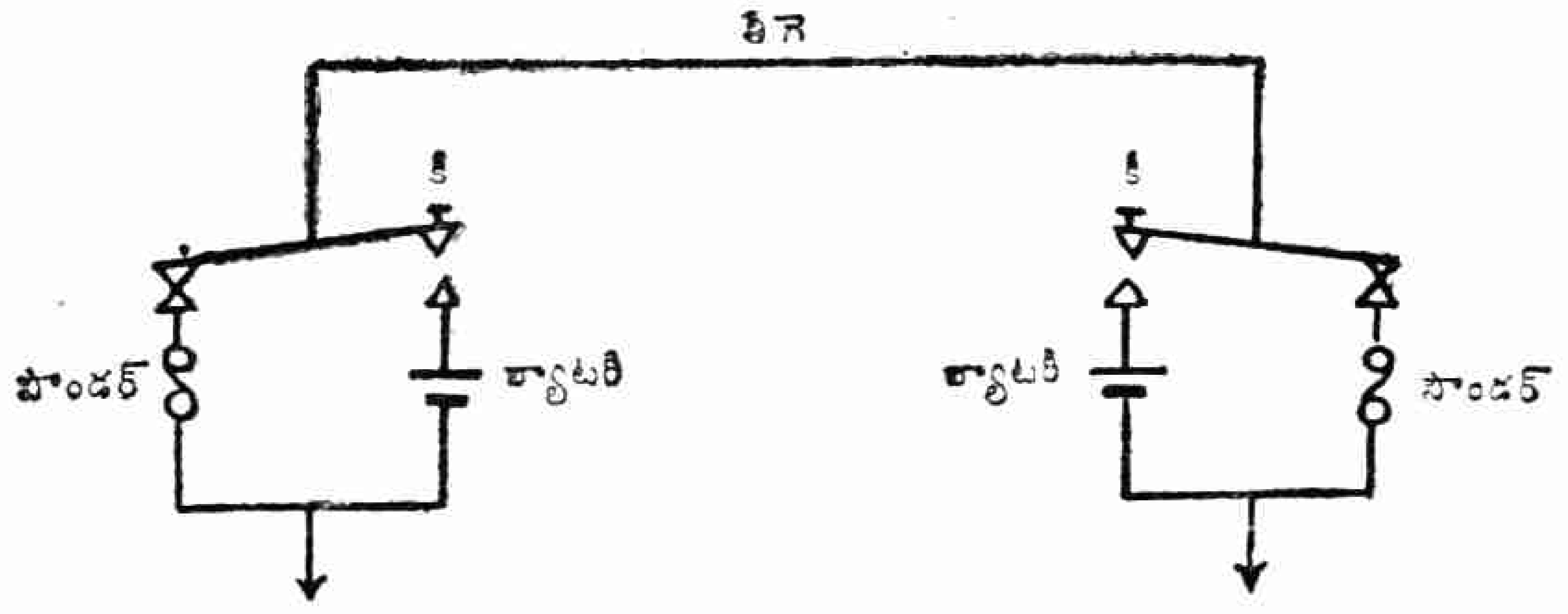
తంతి ప్రసార వేగము : తంతి విధానమునకు ఎన్నదగిన సేవచేసిన ప్రఖ్యాత ఫ్రెంచి శాస్త్రజ్ఞుడు బోడో పేర తంతి ప్రసార వేగమునకు 'బాడ్' యూనిట్‌గా నిర్ణయించబడినది. సిగ్నలింగు కోడ్‌నందలి అతి చిన్న మూలము యొక్క విలోమ కాలవ్యవధి (సెకనులు) బాడ్‌గా నిర్ణయింపబడినది. అనగా సెకనుకు ప్రసారము చేయబడు అతి చిన్న సంకేత మూలముల (చుక్కల) మొత్తమునకు ఇది సమానము.

పరికరములు : చేతితో పనిచేయు తంతి విధానమునందు వాడుకలో ఉన్న కొన్ని ఉపకరణములలో ఏకవిద్యుద్వాహక ప్రసారసాధనము ఒకటి. ఇందులో రెండు అడ్డు కట్టల మధ్య ఒక ఇరుసుపై చలించు తులాదండము ఒకటి కలదు. ఒక స్ప్రింగ్ ఒత్తిడి వలన ఈ తులాదండము సాధారణముగ వెనుక అడ్డుకట్టను ఆనుకొని ఉండును. మరొకరకము ద్వి విద్యుద్వాహక ప్రసార సాధనము. ఇందులో తులాదండము పొడవునా రెండుగా చీలి ఉండి, ఒకటిగా చలించుటకు అనువుగా ఉండి, ఒక ఇరుసుపైన అమర్చబడి ఉండును. 'కీ' మామూలు స్థితిలో ఉన్నప్పుడు లైనుకు ఘటమును ఒక విధముగాను, 'కీ' ప్రేరిత స్థితిలో ఉన్నప్పుడు లైనుకు ఘటమును వ్యతిరేక పద్ధతిలోను కలుపును. మూడవరకములో ధ్రువీకరింపబడని గ్రాహక యంత్రము లేదా సౌండరు ఉండును. ఇందు ఒక ఆర్మేచరును, దానికి బిగింపబడి ఒక ఇత్తడి తులాదండమును కలవు. ఈ తులాదండము సరిపుచ్చదగు రెండు అడ్డ కట్టల మధ్య చలించుచుండును. తీగె చుట్టయందు విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు గర్భము (కోరు) లు అయస్కాంతీకరింపబడి ఆర్మేచరును ఆకర్షించును. మామూలు స్థితిలో తులాదండము 'స్పేసింగ్' స్థితిలో నుండి ఆర్మేచరు ఆకర్షింపబడినపుడు 'మార్కింగ్' స్థితిలోనికి వచ్చును. ఇక నాలుగవరకము ధ్రువీకరింపబడిన సౌండరు. ఆకారమునందు ఇది ధ్రువీకరింపబడని సౌండరునే పోలి ఉండును. కాని, గుర్రపునాడా ఆకారపు శాశ్వత అయస్కాంతము ఒకటి దీని అడుగున బిగింపబడి ఉండును. ఈ అయస్కాంతపు ధ్రువములు రెండును విద్యుదయస్కాంత గర్భములకు సరిగా క్రింద వచ్చునట్లు అమర్చబడి ఉండును. ఇందలి విద్యుదయస్కాంతపు తీగె చుట్ట డిఫరెన్షియల్ పద్ధతిలో చుట్టబడి ఉండును.

పైన ఉదాహరించిన ప్రసారక, గ్రాహక పరికరములు కాక, 'రిలే' అనబడు మరియొక ముఖ్యసాధనము కలదు. ఇది అతి సున్నితమయినది. అందుచేత అత్యల్ప విద్యుత్తు ప్రసరణచేతనే ప్రేరితము అగును. తంతి ప్రసారమునందు దూరమునుండి తీగె ద్వారా వచ్చు విద్యుత్తు సాధారణముగ సౌండరును ప్రేరేపించలేనంత తక్కువగా ఉండును. కాని, ఈ తక్కువ విద్యుత్తుచే 'రిలే' ప్రేరేపింపబడి స్థానికమగు మరొక వలయమును పూర్తి చేయుట ద్వారా గ్రాహక యంత్రమునకు తగు విద్యుత్తును ప్రసరింపజేసి దానిని ప్రేరేపించును. రిలేలలో కూడ ధ్రువీకరింపబడినవి, ధ్రువీకరింపబడనివి అని రెండు రకములు కలవు. ధ్రువీకరింపబడని రిలేయందు అయస్కాంత క్షేత్రము పూర్తిగా సిగ్నలు విద్యుత్తుచేతనే ఉత్పత్తి చేయబడును. అందుచేత ధ్రువీకరింపబడని సౌండరులో వలెనే అయస్కాంత క్షేత్రమును ఉత్పత్తిచేయు విద్యుత్తు ప్రవాహ దిశపై రిలే ప్రవర్తన ఆధారపడదు. కాని, ధ్రువీకరింపబడిన రిలేయందు విద్యుత్తు ప్రవాహ దిశ ప్రాముఖ్యమును వహించును. శాశ్వత అయస్కాంతము యొక్కయు, తీగె నుండి వచ్చు విద్యుత్తు ప్రవాహము వలన కలిగిన విద్యుదయస్కాంతము యొక్కయు కలయిక వలన వచ్చు ఫలితముపై ఈ రిలే ఆర్మేచరు కదలిక ఆధారపడి ఉండును. అందుచేత ధ్రువీకరింపబడిన సౌండరులోవలె తీగె నుండి వచ్చు విద్యుత్తు యొక్క ధ్రువముపై ఆర్మేచరు కదలిక ఆధారపడి ఉండును.

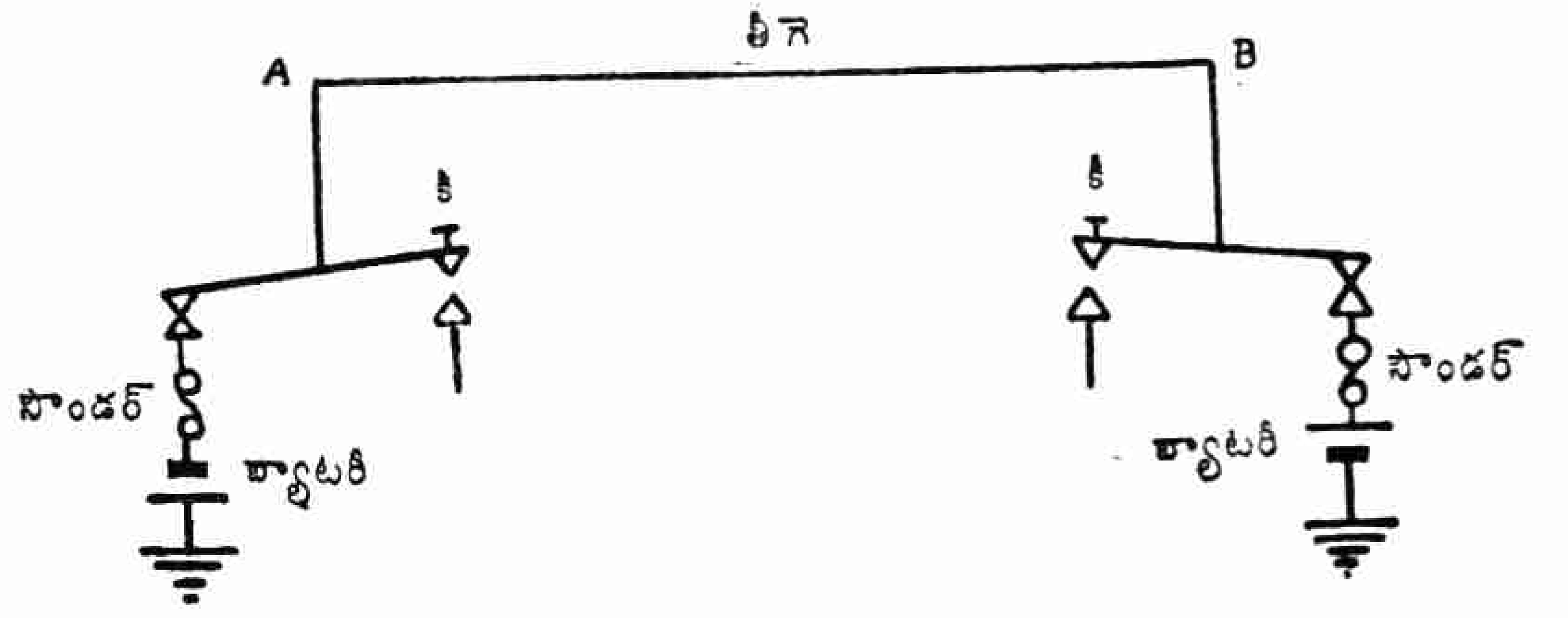
వలయములు : సంకేతముల ప్రసారము గ్రహణము నందు అవలంబించు విధానములను బట్టి తంతి వలయములు వర్గీకరింపబడినవి. రెండు కేంద్రముల మధ్య ఒకేమారు

ఒకే సందేశమును లైనుపై పంపుటకు అనువగు విధానమునకు 'సింప్లెక్స్ విధానము' అందురు. రెండు కేంద్రముల మధ్య ఒకేసారి లైనుపై ఇరువైపులనుండి ఒక్కొక్క



చిత్రము - 1
ఓపెన్ సర్క్యూట్ విధానము

సందేశము పంపుటకు అనువగు విధానమునకు 'డూప్లెక్స్ విధానము' అందురు. ఇరువైపులనుండి రెండేసి సందేశములను ఒకే మారు ఒకే లైనుపై పంపుటకు అనువగు విధానమును 'క్వాడ్రుప్లెక్స్ విధానము' అందురు.



చిత్రము - 2
క్లోజ్‌డ్ సర్క్యూట్ విధానము

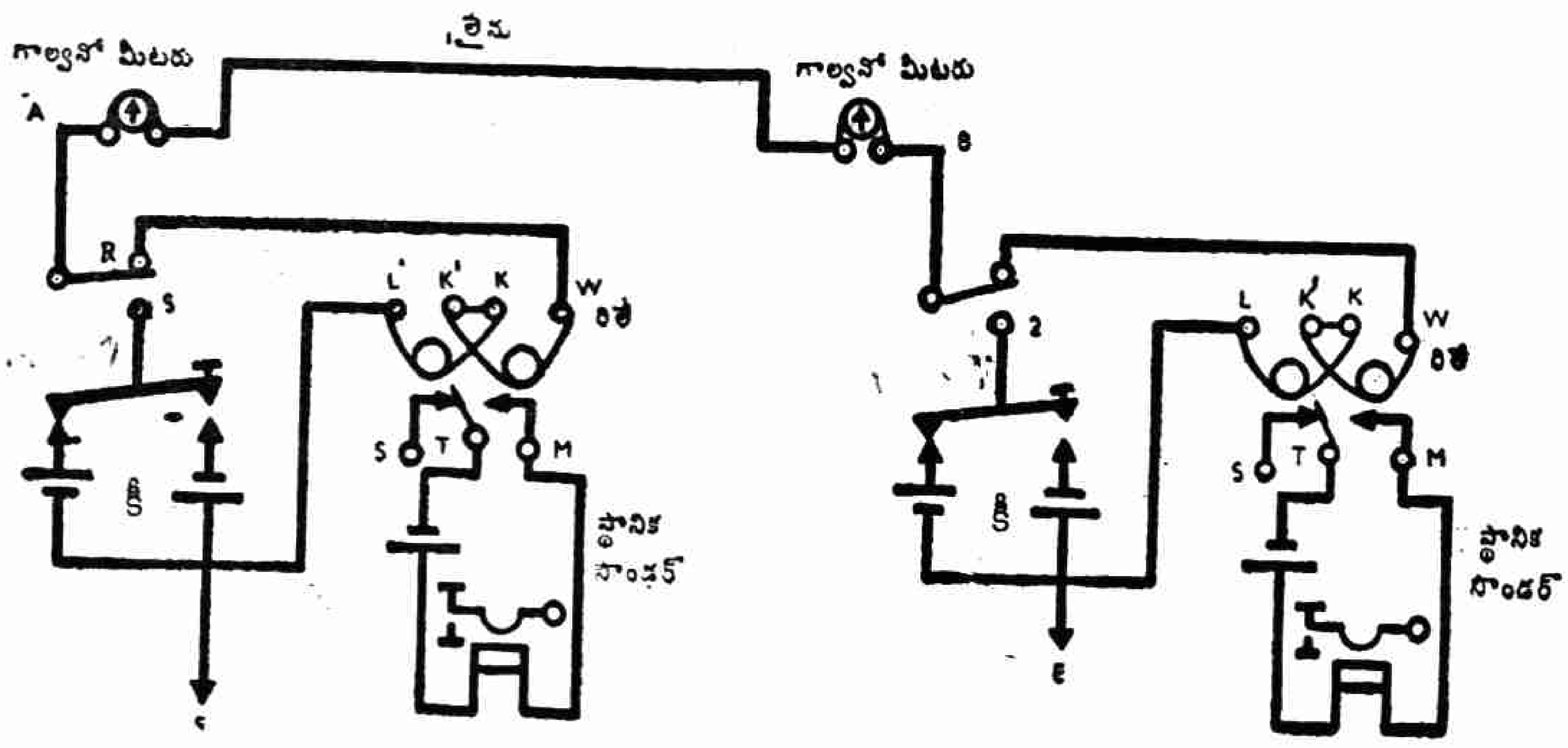
తంతి వలయములో చుక్క, గీత ప్రసారమునకు ఒకే ధ్రువపు విద్యుత్తును ఉపయోగించి మధ్య విరామములకు విద్యుత్తు ప్రవాహము లేకుండ చేయబడును. ఇది ఏక విద్యుత్తు విధానము అనబడుచున్నది. ద్వి విద్యుత్తు విధానము నందు చుక్క, గీత వ్యతిరేక ధ్రువ విద్యుత్తులచే ప్రసరింపబడును. ఏక విద్యుత్తు విధానమునందు విద్యుత్తు యొక్క ధ్రువమునకు ప్రాముఖ్యము లేదు.

ఏక విద్యుత్తు విధాన వలయములను 'ఓపెన్ సర్క్యూట్ విధానము' లో గాని, 'క్లోజ్‌డ్ సర్క్యూట్ విధానము' లో గాని ఉపయోగించవచ్చును.

అయితే, ఓపెన్ సర్క్యూట్ విధానములో 'కీ' నొక్కినపుడు మాత్రమే లైనులో విద్యుత్తు ప్రవహించును. క్లోజ్‌డ్ సర్క్యూట్ విధానము దీనికి విరుద్ధముగా ఉండును. ఓపెన్ సర్క్యూట్ విధానము [చూ. చిత్రము - 1] నందు కీ నొక్కినంతనే కీ యొక్క ముందు అడ్డకట్ట ద్వారా బ్యాటరీ లైనుకు కలుపబడును. లైనునందు ప్రవహించు విద్యుత్తు రెండవ కేంద్రము వద్ద కీ యొక్క అడ్డు కట్టకు కలుపబడి ఉన్న 'సౌండరు' ను పని చేయించును. క్లోజ్‌డ్ సర్క్యూట్ విధానము [చూ. చిత్రము - 2] నందు రెండు కేంద్రముల లోను 'కీ' ల యొక్క వెనుక అడ్డు కట్టల ద్వారా బ్యాటరీ సౌండరుకు వరుసలో కలుపబడును. ఏ దేని 'కీ' ని నొక్కినపుడు వలయము తెగి రెండు స్టేషనుల లోను కల సౌండర్ల స్థితి మారును.

ఓపెన్ సర్క్యూట్ విధానమునందు సిగ్నలు ప్రసారము కాబడిన వ్యవధిలో మాత్రమే విద్యుత్తు ప్రవహించుటవలన విద్యుత్తు ఆదా అగును. కాని, అనేక కేంద్రములు కల చాల పొడవగు లైనులందు ప్రతి కేంద్రమువద్దను బ్యాటరీ అవసరమగుట వలన ఓపెన్ సర్క్యూట్ విధానము కంటె క్లోజ్‌డ్‌సర్క్యూట్ విధానమే ఆదా అయినది. లైనుపై రెండు కేంద్రములు మాత్రము ఉన్నపుడు ఓపెన్ సర్క్యూట్ పద్ధతియు, లైనుపై ఎక్కువ కేంద్రములు ఉన్నపుడు క్లోజ్‌డ్ సర్క్యూట్ విధానమును ఉపయోగములో ఉన్నవి.

ద్వి విద్యుత్తు విధానము ఏక విద్యుత్తు విధానముకంటె ఉత్తమమయినది. చాల పొడవగు లైనులందు అధికమగు తాహతు ఉండుటచే ఏక విద్యుత్తు విధాన తంతి ప్రసారములో ఎక్కువ వేగము సాధ్యముకాదు. ద్వి విద్యుత్తు విధానము అట్టి లైనులను త్వరగా నిర్విద్యుదీకరించుట (డిస్చార్జి) యే కాక గ్రాహక యంత్రమునందలి శేష అయస్కాంతత్వమునుకూడ నిర్మూలించుటచే ఎక్కువ వేగము కల తంతి ప్రసారము వీలగుచున్నది. రెండు కేంద్రములను కలుపునట్టి ద్వి విద్యుత్తు సింప్లెక్స్ వలయము చిత్రము - 3 లో చూపబడినది.



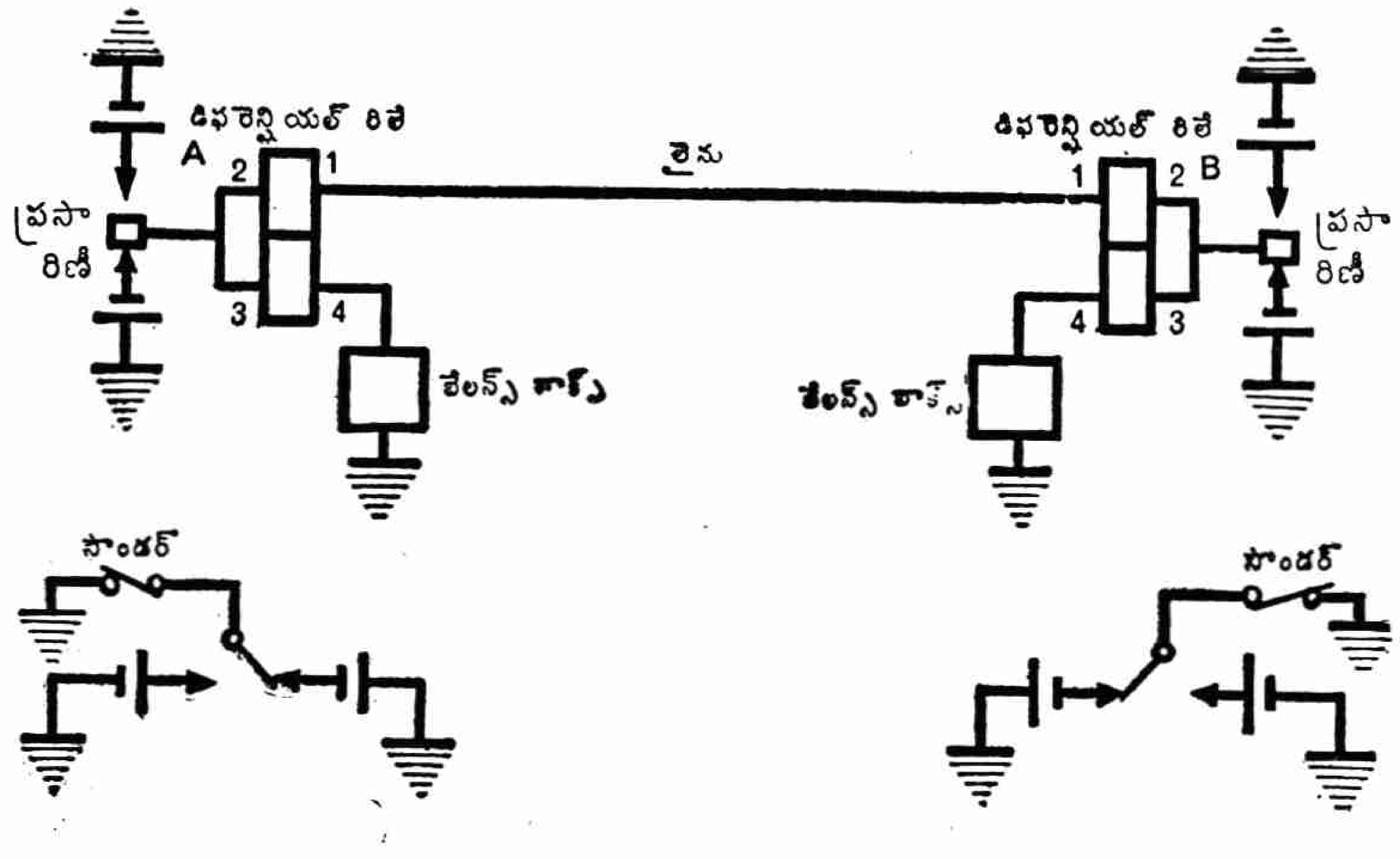
చిత్రము - 3
ద్వి విద్యుత్తు సింప్లెక్స్ వలయము

'కీ' లు గ్రాహక స్థితియందు ఉన్నపుడు లైను రిలేలకు కలుపబడి ఉండును. ఘటములు వలయములోనికి రావు. ఏదేని 'కీ' ని ప్రసార స్థితికి తెచ్చినపుడు లైను కీ యొక్క మధ్యభాగమునకు అంటుకొని ఉండుటచే ఘటమునకు కలుపబడును. 'కీ'—మార్కును ప్రసారము చేయునపుడు ఘటముయొక్క ధనధ్రువమునకు, స్పేస్‌ను ప్రసారము చేయునపుడు ఘటము (బ్యాటరీ) యొక్క ఋణ ధ్రువమునకు కలుపబడును. రెండవ కేంద్రమువద్ద సౌండరు మాత్రము లైనుకే కలుపబడి ఉండును.

డూప్లెక్స్ విధానము: డూప్లెక్స్ విధానపు పుట్టుక తంతి ప్రసారపు పురోభివృద్ధిలో ఒక ముఖ్య ఘట్టము. డూప్లెక్స్ విధానము లైను స్థాపన వ్యయమును చాల తగ్గించును. ఈ విధానము 1853 లో జింటల్‌చే నిర్మింపబడి అనేక ఘట్టములలో ఫ్రిశ్చన్, వార్లీ, హెవీసైడ్ మున్నగు వారిచే 1877 వరకు అభివృద్ధి చేయబడెను. ఈ విధానము లోని వలయమునందు 'బేలన్స్ బాక్సు' అని పిలువబడు ఒక కృత్రిమ లైను అవసరము. ఇది కేంద్రముల మధ్య గల లైను యొక్కయు, రెండవ కేంద్రము వద్ద గ్రాహకము యొక్కయు నిరోధము (రెసిస్టెన్స్), తాహతు (కెపాసిటెన్స్) లకు సరియగు విలువలను పొంది ఈ విధానమును సరిగా పని చేయించును.

ద్వి విద్యుత్తు డిఫరెన్షియల్ డూప్లెక్స్ విధానము: చిత్రము - 4 లో ఈ విధానమునకు అనువగు వలయము చూపబడినది. రెండు కేంద్రముల వద్ద 'రిలే' లు డిఫరెన్షియల్ గా చుట్టబడినవి. ఇందు తీగె చుట్ట ఇన్సులేటెడ్ తీగెతో రెండు సమభాగములుగ చుట్టబడును. రెండు భాగములందును తీగె ఒకే దిక్కుగ చుట్టబడును. ఈ రెండు భాగములు కలసిన కొనకు ఘటము కలిపి, వలయములు పూర్తి చేసి, రెండు భాగములందును ఒకే విలువగల విద్యుత్తు ప్రవహించునట్లు చేసిన విద్యుత్తు ప్రవాహ ఫలితముగా ఉద్భవించు అయస్కాంతత్వము రెండు చుట్టలందును వ్యతిరేకించుటచేత రిలే ప్రేరేపింపబడదు. కాని, ఈ రెండు చుట్టలలోను వరుసలో వచ్చునట్లు విద్యుత్తు ప్రవహించిన రిలే ప్రేరేపింపబడును. లైను మీదుగా దూర కేంద్రమునకు ప్రవహించు విద్యుత్తు ఇందులోని ఒక భాగము ద్వారా ప్రవహించును. కృత్రిమ లైనులో ప్రవహించు విద్యుత్తు రెండవ భాగములో ప్రవహించును. రెండవ భాగములోని ప్రవాహపు దిక్కు మొదటి భాగములోని ప్రవాహమునకు వ్యతిరేకముగా ఉండుటచే, ఈ విద్యుత్తు ప్రవాహములచే పుట్టు అయస్కాంతత్వములు ఒకదానిని ఒకటి వ్యతిరేకించుటవలన ప్రసార కేంద్రమునందలి రిలే ప్రేరేపింపబడదు.

రెండు కేంద్రములు స్పేసింగ్ స్థితిలో ఉన్నప్పుడు రెండు కేంద్రములలోని ఘటముల ఋణ ధ్రువములూ లైనుకు కలుపబడును. రెండు ఘటముల వోల్టేజి సమానమైనందున లైనునందును, లైనుకు కలుపబడిన రిలే భాగములందును విద్యుత్తు ఉండదు. కాని, రిలేలోని రెండవ భాగమగు బేలెన్సింగ్ తీగె చుట్టయందు ఋణ విద్యుత్తు ఉండును. అందుచేత రిలేలు ప్రేరేపింపబడి స్పేసింగ్ స్థితికి వచ్చును. రెండు కేంద్రములును మార్కింగ్ స్థితియందు ఉన్నపుడు రెండు కేంద్రముల లోని ఘటము (బ్యాటరీ) ల ధనధ్రువములు లైనుకు కలుపబడి లైనులందు విద్యుత్తు లేకుండ చేయును. కాని, రిలేలలోని బేలెన్సింగ్ తీగె చుట్టలయందు ధన విద్యుత్తు ఉండును. అందుచేత రిలేలు ప్రేరేపింపబడి మార్కింగ్ స్థితికి వచ్చును. 'A' కేంద్రము మార్కింగ్ స్థితిలోను, 'B' కేంద్రము స్పేసింగ్ స్థితిలోను ఉన్నప్పుడు లైనునందు రెండు కేంద్రముల విద్యుత్తు కలియుటవలన రిలేలో లైనుకు కలుపబడిన తీగెచుట్ట యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రము బేలెన్సింగ్ తీగె చుట్టయొక్క అయస్కాంత క్షేత్రము

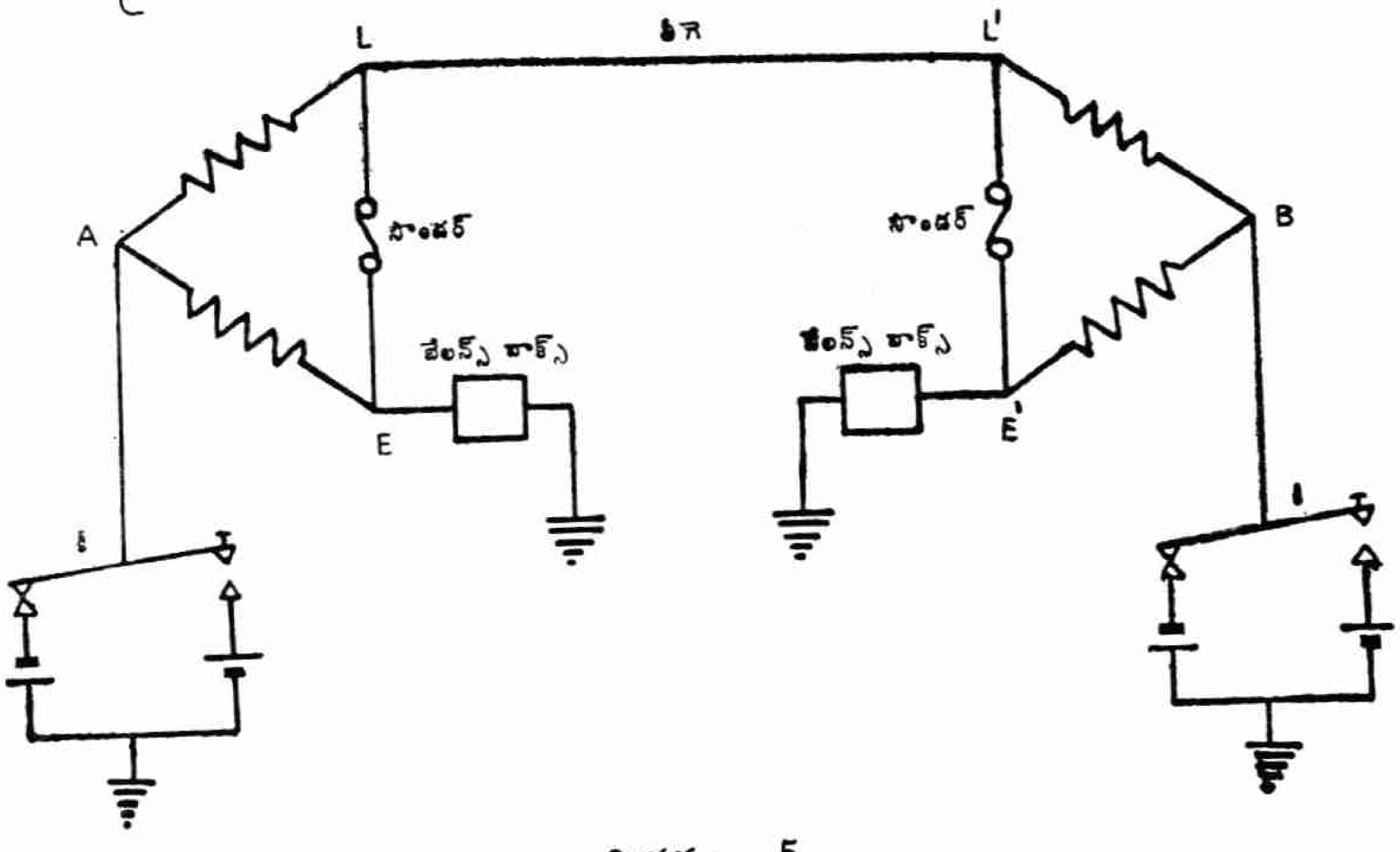


చిత్రము – 4

ద్వి విద్యుత్తు డిఫరెన్షియల్ డూప్లెక్స్ విధానము

కంటె అధికమగును. అందుచేత 'A' కేంద్రములోని రిలే స్పేసింగ్ స్థితికి, 'B' కేంద్రములోని రిలే మార్కింగు స్థితికి చలించును. అటులనే 'A' కేంద్రము స్పేసింగు, 'B' కేంద్రము మార్కింగ్ స్థితిలో ఉన్నపుడు 'A' రిలే మార్కింగ్, 'B' రిలే స్పేసింగ్ స్థితిలోనికి వచ్చును.

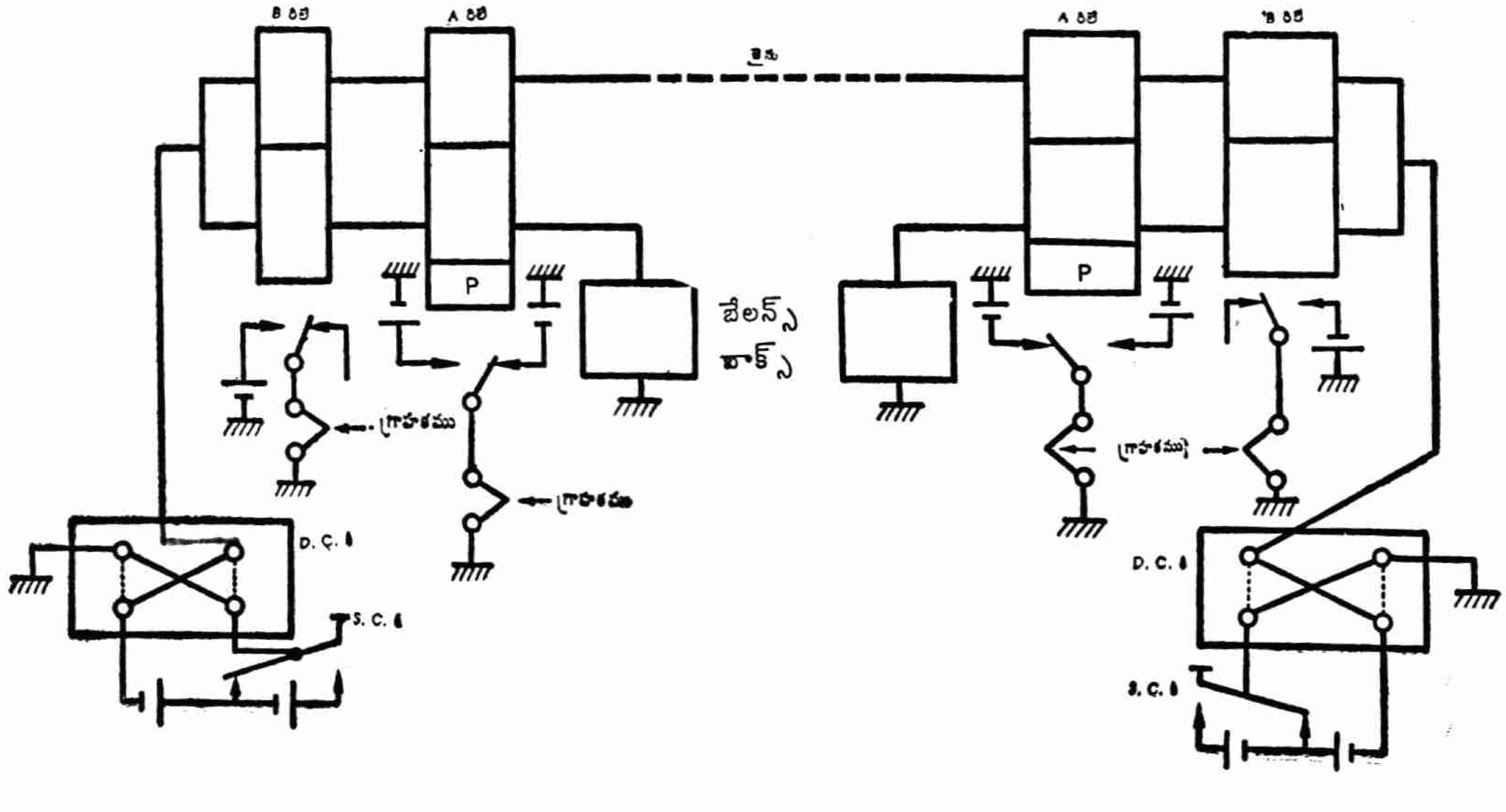
బ్రిడ్జి-డూప్లెక్స్ విధానము: చిత్రము - 5 లో ద్వివిద్యుత్తు బ్రిడ్జి డూప్లెక్స్ విధానమునకు అనువగు వలయము చూపబడినది. ఈ విధానము వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి సూత్రముపై ఆధారపడి ఉన్నది. 'కీ' ప స్థితిలో ఉన్నను బేలెన్సింగ్ బాక్స్ సరిగా కూర్చబడినచో A-కేంద్రమువద్ద విద్యుత్తు, లైను వలయము, బేలెన్సింగ్ వలయముల మధ్య సమముగ విభజింపబడును. అందుచేత L, E ల వద్ద వోల్టేజి సమమై సౌండరు ప్రేరేపింపబడదు. కాని, B-కేంద్రము నుండి తీగపై ఏదేని విద్యుత్తు A-కేంద్రమునకు వచ్చిన, A-కేంద్రమువద్ద బేలెన్సింగ్ చెడి సౌండరు ప్రేరేపింపబడును.



చిత్రము - 5

ద్వి విద్యుత్తు బ్రిడ్జి డూప్లెక్స్ విధానము

క్వాడ్రుప్లెక్స్ విధానము: చిత్రము - 6 లో క్వాడ్రుప్లెక్స్ విధానమునకు అనువగు వలయము చూపబడినది. ఇందు ఒకే తీగెకు ఇరు చివరల ఉన్న రెండు కేంద్రములలో ఒకదాని నుండి మరొక దానికి రెండేసి చొప్పున మొత్తము నాలుగు వార్తలను ఒకే మారు ప్రసారము చేయవచ్చును. విద్యుత్తు పరిమాణముతో నిమిత్తము లేకుండ విద్యుత్తు ధ్రువ విచక్షణను అనుసరించి మాత్రమే పనిచేయు ద్వి విద్యుత్తు డూప్లెక్స్ విధానమును, ధ్రువ విచక్షణతతో నిమిత్తము లేకుండ విద్యుత్తు పరిమాణమును అనుసరించి మాత్రమే పనిచేయు ఏక విద్యుత్తు



చిత్రము - 6

క్వాడ్రు ప్లెక్స్ విధానము

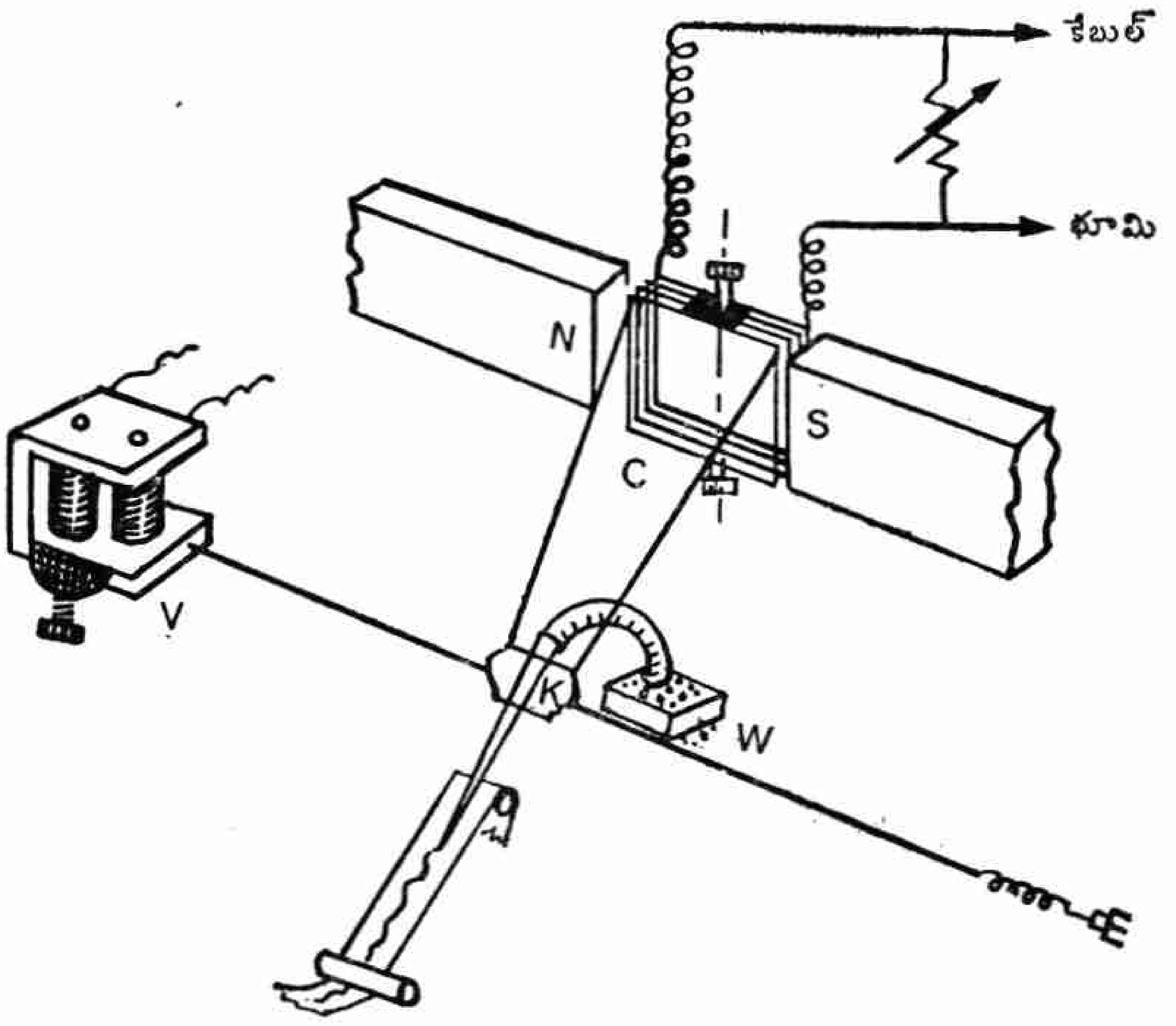
డూప్లెక్స్ విధానముతో కలిపి 1874 లో ఎడిసన్ ఈ క్వాడ్రుప్లెక్స్ విధానమును ప్రవేశపెట్టెను. ఈ విధానమునకు అనువగు వలయములను అనేక విధములుగ రూపొందించనగును.

బహుస్రోతస్సు (మల్టిప్లెక్స్) విధానము : స్రోతస్సును పౌనఃపున్యవిభాగములుగా విభజించుట అనునది బహుస్రోతస్య శ్రవణ పౌనఃపున్యవిధానమునందు వాడబడుచున్నది. కాల విభాగ జనిత బహుస్రోతస్సు విధానమునందు లైను కొంతకాలముపాటు ఒక స్రోతస్సునకు, తరువాత అంతే కాలముపాటు మరొక స్రోతస్సునకు - ఈ విధముగ అనేక స్రోతస్సులకు - కలుపబడును. లైను చివరలందు ఒకే సమయమునకు ఒకే స్థానమునకు వచ్చునట్లు తిరుగు విభజన చక్రములు ఉండును. ఈ చక్రములు గడియారసాధనములచే కాని, ఫోనిక్ చక్రములచే కాని త్రిప్పబడును. లైను స్రోతస్సునకు కలుపబడిన కాలములో ఒక అక్షరము గాని, అంకె గాని, విరామ గుర్తు గాని ప్రసారము కావింపబడును. బోడో 1874 లో 6 - స్రోతస్సులు కల విధానమును రూపొందించెను.

స్వతశ్చలిత (ఆటోమాటిక్) తంతి విధానము : మానవప్రేరిత తంతి విధానములందు పనిచేయువాని శక్తిని బట్టి తంతి ప్రసారవేగము, తంతిప్రసార నిర్దుష్టత పరిమితము అగును. స్వతశ్చలిత విధానములో ఎక్కువ వేగము సాధ్యము అగును. అందుచేత అధిక వ్యయముతో కూడిన పొడవగు జలాంతర్గత కేబిల్ విధానములందు స్వతశ్చలిత విధానము వాంఛనీయము. ఈ స్వతశ్చలిత విధానములో వార్తలు లిఖింపబడుట ప్రత్యేక సౌకర్యము.

వార్తలను లిఖించు తంతి విధానమునకు శ్రీకారము చుట్టినది మోర్స్ శాస్త్రజ్ఞుడు. ఈయన రూపొందించిన యంత్రమును 'మోర్స్ ఎంబోసర్' అందురు. ఇది అంత సుకరము కానందున 1854 లో 'మోర్స్ - ఇంకరు' రూపొందింపబడెను. మోర్స్ - ఇంకరునందు ఒక విద్యుత్తు అయస్కాంతము కలదు. దీని ఆర్మేచరునకు కలుపబడి ఒక చక్రము ఉండును. చక్రమునకు సిరా పూయు పద్ధతి అమర్చబడి ఉండును. ఈ చక్రము ఒకే వేగముతో కదులు ఒక కాగితపు టేపు పైకి వచ్చి ఉండును. లైనునుండి వచ్చు విద్యుత్తు విద్యుదయస్కాంతములోనికి ప్రవహించునపుడు ఆర్మేచరు కదిలి సిరాపూసిన చక్రము కాగితపు టేపుపై చుక్క, గీతలకు అనుగుణముగా పొట్టివి, పొడువైనవి అగు గీతలను గీయును.

సైఫన్ రికార్డరు : పొడవగు జలాంతర్గత కేబిలు వలయములందు నిరోధకశక్తి, తాహాతు (కెపాసిటెన్స్) చాల ఎక్కువగ ఉండును. ఇన్సులేషను సమస్యవలన అధికముగా వోల్టేజి పెంచ వీలుపడదు. అందుచేత గ్రాహక కేంద్రము వద్దకు వచ్చు సంకేతములు చాల బలహీనముగా ఉండును. అదియుగాక, ఈ సంకేతములు కొంత వికృతమై (డిస్టార్టెడ్) ఉండును. ఇట్టి సంకేతములను అందుకొనుటకు అతి సున్నితమైన పరికరములు అవసరము. 1858 లో విలియమ్ థామ్సన్ (లార్డ్ కెల్విన్) అను విజ్ఞాని దీనికి అనువగు సాధనమును రూపొందించెను. చిత్రము - 7 లో చూపబడిన ఈ సాధనమును సైఫన్ రికార్డరు అందురు.



చిత్రము - 7

సైఫన్ రికార్డరు

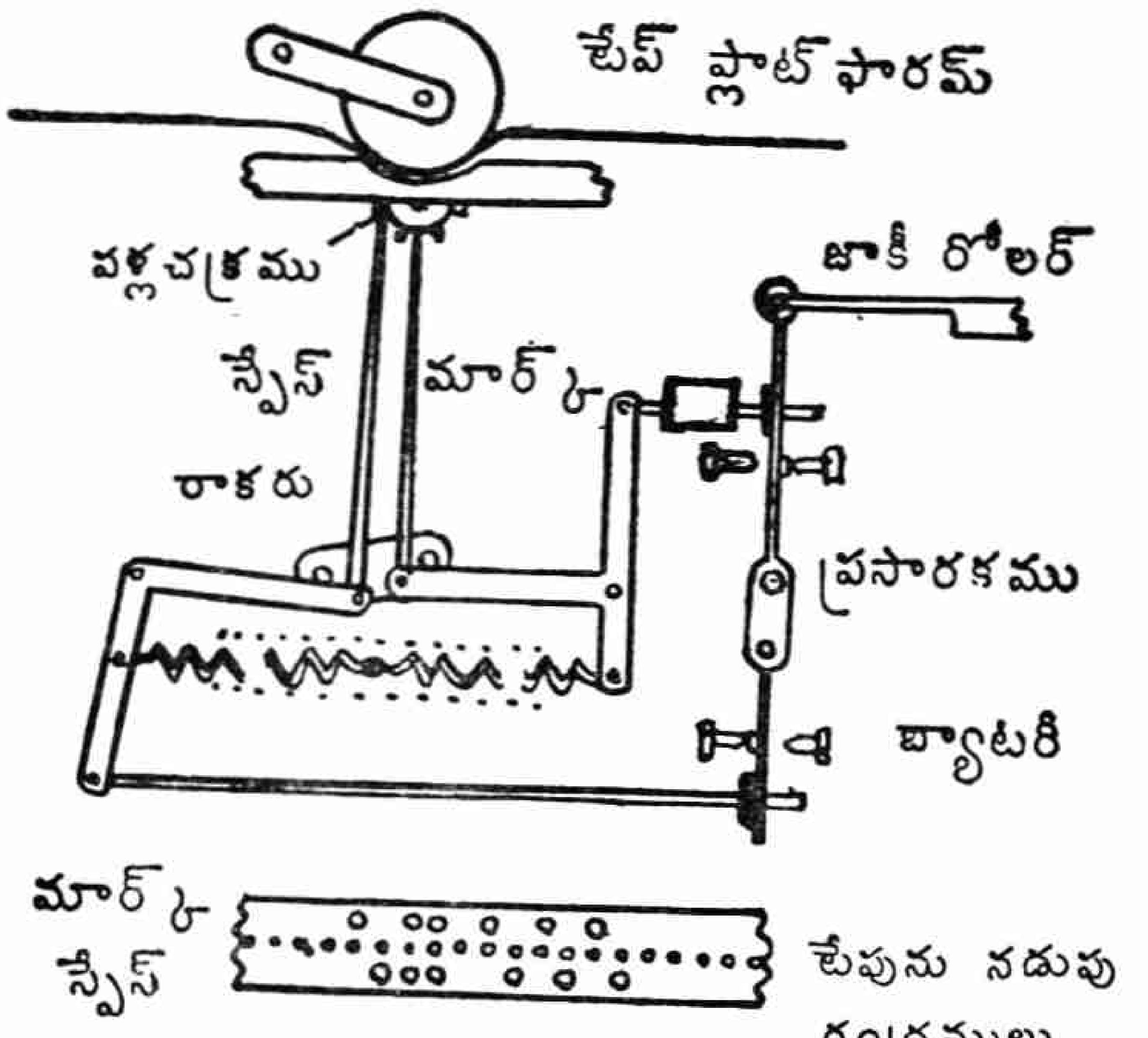
ఇది మూవింగ్ కాయిల్ గాల్వనీ మీటరు పద్ధతిపై పనిచేయును. అతి సన్నని తీగెతో మెత్తని ఇనుప గర్భము (కోరు) పై చుట్టబడిన తీగెచుట్ట (C) ఒకటి కలదు. క్షేత్రమంతయు ఒకే బలము గల ఒక గట్టి అయస్కాంత క్షేత్రమునందు ఈ తీగె చుట్ట వ్రేలాడగట్టబడి ఉండును. అయస్కాంత క్షేత్రము శాశ్వత అయస్కాంతమువలన కలుగును. గట్టిగా లాగి కట్టబడిన తీగెను (W) ఆధారముగా చేసి కొని తేలిక అగు అల్యూమినియము వాహకము (K) కలదు. పై తీగెచుట్ట ఈ అల్యూమినియము వాహకమునకు పట్టుదారములచే కట్టబడి ఉండును. ఈ వాహకమునకు ఒక సున్నితమగు గాజు సైఫన్ కట్టబడి ఉండును. సైఫన్ ఒక చివర సిరాబుడ్డిలోనికి పోయి ఉండును. సైఫన్ రెండవ చివర ఒకే వేగముతో నడచు కాగితముపై ఆని ఉండును. ఇట్లు ఆని ఉండుటచే ఏర్పడు ఒరిపిడిని నిర్మూలించి రికార్డరుయొక్క సున్నితత్వమును పెంచుటకై గట్టిగా లాగి కట్టబడిన తీగె (W) ఒక వైబ్రేటరు సహాయమున కొద్దిగా కంపించుచుండును.

కేబిల్ నుండి వచ్చు విద్యుత్తు తీగెచుట్టలోనికి పంపబడి అయస్కాంత క్షేత్రమును కలుగజేయును. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్కయు, శాశ్వత అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్కయు ఘర్షణచేత తీగెచుట్ట కదులును. ఈ కదలికలు వాహకమును, తద్ద్వారా సైఫన్‌ను కూడ కదలించును. అందుచేత, కాగితముపై ఊర్ధ్వముఖముగను, అధోముఖముగను గీతలు గీయబడి చుక్క, గీతలను తెలియజేయును.

తరంగ లేఖిని (అండ్యులేటర్): ఇది సైఫన్ రికార్డరు కంటె తక్కువ సున్నితము, ఎక్కువ దృఢము అయిన పరికరము. ప్రస్తుతము ఇది అన్ని హ్రస్వ జలాంతర్గత కేబిలు వలయములందును, స్తంభములపై నడచు తంతి ప్రసారములందును, నిస్తంత్రీ ప్రసారములందును సర్వ సాధారణముగా వాడబడుచున్నది. అందుకొనిన సంకేతములను ఇది కాగితముపై తరంగ రూపములుగా లిఖించును. తరంగలేఖిని యొక్క వేగము నిముషమునకు దాదాపు మూడువందల మాటల వరకు ఉండును.

స్వతశ్చలిత ప్రసారిణి (ఆటోమాటిక్ ట్రాన్స్‌మిటర్): చేతితో పనిచేయించు ప్రసారమునందు కంటె చాల ఎక్కువ వేగముతో తంతి సంకేతములను ప్రసారము చేయగల సాధనములు కనుగొనబడినవి. ప్రసారము చేయవలసిన సంకేతములకు అనుగుణముగ కాగితపు టేపునందు రంధ్రములు గల కాగితమును స్వతశ్చలిత ప్రసారిణులలో అతివేగముగా నడచునట్లు చేసి, ప్రసారవేగమును పెంచుచున్నారు. ఒక స్వతశ్చలిత ప్రసారిణికి కావలసిన టేపును తయారుచేయుటకు చాల మంది ఆపరేటర్లు కావలసివచ్చును. పూర్వము ఈ పేపరుటేపును చేతితో పనిచేయు యంత్రముల సహాయమున చేసెడివారు. ప్రస్తుతము టైపు మిషనులోని 'కీ - బోర్డు' వంటి కీ బోర్డులు కలిగి సులువుగా పనిచేయు సాధనములు కనుగొనబడినవి. ఈ సాధనముల వలన ప్రసారకాలమును, శ్రమయును తగ్గుటయేకాక, అధిక వేగము సాధ్యమయ్యెను.

వీట్‌స్టన్ ఒక స్వతశ్చలిత ప్రసారయంత్రమును 1867 నాటికే నిర్మించి ఉపయోగించెను. చిత్రము - 8 లో ఈ యంత్రము సహాయముచే అధిక వేగముతో మోర్స్‌కోడ్ నందు సంకేతములను పంపు విధానము చూపబడినది. కాగితపు టేపు ఒక పళ్లచక్రము సహాయమున ప్రసారిణి గుండ పంపవలయును. పళ్ల చక్రము విద్యుత్తుమోటారు సహాయమున తిరుగుచుండును. ఈ మోటారు ఒక రాకరును కూడ ఊగించుచుండును. రాకరు ఒకసారి ఊగునంతలో పేపరుటేపు ఒక బెజ్జమునుండి మరొక బెజ్జము వరకు కల దూరము ముందుకు నడుచును. బెల్ క్రాంకు లీవరులకు బిగింపబడిన రెండు ప్లంజర్ల ద్వారా



చిత్రము – 8

అధిక వేగముతో మోర్స్‌కోడ్‌నందు సంకేతములను పంపు విధానము

ప్రసార నాలిక పనిచేయును. పేపరు టేపుయొక్క బెజ్జముల గుండా పైకి, క్రిందికి తిరుగగల పెకర్లు అనుసాధనములు ఈ బెల్ క్రాంకు లీవరులకు అమర్చబడి ఉండును. ఒక పెకరు దానికి అనుబంధమగు లీవరు ప్రసార నాలికను మార్కింగ్ స్థితికి, రెండవ పెకరు దానికి అనుబంధమగు లీవరు ప్రసార నాలికను స్పేసింగ్ స్థితికి కొనిపోవును. స్ప్రింగుల సహాయమున బెల్ క్రాంకు లీవర్లు రాకరు పిన్నులకు అమర్చబడి ఉండును. కాగితపు టేపు లేకుండ ప్రసార యంత్రమును నడపిన ఎడల పెకర్ల సహాయమున ప్రసార నాలిక ఊగించబడి లైనుమీదికి ధన, ఋణ విద్యుత్తులను వరుసగా మార్చి పంపుచుండును.

ప్రసారిణిద్వారా పంపబడిన సంకేతములను గ్రాహకము వద్ద తరంగ లేఖిని ద్వారా గాని, వీట్‌స్టన్ గ్రాహక యంత్రము ద్వారా గాని అందుకొనవచ్చును. వీట్‌స్టన్ గ్రాహక యంత్రమునందు ధ్రువీకరింపబడిన విద్యుత్తు అయస్కాంతము ఒకటి ఉండును. దీని ఆర్మేచరుపై సిరాపూయబడిన చక్రము ఒకటి ఉండును. విద్యుత్తు అయస్కాంత కదలికలు నడచుచున్న కాగితముపై సిరా గీతలుగా రికార్డు చేయబడును.

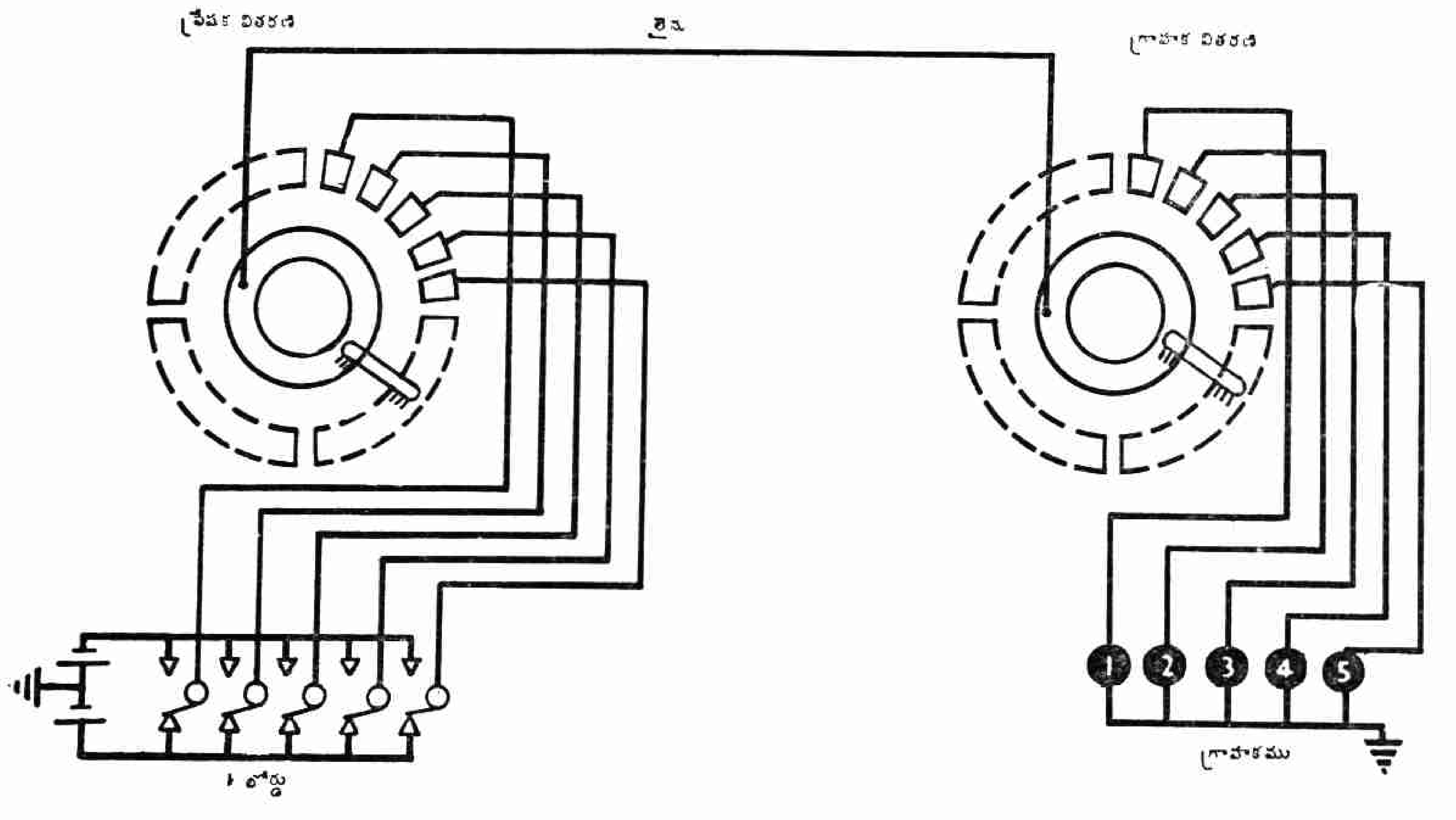
ముద్రణ తంతి విధానములు: నిర్మాణాత్మకమైన ఇట్టి విధానము మొదటగా 1846 లో 'రాయల్ ఇ. హౌస్' అను విజ్ఞానిచే నిర్మింపబడెను. విద్యుత్తు అయస్కాంతీ

కరణచే అంచెలంచెలుగా పనిచేయుచు ప్రసారకేంద్రము వద్దను, గ్రాహక కేంద్రమువద్దను ఒకే విధముగా తిరిగెడి చక్రములను ఉపయోగించి హౌస్ ఈ విధానమును తయారుచేసెను. ప్రసార కేంద్రమునందలి చక్రము యొక్క ప్రతి కదలిక లైనుకు ఒక ఇంపల్స్‌ను పంపును. ఈ ఇంపల్స్‌నందుకొని గ్రాహక కేంద్రమునందలి చక్రము కూడ ప్రసార కేంద్రమునందలి చక్రమువలె కదులుచుండును. ఒక అక్షరము, అంకె లేదా విరామగుర్తునకు సంబంధించిన పల్స్‌లు పూర్తికాగానే విరామము ఇవ్వబడును. ఈ విరామ సమయములో గ్రాహక కేంద్రమునందలి చక్రము ఆగి, సదరు అక్షరము, అంకె లేదా విరామగుర్తును ముద్రించును. హగ్స్ మొదలగు శాస్త్రజ్ఞులు ఈ పద్ధతిని సవరించిరి. హగ్స్ ప్రసార, గ్రాహక కేంద్రములందలి చక్రములు ఒకేసారి ఒకేస్థానమునకు వచ్చునట్లు తిరిగెడు పద్ధతిని అవలంబించి యంత్రమును ఆపకుండగనే అక్షరములను ముద్రించు విధానమును రూపొందించెను.

బోడో ముద్రణ తంతి విధానము 1870 - 1880 మధ్య వ్యాప్తిలోనికి వచ్చెను. కొంతకాలమువరకు ఇది అన్ని దేశములందును వాడుకలో ఉండెను. టెలిప్రింటరు [చూ.] విధానము, బహుస్రోతస్య శ్రవణపౌనఃపున్య తంతి విధానము అమలులోనికి వచ్చిన తరువాత బోడో విధానము సర్వత్ర విసర్జించబడెను.

బోడో ముద్రణ విధానము అయిదు యూనిట్ల కోడ్‌తో పనిచేయును. చిత్రము - 9 లో ఒకే దిక్కులో వార్తలను పంపు బోడో క్వాడ్రుప్లెక్సు విధానము చూపబడినది. ప్రసార కేంద్రము వద్దను, గ్రాహక కేంద్రము వద్దను విభజన చక్రము నాలుగు భాగములుగా విభజించబడినది. ఒక్కొక్క భాగము ఒక్కొక్క స్రోతస్సుగా ఉపయోగ పడును. ప్రతి భాగమును అయిదు విభాగములుగా విభజించబడినది. అయిదు విభాగములను కోడ్‌లోని అయిదు యూనిట్లను పంపుటకు ఉపయోగపడును. పరిభ్రమించెడి బ్రష్ సాధనముద్వారా ఈ ప్రతి విభాగము ఒకదాని తరువాత ఒకటి లైనుకు కలుపబడును. వీనికి అనుబంధమగు అయిదు స్పర్శపత్రము (కాంటాక్ట్ బ్లేడ్) ల స్థితినిబట్టి లైనుకు ఇవ్వబడిన ఘటము యొక్క ధ్రువత నిర్ణయింపబడును. అయిదు 'కీ' లు కల కీ బోర్డు సాధనము వలన కాని, స్వతశ్చలిత ప్రసారిణి యొక్క పెకర్లచేకాని ఈ స్పర్శపత్రముల స్థితిని నిర్ణయింపదగును. ప్రసార కేంద్రమువద్ద విభజన చక్రములో ఏదేని విభాగముపై 'బ్రష్' నడచునప్పుడు లైనులోనికి ప్రవహించిన విద్యుత్తు గ్రాహక కేంద్రమువద్ద తత్సంబంధమగు విభాగమునకు గ్రాహక విభజన చక్రము యొక్క బ్రష్ ద్వారా వచ్చును. తద్ద్వారా విద్యుత్తు గ్రాహక యంత్రము నందలి విద్యుత్తు అయస్కాంతపు తీగెచుట్టలోనికి ప్రవహించి దానిని పనిచేయించును. ఈ విధముగ అయిదు సంకేతములు అందగనే గ్రాహక యంత్రము అక్షరమును ముద్రించును. ఈ విధానము విజయవంతముగ పనిచేయుట ప్రసార కేంద్రము యొక్కయు, గ్రాహక కేంద్రము యొక్కయు విభజన చక్రములు తమ తమ విభాగముల మధ్య సింక్రోనైజేషనుపై ఆధారపడి ఉండును; ఇది బహు కష్టసాధ్యము.

కదలి - ఆగు తంతివిధానము (స్టార్ట్ - స్టాప్ టెలిగ్రాఫు): బోడో విధానమునందు అత్యవసరమగు సింక్రోనైజేషను (ప్రసార గ్రాహక కేంద్రముల విభజన చక్రములు రెండును, తమ విభాగములు ఒకే సమయమునకు ఒకే స్థానమునకు వచ్చునట్లు తిరుగుచుండుట)కు బదులుగా ఈ విధానమునందు ఒక సులభ పద్ధతి అమలు జరుపబడుచున్నది. ఇది కూడ 5 యూనిట్ల కోడ్‌నే ఉపయోగించును. కాని, ఈ విధానము నందు కోడ్‌లోని 5 యూనిట్లకు ముందు ఒక ఇంపల్స్, వెనుక ఒక ఇంపల్స్ ఇవ్వబడును. మొదటి ఇంపల్స్ యొక్క కాలపరిమితి కోడ్‌లోని ఒక యూనిట్ యొక్క

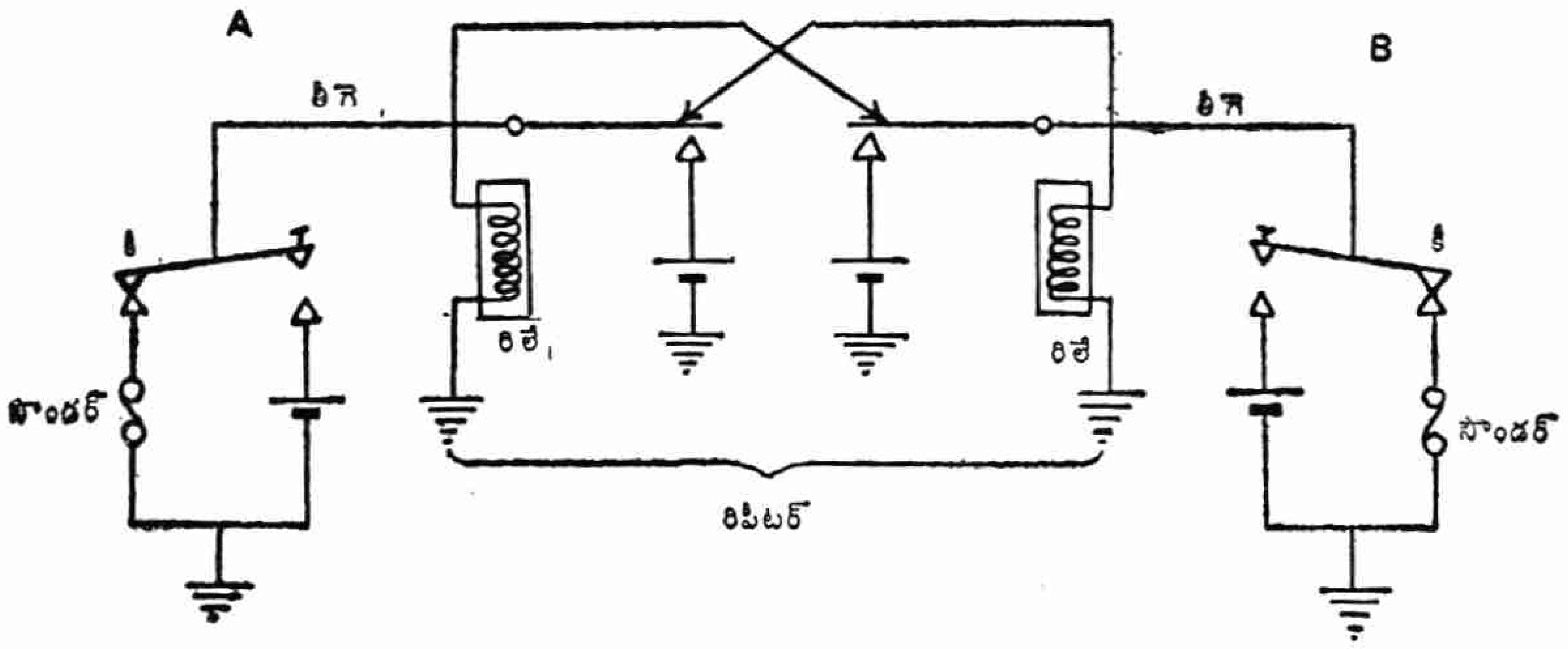


చిత్రము - 9

ఒకే దిక్కులో వార్తలను పంపు బోడో క్వాడ్రుప్లెక్సు విధానము

కాలపరిమితికి సమానము. చివరి ఇంపల్స్ యొక్క కాలపరిమితి కోడ్‌లోని ఒకటిన్నర యూనిట్ల యొక్క కాలపరిమితికి సమానము. అందుచేత ఈ పద్ధతిలో ఒక అక్షరమును పంపుటకు మొత్తము 7½ యూనిట్ల కాలపరిమితి అవసరము. కోడ్‌కు మొదట ఇచ్చు ఇంపల్స్ ప్రసార కేంద్రము వద్దను, గ్రాహక కేంద్రమువద్దను యంత్రములను పనిలోనికి తెచ్చును. కోడ్‌నకు చివర వచ్చు ఇంపల్స్ యంత్రములను రెంటిని ఆపుచేయును. అందుచేత అక్షరము గాని, సంఖ్య గాని, విరామగుర్తులు గాని ప్రసారము చేయబడునపుడు ఈ విధానములోని యంత్రము పనిలోనికివచ్చి ప్రసారము కాగానే ఆగిపోవును. ఇంకొక ప్రసారము చేయవలసినచో ఇవి పనిలోనికి వచ్చి ప్రసారము కాగానే ఆగిపోవును. ఇట్లు ఏ అక్షరమునకు ఆ అక్షరము విడిగా ప్రసారమై విడిగా గ్రహించబడుటచే ప్రసార, గ్రాహక కేంద్రముల మధ్య సింక్రోనైజేషను బెడద ఈ విధానములో లేదు.

ఇట్టి కదలి - ఆగు విధానములకు పునాది 1907 లోనే క్రమ్ అను విజ్ఞాని వలన జరిగెను. 1920 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 'టెలిటైప్' అను సాధనమును ప్రవేశపెట్టిరి. సంకేత చిహ్నములను నేరుగా పంపుటకు అనువుగా టైపు రైటరులోని కీ - బోర్డు వంటిది ఇందులో అమర్చబడెను. కదలి-ఆగు సంకేతములు కాక, అయిదు యూనిట్లు వెరశి 7½ యూనిట్లు కల కోడ్ ఉపయోగించబడెను. లైను నుండివచ్చు సంకేతములను కాగితము పై నేరుగా ముద్రించుటకు ఇందు ఏర్పాట్లు కలవు. 1922 లో క్రీడ్ అను ఆంగ్ల దేశ శాస్త్రజ్ఞుడు 'టెలిప్రింటరు' అను దూర ముద్రణయంత్రము రూపొందించెను. ఇదికూడ 7½ యూనిట్లు కల కోడ్‌పై పని చేయును. ప్రసార, గ్రాహక ముద్రణసాధనములు అన్నియు కలిపి ఇతడు ఒకే పరికరమునందు అమర్చెను. ఈ టెలిప్రింటరు అనతి కాలములో బహుళాదరణ నొంది అంతకు పూర్వము వాడుకలో ఉన్న యంత్రములు అన్నిటికి స్వస్తిచెప్పెను.



చిత్రము - 10

ఏక విద్యుత్తు విధానపు సింప్లెక్స్ పద్ధతిలో పనిచేయు ఓపెన్ సర్క్యూట్ వలయములందు ఉపయోగింపబడు పునః ప్రసారిణి.

మొదటి టెలిప్రింటరు నందు టేపుపైననే అక్షరములు ముద్రింపబడుటకు వీలుండెను. తరువాత టేపునకు బదులు పేజీ వాడుటకు అనువగు మార్పులు వచ్చెను. చిత్రము - 2 నందు (*a*) టేపు, (*b*) పేజీ వాడెడి టెలిప్రింటర్‌లు విడిగా చూపబడినవి.

ప్రసార కేంద్రము వద్ద కీ - బోర్డుపై ఏదేని అక్షరమును పనిచేయించిన ఆ అక్షరమునకు సంబంధించిన మార్కింగ్, స్పేసింగ్ ఇంపల్స్‌లు లైనులో ప్రవహించి గ్రాహక కేంద్రము వద్ద అందుకొనబడి ఆ అక్షరమును ముద్రించును.

పునఃప్రసార తంతి సాధనములు : తంతి ప్రసారమునకు వలయు లైనుకు గల నిరోధము (రెసిస్టెన్స్), ప్రరోచనము (ఇండక్టన్స్), తాహతు (కెపాసిటెన్స్), ఓడుదనము (లీకెన్స్) అను నాలుగు లక్షణముల వలన ప్రసారము చేయబడిన సంకేత విద్యుత్తు క్రమముగ క్షీణించుటయే కాక వికృతిని (డిస్టార్షన్) కూడ పొందును. లైను పొడవు ఎక్కువగు కొలది ఈ క్షీణించుట, వికృతి చెందుట కూడ ఎక్కువగుచుండును. అందుచేత గ్రాహక కేంద్రమువద్ద ఈ సంకేతము సంగ్రహింపబడక పోవుటకు కాని, తప్పుగా సంగ్రహింపబడుటకు కాని ఎక్కువ అవకాశము కలుగును. అట్టి పొడవగు లైనులలో మధ్య మధ్య పునఃప్రసారిణులను ఉపయోగించుటద్వారా పై అనర్థములను తొలగించుచున్నారు. సంగ్రహింపబడలేనంతగా క్షీణత చెందుటగాని, వికృతి చెందుట గాని జరుగక పూర్వమే సంకేతము పునఃప్రసారిణిలోనికి చేరునట్లుగా లైనునందు వీటిని అమర్చవలెను. సింప్లెక్స్, డూప్లెక్స్, పునరుత్పత్తి చేయు రకము అను పలు విధములగు పునఃప్రసారిణులు ప్రస్తుతము వాడుకలో ఉన్నవి.

ఏక విద్యుత్తు విధానపు సింప్లెక్స్ పద్ధతిలో పనిచేయు ఓపెన్ సర్క్యూట్ వలయములందు ఉపయోగింపబడు పునఃప్రసారిణి చిత్రము - 10 లో చూపబడినది. A కేంద్రము వద్ద కీ నొక్కబడగానే 2 వ రిలే ప్రేరేపింపబడి ఘటమును కుడివైపు లైనుకు కలుపును. అదే విధముగా

B కేంద్రము వద్ద ఉన్న కీ నొక్కబడినప్పుడు 1 వ రిలే ప్రేరేపింపబడి ఎడమ వైపు లైనుకు ఘటమును కలుపును.

సింప్లెక్స్, డూప్లెక్స్ పునః ప్రసారిణులు అందుకొనిన సంకేతములను వృద్ధిపరచి తిరిగి ప్రసారము చేయును. అందుకొనిన సంకేతములోని వికృతులు కూడ అటులనే వృద్ధిపరుపబడి, తిరిగి ప్రసారము జెందును. ఈ వికృతుల విషయములో పునరుత్పత్తిచేయు పునఃప్రసారిణి సింప్లెక్స్, డూప్లెక్స్ పునఃప్రసారిణులకు భిన్నముగా పనిచేయును. ఇది సంకేతములోని వికృతులను తొలగించి సరియగు సంకేతములను తరువాతి లైనుకు ఇచ్చును. ప్రసారమునందు సంకేతపు గుర్తులో మధ్య కొద్ది భాగము సాధారణముగ వికృతినొందదు. ఇచ్చట క్షీణత కూడ చాల తక్కువగా ఉండును. ఇట్టి భాగమును ఉపయోగించి రిలేను పని చేయించుట ద్వారా ఈ పునరుత్పత్తి చేయు (రీజెనరేటివ్) పునఃప్రసారిణి మార్పు నొందని సంకేతములను లైను పైకి ఇవ్వగలుగును.

టెలెక్స్ విధానము: ఇది టెలిఫోను విధానము వంటి దూరముద్రణయంత్ర విధానము. అనగా ఈ విధానమునందు చందాదారునివద్ద టెలిఫోనుకు బదులు టెలిప్రింటరు అమర్చబడును. అటులనే ఈ విధానమునందు వేరు వేరు చందాదారులను కలుపు ఆపరేటరులు కూడ టెలిఫోనుకు బదులు దూర ముద్రణ యంత్రమును ఉపయోగింతురు. టెలెక్స్ కేంద్రము టెలిఫోను కేంద్రమును బోలి ఉండును. కేంద్రమునకు వలయు ట్రంకు వలయములు, చందాదారుల లైనులు బహు స్రోతస్య శ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి వలయములనుండి గాని, విడిగా నిర్మించబడిన లైనుల నుండి గాని పొందబడును.

టెలెక్స్ నిర్మాణపు తొలిరోజులలో టెలిఫోను లైనులు, టెలిఫోను కేంద్రములు టెలెక్స్ విధానమునందు ఉపయోగించబడెను. ప్రతి చందాదారుని వద్ద ఒక 'కన్వర్టర్' ఉంచబడెను. ఇది ఋణ విద్యుత్తును సెకనుకు 1500 సైకిళ్లుగల శ్రవణ పౌనఃపున్యము (ఆడియోఫ్రీక్వెన్సీ) గా మార్చును. చందాదారులు, కేంద్రమువద్ద ఉన్న ఆపరేటర్లు టెలిప్రింటరు యంత్రములతోపాటు టెలిఫోను సాధనములను కూడ కలిగి ఉండిరి. ఒక స్విచ్చి ద్వారా టెలిప్రింటరు యంత్రవిధానమునుండి టెలిఫోను విధానమునకు మారుటకు వీలు కలిగించబడెను. శ్రవణ పౌనఃపున్య కన్వర్టర్ లైనుపై వచ్చు విద్యుత్తు పొంగులకుకూడ అనుగుణముగ పని చేయుచుండును. క్రమేణా టెలెక్స్ చందాదారుల సంఖ్య పెరుగజొచ్చెను. ఈ రెండు కారణములవలన ప్రస్తుతము టెలెక్స్ విధానమునకు ప్రత్యేకముగ లైనులు, బహు స్రోతస్య శ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి వలయములు అమర్చబడుచున్నవి.

బహుస్రోతస్య శ్రవణపౌనఃపున్య విధానములు (M-C-V-F-T-S): తంతి సంకేతములు వికృతి చెందకుండ గ్రహింపబడుటకు వలయు స్రోతస్సు యొక్క విస్తృతి ఈ సంకేతములు ప్రసారము చేయబడు వేగము (బాడ్‌లలో) నకు సమానము. అనగా టెలిగ్రాఫు, టెలిఫోను ప్రసారములకు ఉపకరించు సాధారణ లైనుపై 3000 బాడ్‌ల వేగముతో తంతి వార్తలను ఏ మాత్రము వికృతి చెందకుండ పంపదగును. కాని, టెలిప్రింటరు యంత్రములవంటి సామాన్యసాధనము యొక్క ప్రసార వేగము 50 బాడ్‌లు మాత్రమే. అందుచేత లైనుయొక్క పౌనఃపున్య విస్తృతిని విభజించి అనేకములగు స్రోతస్సులను పొందదగును. శ్రవణ పౌనః పున్య తంతి విధానమునందు మార్కింగునకు కంపన విద్యుత్తును ఉపయోగించుట, స్పేసింగునకు విరామమును ఉపయోగించుట వాడుకలో ఉన్నది. ఒక స్రోతస్సునుండి మరొకదానిని వేరు చేయుటకు లైనుకు రెండు చివరల బాండ్‌పాస్ ఫిల్టరులు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. ప్రతి స్రోతస్సును తనకు కేటాయించబడిన పౌనఃపున్య శ్రేణిలో పని చేయుచు, ఆ శ్రేణిలోని మధ్య పౌనఃపున్యమును తన స్రోతఃపౌనఃపున్యముగా కలిగి ఉండును.

ప్రస్తుతము 18 స్రోతస్సుల వరకు కల విధానములు వాడుకలో ఉన్నవి. సెకనుకు 300 నుండి 3400 సైకిళ్ల శ్రేణి కల నవీన వాహక కేబిలు వలయములను ఉపయోగించి 24 స్రోతస్సులు కల విధానములను రూపొందించుచున్నారు. వివిధ స్రోతః పౌనః పున్యములు ఎలక్ట్రానిక్ ట్యూబు ప్రకంపములనుండి కాని, బహు పౌనః పున్య విద్యుజ్జనకములనుండి కాని పొందబడుచున్నవి. ప్రసార కేంద్రమువద్ద ఋజు విద్యుత్తుచే ఈ పౌనః పున్యములు పరివర్తింపబడుచున్నవి. గ్రాహక కేంద్రమువద్ద గ్రాహక ఫిల్టర్‌నుండి వచ్చు విద్యుత్తు సంకేతములు వృద్ధి చేయబడి విపరివర్తింపబడును. విపరివర్తింపబడిన సంకేతములవలన గ్రాహక పరికరములు పని చేయును.

అంతర్జాతీయ తంతి సలహా సంఘమువారు 1956 వరకు శ్రవణ పౌనఃపున్య విధానములందు కంపన విస్తార పరివర్తన విధానములను మాత్రమే ఆమోదించిరి. కంపన విస్తార పరివర్తనము (ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్) కంటె పౌనఃపున్య పరివర్తనమునందు కల లాభముల దృష్ట్యా 1956 వ సంవత్సరములో అంతర్జాతీయ తంతి సలహా సంఘమువారు శ్రవణ పౌనః పున్య విధానములందు కంపన

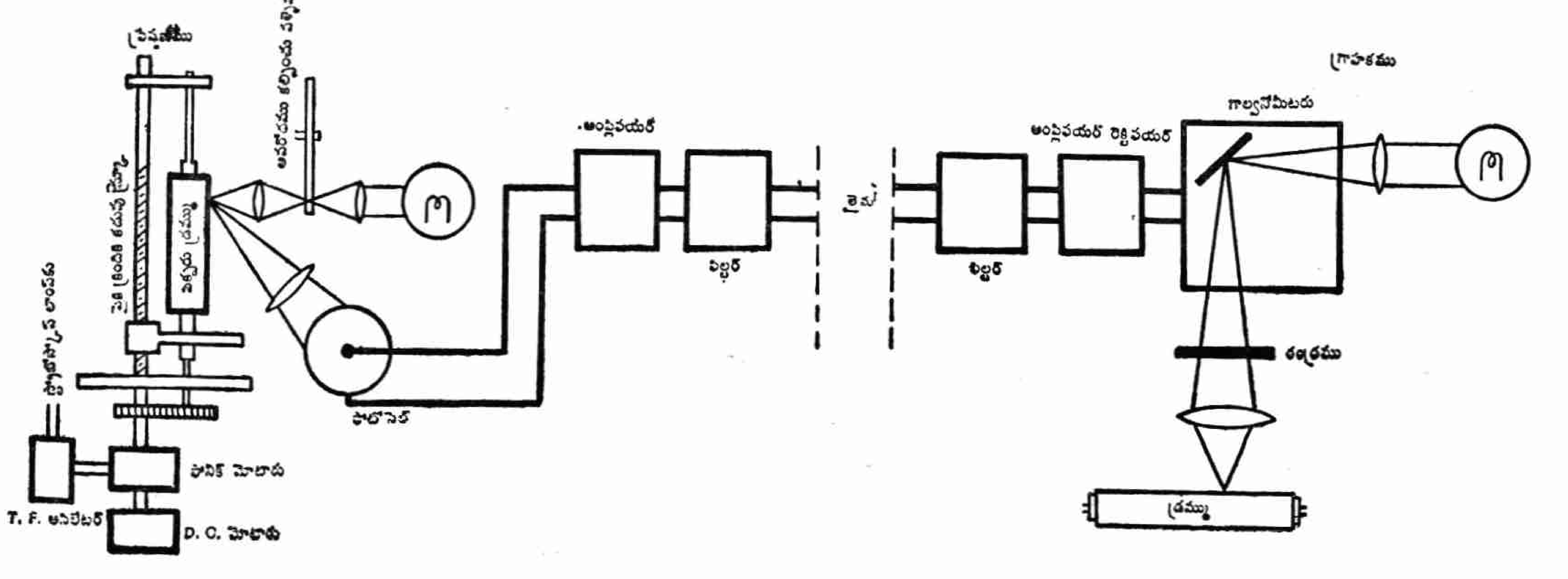
పౌనః పున్య పరివర్తన విధానమును బలపరచిరి. అప్పటి నుండి పౌనః పున్య పరివర్తన విధానముపై పని చేయు శ్రవణ పౌనః పున్య విధానములు అభివృద్ధిలోనికి వచ్చినవి.

ఫోటో విధానము (పిక్చర్ టెలిగ్రఫీ): తంతి విధానము ద్వారా ఒక వస్తువు యొక్క ప్రతిరూపమును ప్రసారము చేయుటను 'ఫేక్సిమిలీ' తంతివిధానము లేదా ఛాయా చిత్ర తంతి విధానము అందురు. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఫేక్సిమిలీ తంతి విధానము వ్రాత లేదా అచ్చు వార్తల చిత్రముల యొక్క ప్రసారమునకు పరిమితమై నిర్వచింపబడినది. ఫోటోప్రసారము, ఫోటో తంతి విధానము లేదా ఛాయాచిత్ర తంతి విధానము అని వ్యవహరింపబడుచున్నది. బ్రిటన్‌లో ఫేక్సిమిలీ తంతి విధానము అన్న పేరుపై అన్ని విధానములకు కూడ సాధారణముగా ఉపయోగింపబడుచున్నది.

ఛాయాచిత్ర తంతి విధానమునందు ప్రసారము కావలసిన చిత్రము ఒక చివరనుండి మరొక చివరకు వచ్చునట్లు పంక్తి తరువాత పంక్తిగా చిత్రము మొత్తము ఒక కాంతి పుంజముచే పరికింపబడును, ఈ పరికరణ ఫలితముగా వచ్చు సంకేతములు చిత్రభాగముల యొక్క తెలుపు-నలుపులను బట్టి పరావర్తితమగు కాంతి భేదములను అనుసరించి ఉండును. ఈ సంకేతములు ప్రసారము చేయబడును. ప్రసారము కావలసిన చిత్రమును ఒక డ్రమ్ముపై చుట్టుదురు. చిత్రము గుండ్రముగా తిరుగు నపుడు కాంతిని అంచునందు బెజ్జములు గల ఒక తిరిగెడి చక్రము ద్వారా ఒక నిర్ణీత పౌనఃపున్యముతో ఛేదించుదురు. ఈ కాంతి ఒక ఫోటోసెల్ పైకి వచ్చునట్లు అమర్చబడును. అట్లు చేసినపుడు ఫోటోసెల్ నుండి వచ్చు విద్యుత్తు అందుకొనిన కాంతిని బట్టి మారుచుండును. ఈ విద్యుత్తును తగు విధముగా పెంపొందించి లైనుకు పంపుదురు.

గ్రాహక కేంద్రమువద్ద ఈ సంకేతములు గ్రహింపబడి అద్దము అమర్చబడిన గాల్వనో మీటరుకు ఇవ్వబడును. ఈ గాల్వనో మీటరు యొక్క అద్దముపై ప్రతిఫలించిన ఒక కాంతిపుంజము గ్రాహకకేంద్రమువద్ద ఉన్న డ్రమ్ముపైకి వచ్చును. ఈ కాంతి పుంజము ఒక సన్నని ద్వారము గుండా పంపబడును. డ్రమ్ముపైకివచ్చు కాంతి గాల్వనోమీటరు యొక్క అద్దము యొక్క స్థితినిబట్టి మారుటకు వీలగునట్లు ఈ ద్వారము అమర్చబడును. గ్రాహక డ్రమ్ముపై కాంతి గ్రాహకమగు ఫిల్ముగాని, కాగితముగాని చుట్టుట ద్వారా చిత్రము గ్రహింపబడును.

ప్రసారక, గ్రాహక డ్రమ్ముల మధ్య పూర్తి సింక్రోనైజేషన్ చాల అవసరము. రెండు కేంద్రములవద్ద ఈ డ్రమ్ములను ఫోనిక్ మోటార్లతో త్రిప్పుచూ ఈ సింక్రోనైజేషన్ సాధింపబడును. ఫోనిక్ మోటార్లకు అవసరమగు విద్యుత్తు ట్యూనింగ్ ఫోర్కును ఉపయోగించు అతి స్థిరమగు పౌనఃపున్యమును ఇచ్చు వాల్వు ప్రకంపిని నుండి ఇవ్వబడును. ట్యూనింగ్ ఫోర్కునుండి



చిత్రము – 11

ఛాయచిత్ర తంతి విధానము

పంక్తి తరువాత పంక్తిగా చిత్రములోని ప్రతి బిందువును పంక్తి యొక్క ఒక చివరనుండి మరొక చివర వరకు ఒక కాంతిపుంజముచేత పరికింపబడి పరావర్తిత కాంతిపుంజమును ఒసగుచుండును. చిత్రమునుండి ప్రతిఫలించిన

వచ్చునట్టి సెకనుకు 1020 సైకిళ్లు కల విద్యుత్తు కూడ లైనుపై ప్రసారము చేయబడును. గ్రాహకకేంద్రము వద్ద ఈ విద్యుత్తుచే ఒక నియోన్ లాంపును వెలిగించి, ఈ వెలుతురును గ్రాహక మోటారుచే త్రిప్పబడు 'స్ట్రోబో

స్కోపు' పైకి ప్రసరింప జేయుదురు. ఈ స్ట్రోబోస్కోపు సహాయమున గ్రాహక కేంద్రమునందలి ప్రకంపని యొక్క పౌనఃపున్యము సరిచేయబడి, గ్రాహక కేంద్రమునందలి డ్రమ్ముకూడ ప్రసార కేంద్రము నందలి డ్రమ్ము వేగముతో సమముగ తిరుగునట్లు చేయును.

ఛాయాచిత్ర తంతి విధానము 389 పుటలోని చిత్రము - 11 లో సూచీపట రూపమున చూపబడినది.

జలాంతర్గత కేబిల్ (తంతి) విధానము: 1798 లో స్పెయిన్ దేశస్థుడగు సాల్వా నీటిలో కూడ తీగెల ద్వారా విద్యుత్తు సంకేతములను పంప వీలగునని సూచించెను. అప్పటి నుండియు జలాంతర్గత కేబిలు విధానమును గూర్చిన ఊహలు మొదలయ్యెను. 1809 లో సోమరింగ్ అను జర్మనీ శాస్త్రజ్ఞుడు 'కాట్ ఛోంక్' అను ద్రావకమును నీటిలోని తీగెకు పూసి ఆ తీగెగుండా విద్యుత్తును ప్రవహింపచేసెను. కాని, 1847 లో 'గట్టా పెర్చా' అన బడు రబ్బరువంటి పదార్థము కనుగొనబడిననాటినుండియే జలాంతర్గత కేబిలు విధానములందు నిజమగు పురోభివృద్ధి జరిగెను. జలాంతర్గత కేబిలు తంతి విధానములు సింప్లెక్స్, డూప్లెక్స్ పద్ధతులపై పని చేయుచున్నవి. డూప్లెక్స్ విధానమునందు బేలన్సింగ్ చేయబడలేనప్పుడు తప్ప సింప్లెక్స్ విధానము వాడబడుట లేదు. జలాంతర్గత తంతి విధానమునందు డూప్లెక్స్ బేలన్సింగ్ చాల కష్టతరమైనది. ప్రస్తుతము బహుస్రోతస్సు విధానములు కూడ జలాంతర్గత కేబిలు విధానములందు అమలులో ఉన్నవి.

వార్తాప్రసారము: జలాంతర్గత కేబిలు తంతి విధానము లందు చేతితో పని చేయు విధానములు, స్వతశ్చలిత విధానములు కూడ అమలులో ఉన్నవి. భూమిపై జరుపు తంతి విధానములందు ఉపయోగించెడి 'కీ' జలాంతర్గత విధానములందు పనికిరాదు. జలాంతర్గత తంతి విధానములందు ఉపయోగించెడి ప్రసారిణి 'డాట్ - కీ, డాష్ - కీ' అను రెండు 'కీ' లు కలిగి ఉండును. డాట్ - కీ పని చేయునపుడు ఘటము యొక్క ధనధ్రువము లైనుకు కలుపబడి ఋణధ్రువము ఎర్తు చేయబడుట ద్వారా చుక్క సంకేతము ఉత్పన్నము అగును. డాష్ - కీ పనిచేసినపుడు ఘటము యొక్క ఋణ ధ్రువము లైనుకు, ధన ధ్రువము ఎర్తుకు కలుపబడి గీత సంకేతము ఉత్పన్నము అగును. ప్రసారిణి పనిచేయనపుడు రెండు కీ లును, కేబిలును ఎర్తుచేయబడి ఉండును. రెండు కీ లును పనిచేయు కాలము సమానము. స్వతశ్చలిత సాధనములందు ప్రసారము - మోటారుచే నడుచు బెజ్జములు గల కాగితపు టేపుచే అదుపుచేయబడినట్టి ప్రసారిణులచే - జరుగును.

గ్రాహకములు: లోగడ వివరించినట్లు జలాంతర్గత కేబిలు విధానములందు గ్రాహకము అతి సున్నితమైనదిగ ఉండవలెను. అందుచేత గ్రాహక యంత్రములు సాధారణముగా సున్నితములగు గాల్వనో మీటరు పద్ధతిపై పని చేయునవిగా ఉండును. లోగడ వివరింపబడిన సైఫన్ రికార్డరు సాధారణముగ వాడుకలో ఉన్న గ్రాహక యంత్రము.

పునఃప్రసారిణులు: ప్రసార కేంద్రమునుండి గ్రాహక కేంద్రము యొక్క దూరము అధికమగు కొలది పునః ప్రసారిణుల ఆవశ్యకము అధికమగును. జలాంతర్గత కేబిలు తంతి విధానములందు సున్నితము అధికముగా కావలసి నందున పునఃప్రసారిణులు కూడ గాల్వనోమీటరు పద్ధతిపై పనిచేయునవిగానే ఉండవలెను. అతి తరుచుగా పునరుద్ధరింపచేయు పునఃప్రసారిణులు వాడుకలో ఉన్నవి.

రేడియో టెలిగ్రాఫు ప్రసారము: లైను నిర్మాణావశ్యకము లేనందున అతిదూరపు ప్రసారములందు రేడియో ప్రసారము ప్రసిద్ధి చెందుచున్నది. రేడియో విధానము నందు కోడ్ సంకేతములు రేడియో ప్రసారిణి ద్వారా ప్రసరింపబడి రేడియో గ్రాహకము ద్వారా గ్రహింపబడును. మల్టిప్లెక్స్ పద్ధతులు కూడ రేడియో విధానము నందు అమలులో ఉన్నవి.

తంతి ప్రసారములో కోడ్ యొక్క చుక్క, గీతలకు అనుగుణముగ రేడియో విధానమునందు ప్రసారిణి నుండి సంకేతములు వచ్చునట్లు చేయబడును. విరామము లకు అనుగుణముగ ప్రసారిణి నుండి సంకేతములు వచ్చునట్లు చేయబడును. విరామములకు అనుగుణముగ ప్రసారిణి నుండి సంకేతములు లేకుండ చేయబడును. ప్రసారిణి నుండి సంకేతములు వచ్చునట్లు, లేకుండునట్లు చేయుటను 'కీయింగ్' అందురు. ఎక్కువ వోల్టేజి విద్యుత్తును కీ దగ్గర నివారించుటకై ఈ కీయింగు తక్కువ విద్యుచ్ఛక్తి కల స్టేజిలలో జరుపబడును. రేడియో ప్రసారమునందు మరొక పద్ధతిలో మార్కింగుకు ఒక పౌనఃపున్యమును, స్పేసింగ్‌కు మరొక పౌనఃపున్యమును వాడుదురు. దీనిని 'ఫ్రీక్వెన్సీ షిఫ్ట్ కీయింగ్' అందురు. స్వతశ్చలిత ముద్రణ, తంతి విధానమును అవలంబించు అన్ని రేడియో విధానములందును ఈ ఫ్రీక్వెన్సీ షిఫ్ట్ కీయింగ్ ఉపయోగింపబడుచున్నది. ఇది కంపన పౌనఃపున్య పరివర్తన (ఫ్రీక్వెన్సీ మాడ్యులేషన్) విధానము అగుటచేత ఇందు శ్రావ్య శబ్ద కర్కశ ధ్వనుల నిష్పత్తి సంకేతములు ఉండు, లేకుండు పద్ధతిలో కన్న చాల మిన్నగా ఉండును. అందుచేత, ఈ ఫ్రీక్వెన్సీ షిఫ్ట్ కీయింగ్‌ను ఉపయోగించి స్వతశ్చలిత

ముద్రణ విధానములందు వచ్చు తప్పులు సాధ్యమయినంత వరకు తగ్గింపబడుచున్నవి.

ఈ దూరవార్తా ప్రసారమునకు ఉపయోగించు పౌనఃపున్యములు సెకనుకు మూడువేల నుండి ముప్పైవేల కిలోసైకిళ్ల వరకు పరిమితమై ఉండును. రెండు కేంద్రముల మధ్య వార్తా ప్రసారమునకు అనువగు పౌనఃపున్యము దినమందు కాలము, సంవత్సరమందు ఋతువు, రెండు కేంద్రముల మధ్య దూరము అను అనేక అంశములపై ఆధారపడి ఉండును. మధ్యదూరము చాల ఎక్కువ అవని రెండు కేంద్రముల మధ్య రేడియో ప్రసారము జరుగునపుడు సెకనుకు ముప్పై లక్షల కిలోసైకిళ్ల నుండి మూడు కోట్ల కిలోసైకిళ్ల వరకు గల పౌనఃపున్యములు ఉపయోగింపబడుచున్నవి.

మ్లానము : మ్లానము (ఫేడింగు) వలన హ్రస్వతరంగ రేడియో ప్రసారములు తరుచుగా అలజడి నొందును. అయనావరణము (అయనోస్ఫియర్) లోని కకవికలు దానికి ముఖ్యకారణము. అయనావరణముద్వారా మనము రెండుగాని, అంతకన్న ఎక్కువగాని సిగ్నల్‌లను వేర్వేరు మార్గములలో పంపినపుడు అవి అన్నియు గ్రాహకమువద్ద ఒకే విధముగా ఒకేసారి గుమికూడ లేవు. అవి తమతమ మార్గములను అనుసరించి ఆ యా మార్గములలో గడిపిన కాలమును బట్టి ఒక్కొక్కసారి గ్రాహకము వద్ద వాటి శక్తులు పరస్పర దోహదకారులు కావచ్చును లేదా పరస్పర విచ్ఛేదకారులు కావచ్చును. అందుచేత వేర్వేరు మార్గములలో వచ్చు రెండు సంకేతముల మొత్తముకాని, భేదముకాని గ్రాహకముచే గ్రహింపబడును. సర్వసాధారణముగ గ్రాహకము వద్ద సంకేతబలము ఈ రెండు విలువల మధ్య మారుచుండును. దీనినే 'మ్లానము' అందురు.

సంఖ్యా సమాచార వార్తా విధానము : దూరప్రాంతములకు వార్తనంపు పద్ధతి పుట్టిననాటినుండియు ఈ వార్తలను అతివేగముగా పంపవలెనను అభిలాష ప్రబలి ఉన్నది. కంప్యూటర్లు, సమాచార సంక్షేపక యంత్రములు ప్రబలిన తరువాత అతివేగముగా వార్తలను పంపుట మరింత అవసరమయ్యెను. వార్తావాహక వలయముచే పరస్పరము కలుపబడిన కంప్యూటర్ల శాతము ప్రస్తుతము (1969) ఒకటి కంటె ఎక్కువలేదు. కాని, ఒక దశాబ్దములోగా ఈ శాతము చాల అభివృద్ధినొందు అవకాశము కలదు. కంప్యూటర్లు మానవునికన్న ఎక్కువ నైపుణ్యముతోను, తక్కువ తప్పులతోను సమాచారమును భద్రపరచి అత్యంత వేగముతో పనిచేయగల యంత్రసాధనములు [చూ. ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్‌లు - పు. 276]. అందుచేత కంప్యూటర్ల మధ్య సమాచార ప్రసారము చాలవేగముగను, తప్పులు లేకుండగను జరుగవలెను. సున్న - ఒకటి అను ఈ రెండు సంఖ్యలునూ కంప్యూటరులందు సంకేతములుగా వాడబడుచున్నందున సంఖ్యా సమాచార వార్తావిధానములందు కూడ ఈ రెండు సంఖ్యలే సంకేత గుర్తులుగా వాడబడుచున్నవి. సంఖ్యావిధానమును ఉపయోగించని విధానములందు కొంత అతిశబ్ద సమాచారము ఉండుటచేత వార్తావాహినులను పొదుపుగా వాడుట సాధ్యముకాదు. సంఖ్యావిధానమును ఉపయోగించు పద్ధతులందు అధిక సమాచారమును తగ్గించుటచే వార్తావాహినులను పొదుపుగా వాడదగును. కాని, అధిక సమాచారములేని విధానములందు గ్రాహక కేంద్రమువద్ద వచ్చు తప్పులను సరిచేయుట కష్టసాధ్యము. కనుక ఈ విధానమును అతిజాగ్రత్తగా రూపొందించవలెను.

సంఖ్యావాహక వార్తా విధానమును నైక్విస్ట్ అను విజ్ఞాని 1928 లో చాల విపులముగ పరిశీలించెను. కొన్ని ప్రాతిపదికలపై వాహిని స్రోతస్సులోని ప్రతి ఆవృత్తికి సెకనుకు రెండు బిట్ల వేగమున సంఖ్యా సమాచారమును ప్రసారము చేయ వీలగునని అతడు 1928 లోనే తన విజ్ఞాన పత్రమునందు నిరూపించెను. అతడు వికృతి చెందని సంకేత ప్రసారములను మాత్రమే తన పరిశీలనకు తీసికొనెను. తదుపరి 1948 లో షానన్ * అను విజ్ఞాని సంఖ్యావాహక వార్తావిధానమును మరొక కోణమునుండి పరిశీలించెను. 'వైట్ నాయిస్' చే వికారము చెందిన సంకేత ప్రసారమును పరిశీలించెను.

షానన్ యొక్క పరిశోధనలను సాధారణముగా 'సమాచార సిద్ధాంతము (ఇన్‌ఫర్మేషన్ థియరీ)' అని అందురు. కాని, నేడు సమాచార సిద్ధాంతపు ఎల్లలు అనేక రకముల పరిజ్ఞానములకు విస్తరించి ఉన్నవి. షానన్ సిద్ధాంతము వెలువడిన తరువాత తప్పులు లేకుండ చాల వేగముగా ప్రసారము చేయుటకు అనేక కోడింగ్

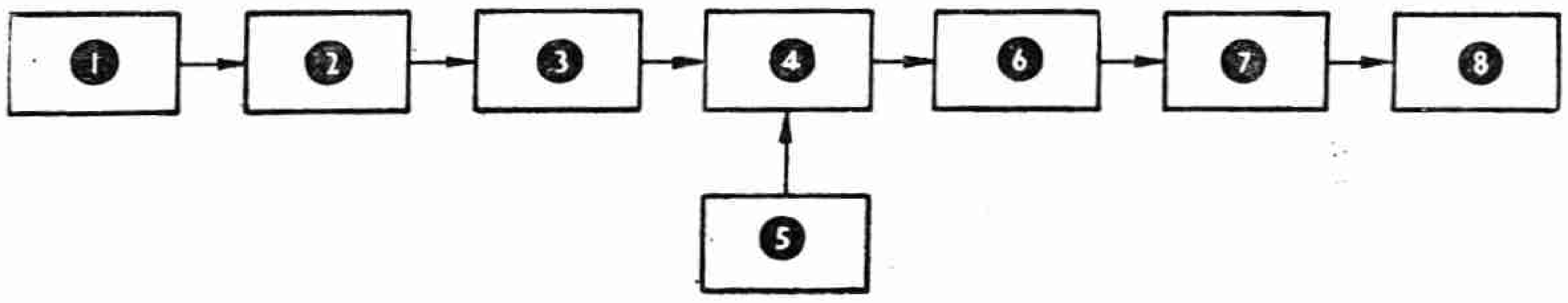
---

* ఇతడు అనువగు కోడింగు విధానములను ఉపయోగించి సమాచారమును సెకనుకు $W \log_2 (1+S/N)$ బిట్ల వేగముతో ప్రసారము చేయవచ్చునని, ఇట్లు ప్రసారము చేయునపుడు రాదగు తప్పులు లెక్కకు రానంత తక్కువగా ఉండునని నిరూపించెను. ఇందు W = వాహక స్రోతస్సు (సైకిళ్లు/సెకను). S/N = సంకేత/కర్కశ నిష్పత్తి. ఎట్టి కోడింగు విధానమును అవలంబించినను తగు మాత్రము తప్పులు రాకుండ ఇంతకంటె ఎక్కువ వేగముగా ప్రసారము చేయ వీలుపడదని కూడ షానన్ 1948 లో ప్రచురించిన తన విఖ్యాత పత్రమునందు పేర్కొనెను.

విధానములు కనుగొనబడినవి. 'వైట్ నాయిస్' తో కూడి ఉన్నపుడేగాక 'ఇంపల్స్ నాయిస్' తో కూడ తప్పులు లేకుండ అధికవేగముగా ప్రసారము చేయుటకు అనువగు కోడింగ్, డీ కోడింగ్ పద్ధతులను రూపొందించుటకు ప్రపంచము నలుమూలల పరిశోధనలు ఇంకను జరుగుచున్నవి.

సంఖ్యా సమాచారములను స్తంభములపై నడచు లైనులు, కేబిలులు; భూమ్యంతర్గత లైనులు, కేబిలులు; జలాంతర్గత కేబిలులు, మైక్రోవేవు లింకులు, వార్తాప్రసార ఉపగ్రహములు అను పలు విధములగు వలయముల ద్వారా ప్రసారము చేయవచ్చును.

సంఖ్యా సమాచార ప్రసార విధానమును తెలియజేయు సూచీ పటము చిత్రము - 12 లో చూపబడినది.



చిత్రము - 12

సంఖ్యా సమాచార ప్రసార విధానమును తెలియజేయు సూచీ పటము

1. సోర్సు; 2. సోర్సు ఎన్కోడరు; 3. ఛానల్ ఎన్ కోడరు; 4. ఛానల్; 5. కర్కశ ధ్వని జనకము; 6. ఛానల్ డీ-కోడరు; 7. సోర్సు డీ-కోడరు; 8. గ్రాహకము.

ప్రసారము కావలసిన వార్త లేదా సమాచారము 'సోర్సు' నందు ఉత్పత్తి చేయబడును లేదా నిల్వ చేయబడును. 'సోర్సు ఎన్ కోడర్' అనునది క్రింది మూడింటిలో ఒకటిగాని, అంతకంటె ఎక్కువగాని విధులను నిర్వర్తించును: 1. సోర్సునందలి సమాచారము ద్విసంఖ్యాకము కానిచో ఇది ఆ సమాచారమును ద్విసంఖ్యాకముగా మార్చును; 2. ప్రసారము కావలసిన సమాచారములోని అతిశబ్ద సమాచారమును నిర్మూలించి ప్రసారవేగము పెరుగుటకు దోహదము చేయును; 3. ప్రసారము నందలి తప్పులను కనుగొనుటకును, తప్పులను సరిదిద్దుటకును అవసరమగు అతిశబ్ద సమాచారమును చేర్చును. సోర్సు ఎన్కోడరు నుండి వచ్చు ద్విసంఖ్యాయుతమగు పల్సులను 'ఛానల్ ఎన్ కోడరు' వాహకముపై ప్రసారము చేయబడదగు సంకేతములుగా మార్చును. సమాచారమును స్వస్థానము నుండి గమ్యస్థానమునకు చేర్చు ప్రసార మధ్యమము 'ఛానల్' అనబడుచున్నది. 'ఛానల్ డీ కోడరు' అనునది ఛానల్ ఎన్ కోడరుకు తిర్యగ్వర్తిగా పని చేయును. దీనినుండి ద్విసంఖ్యాయుత పల్సులు సోర్సు డీ కోడరుకు వచ్చును. సోర్సు డీ కోడరు క్రింది మూడింటిలో ఒకటిగాని, అంతకంటె ఎక్కువగాని విధులను నిర్వర్తించును: 1. గ్రహించిన సమాచారమునందలి తప్పులను పట్టుట, సరిదిద్దుట; 2. సోర్సు ఎన్ కోడరు అతిశబ్ద సమాచారమును తగ్గించినచో ఇది అతిశబ్దసమాచారమును తదనుగుణముగ పెంచును; 3. ద్విసంఖ్యాయుత సమాచారమును ఇది సోర్సులో ఉన్న విధముగా గాని, గ్రాహకమునకు అనువగు విధముగా గాని మార్చును. 'కర్కశ ధ్వని జనకము' సమాచార సంకేతములకు కొన్ని లోటుపాట్లు కలిగించుటచేత గ్రాహకమువద్ద తప్పు సంకేతములు వచ్చును [చూ. కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు - పు. 287; వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహములు].

న. ల. నా.

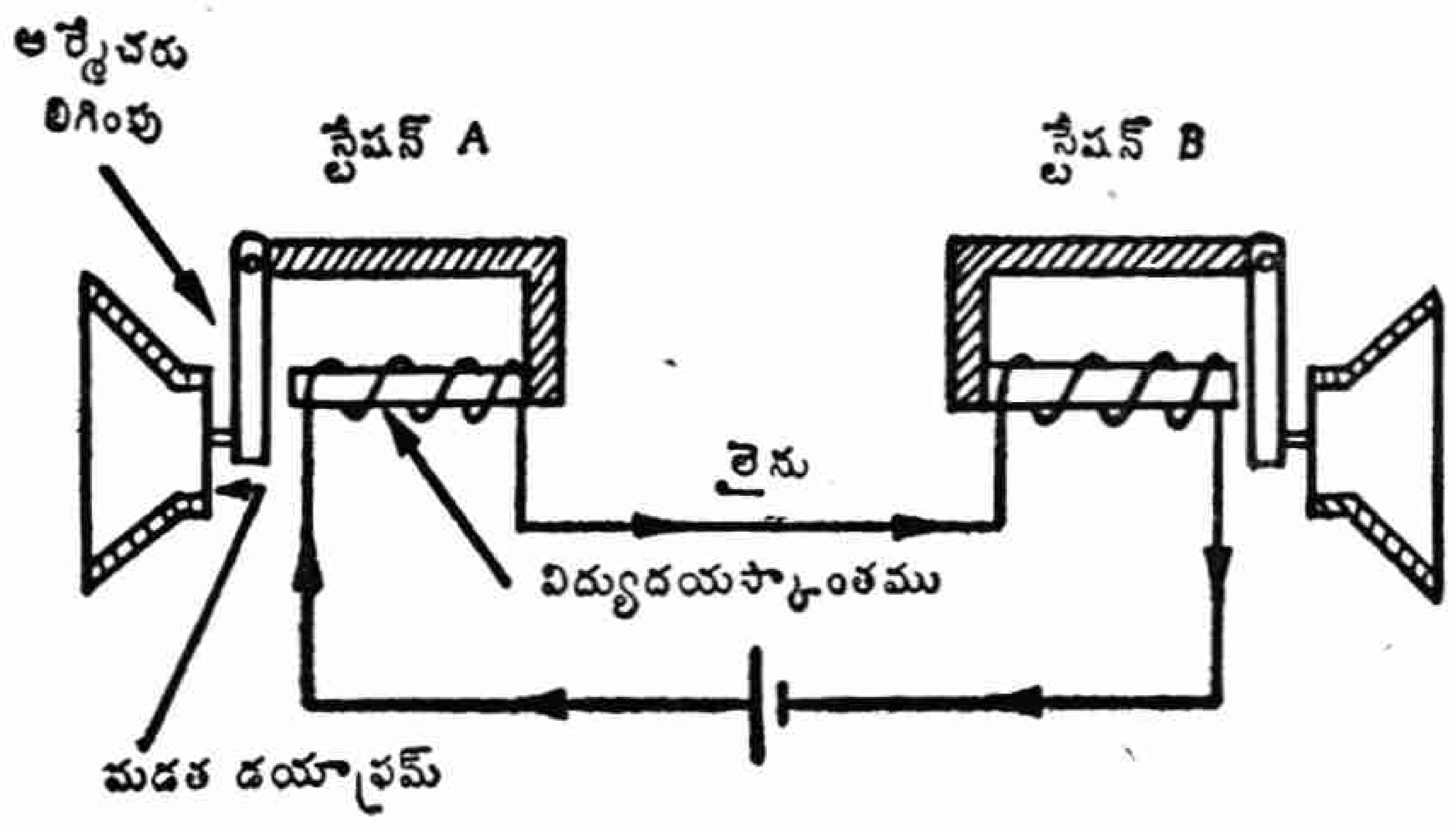
టెలిప్రింటర్: చూ. టెలిగ్రాఫు.

టెలిఫోను (దూరవాణి ప్రసారము): టెలిఫోను అనుపదము గ్రీకు భాషనుండి వచ్చినది. 'టెలి' అనగా సుదూరము; 'ఫోని' అనగా మాట్లాడుటను తెలియజేయునది. దూరమునకు వాక్కును ప్రసారముచేయు విధానమును టెలిఫోను (దూరవాణి ప్రసారము) అందురు.

విద్యుత్తుచే తంతి విధానము వీలగునని కనుగొనబడిన వెంటనే వాక్ ప్రసారమునకు కూడ విద్యుత్తును ఏల ఉపయోగింపరాదు అను ఊహ కొంతమంది విజ్ఞులకు కలిగెను. 1837 లో పేజ్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఒక ఇనుప ముక్కను తక్కువ విరామములలో అయస్కాంతీకరించి, నిరయస్కాంతీకరించుటవలన శబ్దము పుట్టునని కనుగొనెను. 1854 లో ఛార్లెస్ బోర్సెల్ అను యువక విజ్ఞాని కదలగల రేకుయొక్క ప్రకంపనములద్వారా ఒక విద్యుద్ఘట వలయమును కలుపుచు, విడదీయుచు దూర ప్రదేశములో ఉన్న ఇంకొక రేకునందు అట్టి కదలికను ఉత్పన్నముచేసి తద్ద్వారా వాక్ప్రసారము సాధ్యమగునని సూచించెను. కాని, ఆ వార్తల ఉచ్చారణ చాల అస్పష్టముగా ఉండుటచేత మాటలు తెలియకుండా పోయినవి. తరువాత 1861 లో ఫిలిఫ్ రైస్ అను జర్మనీ శాస్త్రజ్ఞుడు దీనిమీద అభివృద్ధి సాధించి మరికొంత దగ్గరకు వచ్చెను. ఆయన తన పరికరము అను మానవ శ్రవణేంద్రియము ఉన్న రీతిలో ఏర్పాటు చేసెను. ఇందు మాటనుబట్టి కంపించుటకు ఒక పలుచని

చర్మమును ఉపయోగించెను. ఆ చర్మపు ప్రకంపనములను ఒక లోహపు అంగుళికి జతపరిచి, దానిని కదులునట్లు చేసెను. ఆ చర్మపు పొర కేంద్రమువద్ద అమర్చబడిన లోహపు ధ్రువమును ఈ అంగుళి సున్నితముగ ఆనుకొని ఉండెను. గ్రాహక కేంద్రమువద్ద ఒక సూదియొక్క అయస్కాంతత్త్వమును వలసినరీతిలో మార్చుచు ప్రసార కేంద్రమునుండి వెలువడిన ధ్వనులను పునరుద్ధ్వనింపజేయ సాధ్యమయ్యెను. కాని, ఈ పరికరము వరుసగా వచ్చు వాక్ తరంగములను సంతృప్తిగా ప్రసారముచేయలేక పోయెను.

ఈ సరికి టెలిఫోను భావము ప్రపంచము నలుమూలల ఉన్న శాస్త్రజ్ఞులను ఆకర్షించెను. 1876, ఫిబ్రవరి 14 ఉదయము ఆలిగ్జాండర్ గ్రాహంబెల్ తన టెలిఫోను యంత్రమునకు పేటెంటుకు దరఖాస్తు పెట్టెను. ఈ యంత్రము [చూ. చిత్రము - 1] మారుచుండు విద్యుత్తు వాహిని సూత్రముపై రూపొందించబడెను. ప్రసార, గ్రాహక యంత్రములు రెండును ఒకేరీతి ఉండినవి. రెంటియందును ఒక గరాటుయొక్క అడుగు భాగమున చర్మపు పొర బిగువుగా అమర్చబడి ఉండును. ఈ పొర కేంద్రమువద్ద ఒక ఇనుపముక్క అతికించబడి ఉండును. ఇది ఒక విద్యుత్తు అయస్కాంతము ముందున్న ఆర్మేచరుకు కలుపబడి ఆర్మేచరుకు చర్మపు కదలికలను ఆపాదించును. ఇటువంటి యంత్రములు రెండు (గ్రాహకము, ప్రసారకము) ను ఒక విద్యుత్తు ఘటముతో వరుసలో తీగెలద్వారా కలుపబడెను. చర్మపు ప్రకంపనములను అనుసరించి ఆర్మేచరు ప్రకంపించుటవలన వలయమునందు మారుచుండు విద్యుత్తు ఉత్పన్నమై వాక్ ప్రసారము సాధ్యమయ్యెను.



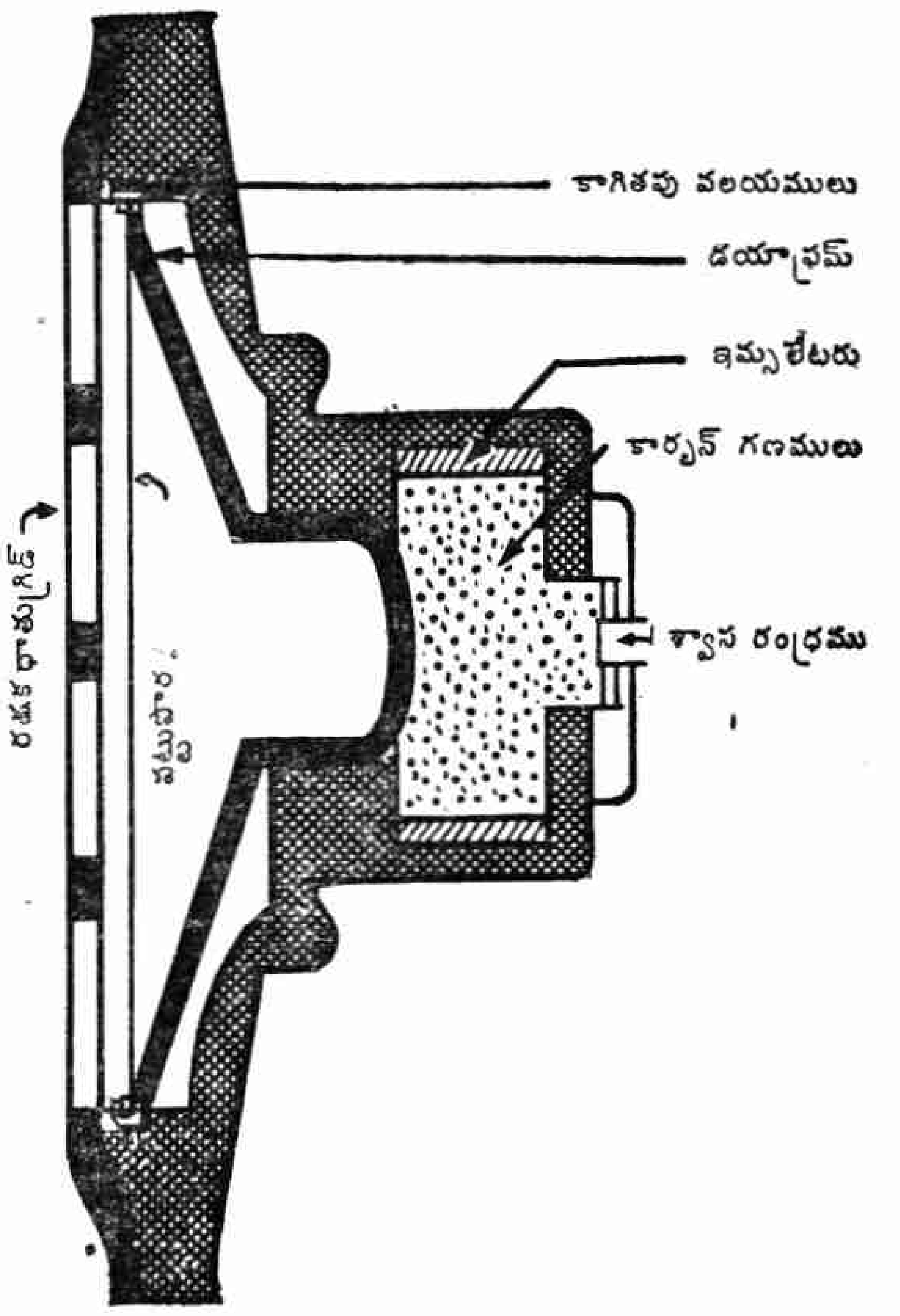
చిత్రము - 1
మొట్టమొదట బెల్ సిద్ధపరచిన
విద్యుత్తు అయస్కాంత టెలిఫోను

ఎలిషాగ్రే అను శాస్త్రజ్ఞుడు 1876, ఫిబ్రవరి 14 వ తారీఖుననే మధ్యాహ్నము మరియొక రకపు టెలిఫోను సాధనమునకు కావియట్ దరఖాస్తు చేసెను. ఈ యంత్రము ఒక ద్రవయుత ప్రసారిణి; దీనియందు విద్యుత్తు నిరోధక మార్పుల సూత్రము ఉపయోగించబడినది. చర్మపు పొరకు అతికించబడిన ఒక ఇనుప కడ్డీ ఆమ్లయుత జలములో వ్రేలాడుచుండును. దీనివలన కడ్డీ నీటియందు మునిగి ఉండు భాగము ధ్వని తరంగములకు అనుగుణముగా కదలుచు తన విద్యుత్తు నిరోధకతలో మార్పులు చెందుచుండును. తత్ఫలితముగా వలయమునందు విద్యుత్తు మారుచుండును. ఈ మార్పు బెల్ యొక్క యంత్రములోని మారుచుండు విద్యుత్తును పోలి ఉండును. బెల్ కూడ తన పేటెంటు దరఖాస్తునందు ఇటువంటి యంత్రము సాధ్యమని నుడివెను. తదుపరి అతడు ఇట్టి యంత్రము ఒకదానిని నిర్మించెను. బెల్ యొక్క విద్యుత్తు అయస్కాంత ప్రసారిణి యందు జనించిన విద్యుత్తు ద్రవయుత ప్రసారిణిలోని విద్యుత్తుకంటె చాల బలహీనముగా ఉండెను. బెల్ తన సాధనమును పూర్తిచేసి, అందరికంటె ముందు పేటెంటుకు దరఖాస్తు పెట్టుటచే పేటెంటును, యశోభాగ్యములను పొందెను.

పరికరములు : టెలిఫోను వాణిజ్య పద్ధతిలో ప్రవేశ పెట్టుటకు ఇంకను ఒక అడ్డంకి ఉండెను. మైక్రోఫోను పుట్టుక ఆ అడ్డమును తొలగించెను. 1877, జూలైలో ఎమిలీ బెర్లినర్ మైక్రోఫోనుకు పేటెంటును పొందెను. దీనియందు ఒక లోహపు గుండుకు ఆనుకొని ఒక గుండ్రని రేకు ఉండెను. శబ్ద తరంగముల తాకిడికి రేకు ప్రకంపించగా రేకుకు, గుండుకు మధ్య గల ప్రేషము మారి విద్యుత్తు నిరోధమునందు మార్పులు కలిగించెను. తదుపరి హ్యూగ్స్ అను విజ్ఞాని మైక్రోఫోను సిద్ధాంతమును రాయల్ సొసైటీ వారికి నివేదించెను. శబ్దతరంగముల తాకిడికి కదులుచూ నిరోధమునందు మార్పుచెందు వాహకము దీనికి ఆవశ్యకమని సూచించెను. ఒకదాని నొకటి వదులుగా స్పృశించుచున్న ఏదైనా వాహక సముదాయము టెలిఫోను ప్రసారిణిగా ఉపయోగపడునని నిరూపించెను. ఇంచుమించు అదే కాలమునందు ఎడిసన్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు మారెడు విద్యుత్తు నిరోధకము కల ద్రవ్యములలో కార్బన్ శ్రేష్ఠమని కనుగొనుటయే కాక ఒక వాణిజ్య పరికరమును కూడ రూపొందించెను.

టెలిఫోను ప్రసారిణి : ప్రక్కపుటలోని చిత్రము - 2 లో ఆధునిక ప్రసారిణి చూపబడినది. ధ్వని తరంగముల తాకిడికి ప్రసారిణి ముందు భాగమున ఉన్న లోహపు రేకు కంపించి

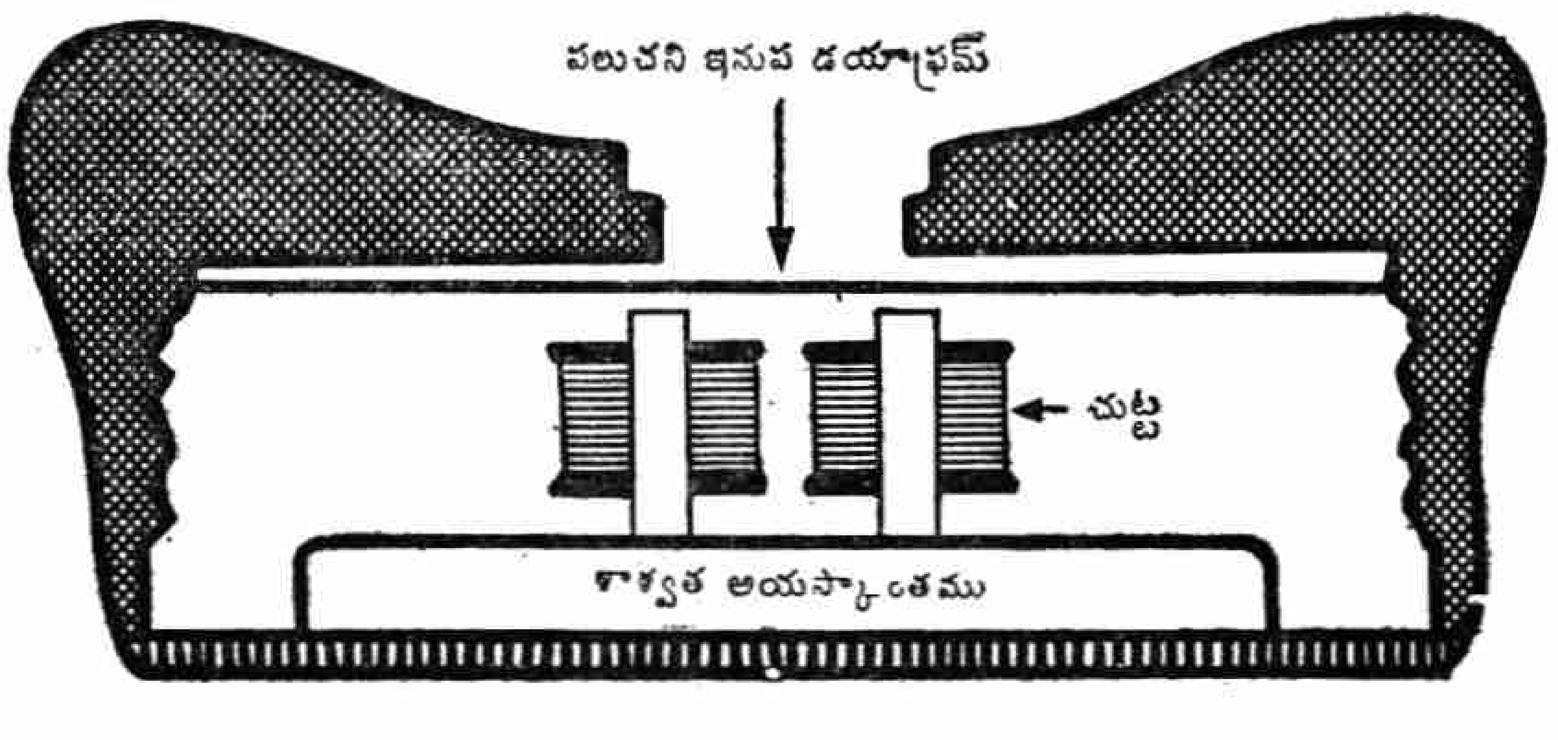
తద్వారా రేకుకు అనుకొని ఉన్న కార్బన్ రేణువుల మధ్య ఉన్న ప్రేషము మారును. ఈ ప్రేషము మార్పులకు అనుగుణముగా కార్బన్ రేణువులయొక్క విద్యుత్తు నిరోధము మారు చుండును. దీనివలన ఈ సాధనమునకు ఘటమును కలిపినపుడు వలయములోని విద్యుత్తు ప్రవాహమునందు మార్పులు కలుగును. ఈ మార్పులు ధ్వని తరంగములకు ప్రతిరూపములుగా ఉండును. ఈ విద్యుత్తు తీగెల ద్వారా ప్రవహించి దూరమున ఉన్న గ్రాహకమును పనిచేయించును.



చిత్రము - 2

టెలిఫోను ప్రసారిణి

టెలిఫోను గ్రాహకము: చిత్రము - 3 లో ఆధునిక టెలిఫోను గ్రాహకము చూపబడినది. ఇందు ఇనుప కడ్డీల పై రాగి తీగె చుట్టబడి ఉండును. చిత్రమునందు చూపబడిన రీతిని ఇనుప కడ్డీలు శాశ్వత అయస్కాంతమువద్ద అమర్చబడినవి. శాశ్వత అయస్కాంతము ఇనుప కడ్డీలద్వారా తన



చిత్రము - 3

ఆధునిక టెలిఫోను గ్రాహకము

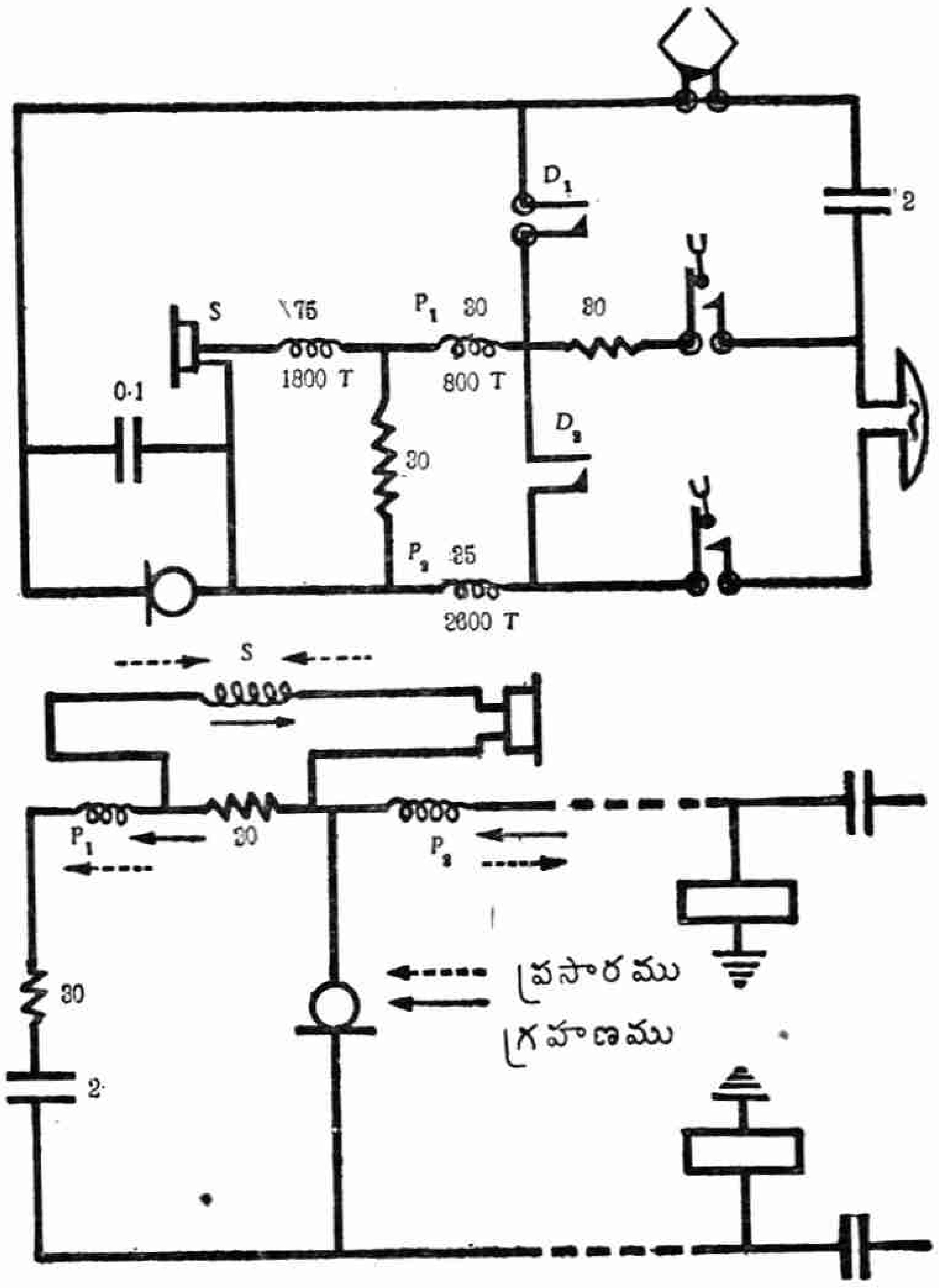
ఎదుట ఉన్న రేకును ఆకర్షించి పట్టి ఉంచును. అందుచేత తీగెయందు విద్యుత్తు లేనపుడు రేకు మధ్యభాగము లోపలి వైపుకు వంగి ఉండును. చుట్టలు రెండును వరుసలో కలుపబడినందున వాటిగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు వాటి అయస్కాంత శక్తులు ఒకదానికొకటి దోహదము చేయును. తీగెచుట్టలయందు ప్రవహించు విద్యుత్తుయొక్క దిశను అనుసరించి విద్యుత్తువలన ఉత్పన్నము అగు అయస్కాంతత్వము శాశ్వత అయస్కాంతశక్తికి తోడ్పడుట గాని, ఎదుర్కొనుటగాని జరుగును. ఇందుచేత రేకుపై కల ఆకర్షణ హెచ్చుట గాని, తగ్గుట గాని జరిగి, రేకు ముందుకుగాని, వెనుకకుగాని కదలును. ఈ విధముగా చుట్టలలో ప్రవహించు విద్యుత్తుకు అనుగుణముగా రేకు కంపించి ఆ కంపనములను వాయురేణువులకు ఆపాదించి, తద్వారా శబ్ద తరంగములను ఉత్పత్తిచేయును. ఈ పరికరములో శాశ్వత అయస్కాంతము లేని ఎడల చుట్టలలో ప్రవహించు విద్యుత్తుయొక్క ప్రతి ఒక్క అవృత్తికి రెండు అవృత్తులు జనించి ధ్వని విపర్యయము నొందును.

టెలిఫోను సెట్టు: పైన వివరింపబడిన ప్రసారిణి, గ్రాహకము గాక, చందాదారుని వద్ద గంట, స్విచ్చి, ప్రరోచన వేష్టనము లేదా పరిణామకము, తాహతి కల వలయము ఉండును. వీటన్నితో కూడిన సముదాయమును 'టెలిఫోను చందాదారుని యంత్రము లేదా టెలిఫోను సెట్టు' అందురు. క్రింద చూపబడినట్లు టెలిఫోను సెట్టు మూడు రకములుగా ఉండును. ఇవి: 1. మాగ్నెటో రకము; 2. చేతితో పనిచేయు రకము; 3. డయల్ చేయు రకము. 1877 కు పూర్వము గ్రాహకము, ప్రసారిణి విడివిడిగా ఉండెడివి. 1877 లో మెకెవోయీూ, ఫ్రిచెట్ అనువారు ఈ రెండింటిని ఒకే 'హాండ్ సెట్' లో అమర్చు విధానమును సూచించిరి.

మాగ్నెటో టెలిఫోను పద్ధతిలో సెట్టులోపల అమర్చబడిన చిన్న కంపన విద్యుత్తు ఉత్పాదకము ఉండును. దీనిని చేతితో త్రిప్పుటవలన విద్యుత్తు లైనులోనికి ప్రవహించి, టెలిఫోను కేంద్రములో పిలుపు సంకేతమును ఇచ్చును. చేతితో పనిచేయు పద్ధతిలో హాండ్ సెట్టును ఎత్తగనే భూమ్యాకర్షణచే పనిచేయు స్విచ్చివలన ప్రరోచన వేష్టనము, ప్రసారిణి లైనుకు అందింపబడును. తద్వారా టెలిఫోను కేంద్రమునందు పిలుపు సంకేతము కలుగును. డయల్ చేయు పద్ధతిలో కావలసిన అంకెలను త్రిప్పుట వలన కావలసిన చందాదారుని పిలువ వీలగును.

కేంద్రఘట (సెంట్రల్ బ్యాటరీ) పద్ధతిని పనిచేయు చందాదారుని పరికరముయొక్క వలయము ప్రక్క పుటలోని చిత్రము - 4 లో చూపబడినది. ఇందు పార్శ్వ ధ్వనిని తొలగించుటకు ఉపయోగపడు ఒక ప్రరోచనవేష్టనము కలదు. హాండ్ సెట్టు మామూలుగా ఉన్నపుడు ప్రసారిణి, గ్రాహకము, ప్రరోచనవేష్టనము లైను నుండి తొలగింపబడి, ఒక తాహతి, గంటమాత్రము లైనుకు కలుపబడి ఉండును.

గంటయొక్క వలయములో విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు గంట మ్రోగును. హాండ్ సెట్టును పైకి ఎత్తగనే భూమ్యాకర్షణ శక్తితో పనిచేయు స్విచ్చి మూసికొని ప్రరోచన వేష్టనమును, ప్రసారిణిని లైనుకు అందించును.



చిత్రము - 4

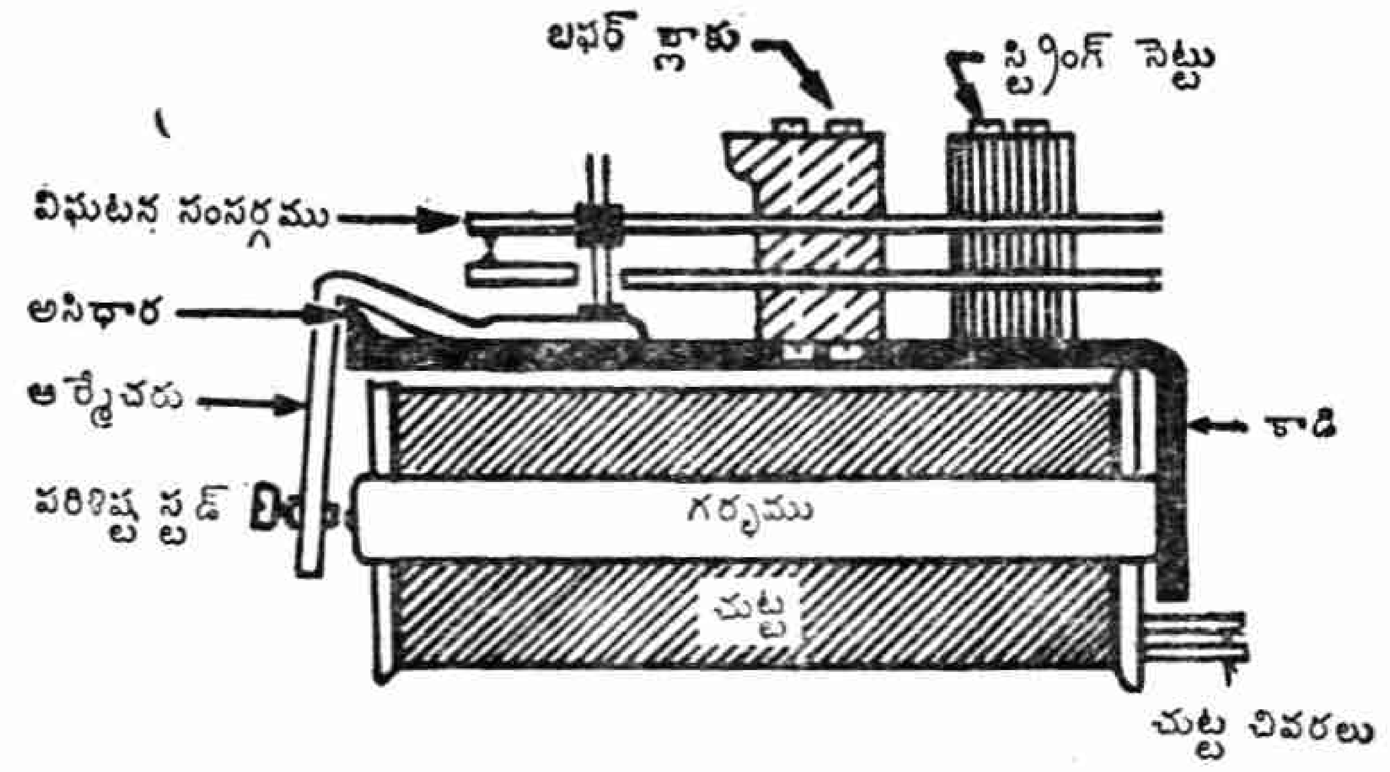
స్వతశ్చలిత టెలిఫోను సెట్టు

ఈ పద్ధతిలో ప్రసారిణికి కావలసిన విద్యుత్తు కేంద్ర ఘటము నుండియే సరఫరా అగును. మాట్లాడు నపుడు ప్రసారిణి నిరోధము మారి ఆవర్తి విద్యుత్తు ఉత్పన్నము అగును. ఈ విద్యుత్తు ప్రరోచన వేష్టనములోని రెండు చుట్ట లందు ఎదురు మార్గములందు ప్రవహించి పార్శ్వధ్వనిని తొలగించును. శబ్ద తరంగ విద్యుత్తు యథాప్రకారము లైను లోనికి పోవును. దూరమున ఉన్న గ్రాహక వలయములో ఈ విద్యుత్తు ప్రవహించి శబ్ద తరంగములను జనింపజేయును.

ధ్వనిని గ్రహించునపుడు లైను నుండి గ్రహింపబడు ఆవర్తి విద్యుత్తు P_1, P_2 లందు ఒకే దిశలో ప్రహించి ప్రరోచన చుట్టయందు శబ్ద తరంగ విద్యుత్తును ప్రేరేపించి గ్రాహకమందు ధ్వనిగా మారును.

చందాదారుడు డయల్ చేసినపుడు డయల్ అంగుళి చక్రము స్వస్థానమునుండి తిరుగుచూ 'డయల్ ఆఫ్ నార్మల్ స్ప్రింగ్' D_1, D_2 లను పనిచేయించి టెలిఫోను వలయమును షార్టు సర్క్యూట్ చేసి, డయల్ పల్సింగ్ స్ప్రింగులకు అడ్డముగా 30 ఓమ్‌ల నిరోధమును 2 మైక్రో ఫేరడుల తాహతిని కలిపి స్పార్కును అరికట్టుటకు సహాకరించును. డయల్ అంగుళి చక్రము వదిలివేయబడినపుడు అది పల్సింగ్ స్ప్రింగులను సెకనుకు పది సార్లు చొప్పున కలిపి విడదీయును. ఈ విధముగా విద్యుత్తు వలయమును ఛేదించుటవలన కేంద్రములోని స్వతశ్చలిత సెలక్టరులను అంచెలంచెలుగా నడిపి కావలసిన చందాదారుని లైనును పట్టుకొనదగును.

టెలిఫోను రిలే: ఒక విద్యుత్తు వలయములోని విద్యుత్తు స్థితివలన మరొక వలయములోని విద్యుత్తు స్థితిని అదుపు చేయుటకు ఉపయోగించు సాధనము 'రిలే'. టెలిఫోను ప్రసారము అంతయు టెలిఫోను రిలే మీద ఆధారపడి ఉన్నది. చిత్రము - 5 నందు ఒక ఆధునిక రిలే చూపబడినది. దీనిలో ఒక మెత్తని ఇనుపకడ్డీ గర్భముపైన ఇన్సులేషన్



చిత్రము - 5

టెలిఫోను రిలే

చేయబడిన రాగితీగె చుట్టి ఉండును. ఈ ఇనుపకడ్డీ ఒక ఇనుపకాడికి బిగించబడి ఉండును. కాడి చివర ఒక ఆర్మేచరు అతుక (పివిట్) బడి ఉండును. గర్భము, కాడి, ఆర్మేచరు ఎక్కువ ప్రవేశసాధ్యత, తక్కువ నిలుపుతనము కల ఉత్తమమైన మెత్తని ఇనుముతో చేయబడినవి. చుట్టలు ఎనామిల్ చేసిన రాగితీగెతో చేయబడి, ఇనుపకడ్డీ నుండి ఇన్సులేట్ చేయబడి, తీగె కొనలు చుట్టకు ఒక వైపున ఉన్న బేక్‌లైట్ ముక్కమీద అతుకబడి ఉండును. తీగె చుట్ట అంతయు ఒక భాగముగా నుండి ఒక నట్టుతో కాడికి బిగింపబడి ఉండును. ఆ నట్టును విప్పి తీగె చుట్టను రిలే నుండి బయటకు తీయ వీలగును. తీగె చుట్టయందు విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు ఇనుపకడ్డీ అయస్కాంతీకరింపబడి ఆర్మేచరును ఆకర్షించును. ఆర్మేచరు కదలికలవలన కాడికి బిగించబడిన స్పర్శపత్రములు కదలి రెండేసి పత్రముల మధ్య ఉన్న కలయిక విడిపోవుటగాని, విడినవి కలియుట

గాని, కొన్ని మొదట కలిసి తరువాత విడిపోవుట గాని జరుగును.

టెలిఫోను సూచి: మరొక ముఖ్యసాధనము టెలిఫోను సూచి. ఇది ఒక విద్యుత్తు అయస్కాంత సాధనము. దీని తీగె చుట్టయందు విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు ఒక జెండా కాని, ఒక రేకు కాని కదలి సంకేతము వచ్చుచున్నదని చూపును. ప్రస్తుతము విద్యుత్తు అయస్కాంతములకు బదులు సూచీ దీపములను ఉపయోగించుట ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్నది. సూచీ దీపమును ఉపయోగించుట వలన చోటు కలసి వచ్చుటయే కాక, కంటికి నదురుగా కూడ ఉండును.

మీటరు (రిజిస్టరు) అనునది టెలిఫోను విధానమునందు మరొక ముఖ్య సాధనము. ఇది కూడ విద్యుత్తు అయస్కాంత సాధనమే. ఇది పిలుపులను లెక్కించుటకు ఉపయోగించును.

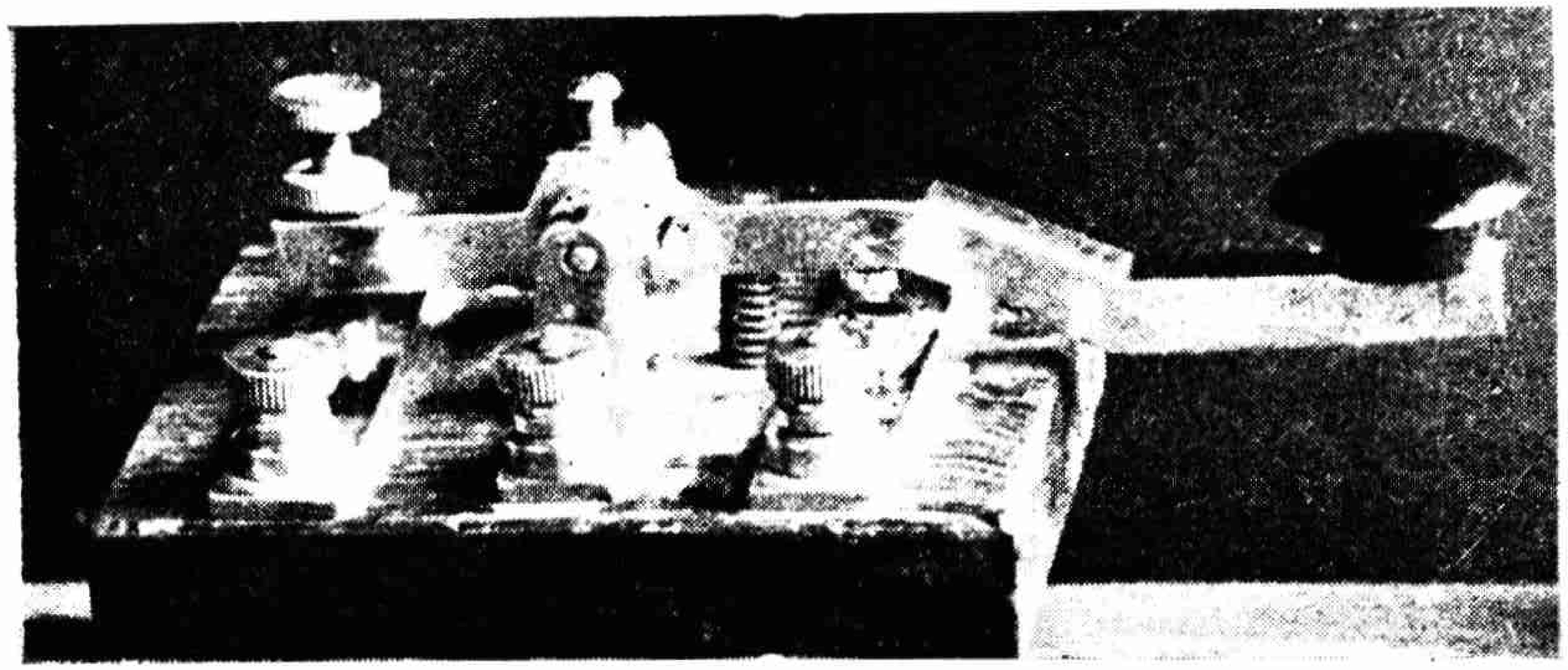
స్విచ్చింగ్ సూత్రములు: తొలుదొల్త టెలిఫోను ఇద్దరు చందాదారుల మధ్య తీగెలను ఉపయోగించి సంభాషణ నెరపుటకు మాత్రమే ఉపయోగింపబడెను. పెక్కు చందా దారులలో ఎవరు ఎవరితోనైనను సంభాషించుటకు వీలుగా టెలిఫోను విధానమును విస్తృత పరచుటకు ప్రయత్నములు వెంటనే సాగినవి. తత్ఫలితముగా టెలిఫోను కేంద్రములు ఉద్భవించినవి. చందాదారులందరినుండి తీగెలు కేంద్రము వద్దకు వచ్చి చేరును. కేంద్రమువద్ద ఉన్న ఆపరేటరు వారి వారి నుండి వచ్చు తీగెలను కలుపుట ద్వారా ఏ చందా దారుని అయినా మరొక చందాదారునితో కలుపును. ఇట్టి కేంద్రములను చేతితో పనిచేయు కేంద్రములు అందురు. స్వతశ్చలిత కేంద్రములందు మానవ సహాయము లేకుండనే చందాదారుల తీగెలను విద్యుత్తు యంత్ర పరికరముల ద్వారా కలిపి సంభాషణలను జరుపదగును.

చేతితో పనిచేయు కేంద్రములందు చందాదారుల వద్ద నుండి వచ్చు తీగెలు స్విచ్చి బోర్డుల మీదకు వచ్చి చేరును. మొట్టమొదటి స్విచ్చి బోర్డులందు నిలువుగాను, అడ్డముగాను ఉండు లోహపు కడ్డీలు ఒక దానిని ఒకటి తాకకుండు నట్లు అమర్చబడి ఉండెను. రెండు కడ్డీలందును రంధ్రములు ఉండెను. ఒక లోహపు ముక్కను దూర్చుట ద్వారా రెండు కడ్డీల మధ్య స్పర్శ కలుగుటకు వీలు ఉండెను. చందాదారులనుండి వచ్చు లైనులు అడ్డ కడ్డీలకు కలుప బడును. ఇద్దరు చందాదారుల మధ్య సంభాషణకు వారి వారి నుండి వచ్చు లైనులు కలుపబడిన కడ్డీల మధ్య ఉన్న కన్నములలో లోహపు ముక్కలను అమర్చెడివారు. ఆ రోజులలో చందాదారులనుండి కేంద్రమునకు ఒక్కొక్క తీగె మాత్రమే వచ్చెడిది. రెండవ వాహకముగా భూమి ఉపయోగింపబడెడిది. క్రమముగా రెండు తీగెలను ఉపయోగించు విధానము అమలులోనికి వచ్చెను. చందా దారుల సంఖ్యకూడ పెరుగ జొచ్చెను. ఈ రెండు కారణ ములచే పాతపద్ధతికి స్వస్తి చెప్పవలసి వచ్చెను.

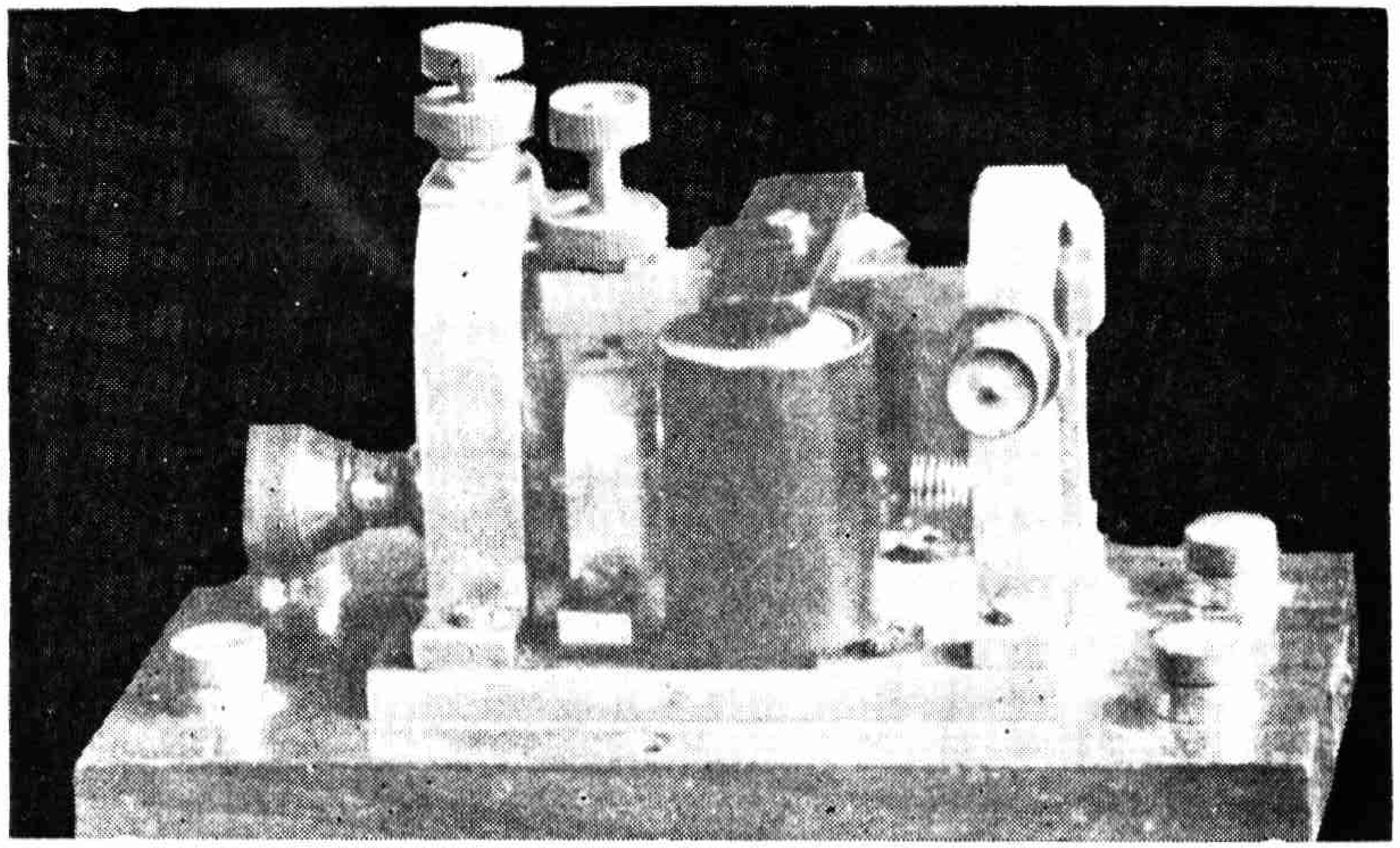
ప్రస్తుతము మానవ ప్రేరిత కేంద్రములందు ఇద్దరు చందాదారులను మెలితిరుగు (ఫ్లెక్సిబుల్) కార్డు ద్వారా కలుపు కార్డు రకపు స్విచ్చిబోర్డులు సర్వత్ర అమలులో ఉన్నవి. కార్డు లేని స్విచ్చిబోర్డులు చిన్నరకపు చేతితో పనిచేయు సొంత కేంద్రములందు ఉపయోగపడుచున్నవి. ఒకరిద్దరు ఆపరేటర్లు సరిపోని పెద్ద కేంద్రములందు బహు ముఖ స్విచ్చి బోర్డులను వాడుదురు. బహు ముఖ స్విచ్చి బోర్డులందు ఎంతమంది ఆపరేటర్లు ఉందురో అన్ని స్థానములందు చందాదారులనుండి వచ్చు లైనులు సమానాంతరముగా కలుపబడును. ఈ స్విచ్చి బోర్డు విభాగములుగా నిర్మింపబడి ఇందు ఒక్కొక్క ఆపరేటరుకు ఒక్కొక్క స్థానము ఇవ్వబడును. ఒక ఆపరేటరు స్థానమువద్ద కలుపబడు చందాదారుల లైనులు అన్నియు ఆ స్థానమువద్ద సూచీలతో సహా అంతమొందును. మిగతా చందాదారుల లైనులన్నియు ఆ ఆపరేటరు స్థానమువద్ద జాక్‌లతో అంతమొందును. పిలుచుచున్న చందాదారుని వద్దనుండి సూచన రాగానే ఆపరేటరు పిలుపబడుచున్న చందాదారుని నెంబరు కనుగొని తన స్థానమందు ఉన్న కార్డు వలయము ద్వారా వీరిద్దరి లైనులను కలుపును. ఇట్లు వీరి సంభాషణకు వీలు కలిగించుటయే కాక, ఈ పిలుపును లెక్కించి సంభాషణానంతరము వచ్చు సంకేత ములను బట్టి వీరి లైనులు విడదీయును.

దేశవ్యాప్తముగా ఉన్న విధానములో చందాదారుల మధ్య సంభాషణను సుకరము చేయుటకై దేశము కొన్ని జోనులుగా చేయబడును. ఒక జోనునుండి మరొక జోనుకు వెళ్ళు, వచ్చు పిలుపుల రద్దీని తట్టుకొనుటకు ప్రతి జోనుకు జోనుకేంద్ర ఎక్ఛేంజీ ఉండును. ప్రతి జోనును గ్రూపులుగా విడగొట్టి గ్రూపుకు ఒకటి చొప్పున గ్రూపు ఎక్ఛేంజీ ఉండును. రద్దీనిబట్టి ఊరుకుగాని, పట్టణమునకుగాని ఒకటి గాని, అంతకంటె ఎక్కువగాని ఎక్ఛేంజీలు ఉండును, చందా దారుని వద్దనుండి గ్రూపు ఎక్ఛేంజీకి, గ్రూపు ఎక్ఛేంజీనుండి జోను ఎక్ఛేంజీకి, ఒక జోను ఎక్ఛేంజీనుండి మరియొక జోను ఎక్ఛేంజీకి లైనులు అవసరము.

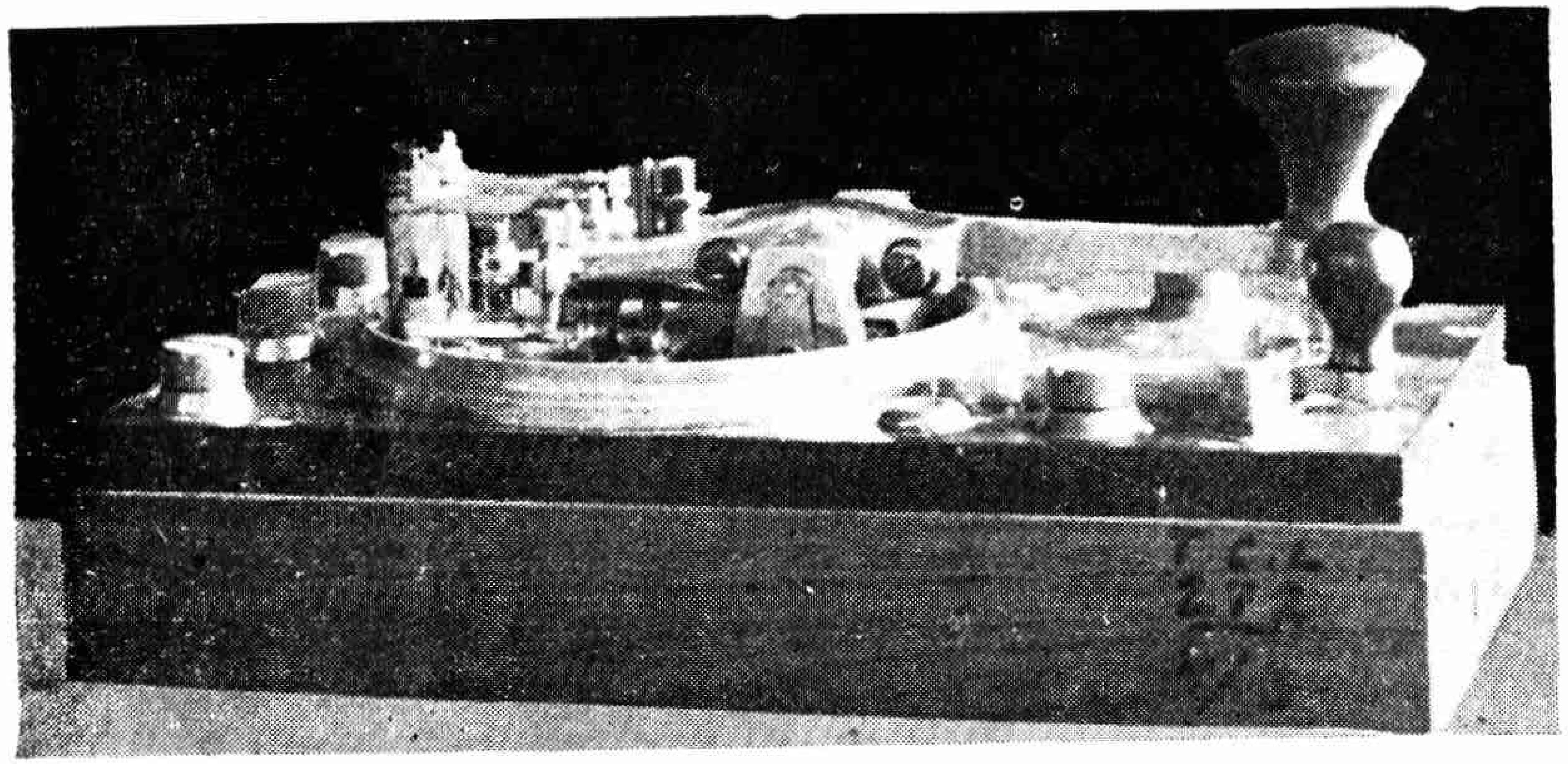
టెలిఫోను విధానమునందు సిగ్నలింగు ఒక ముఖ్య సమస్య. చందాదారుల మధ్య సరాసరి సంబంధము సుళువే కాని, ఎక్ఛేంజీల ద్వారా అందునా పునచ్చారకములను



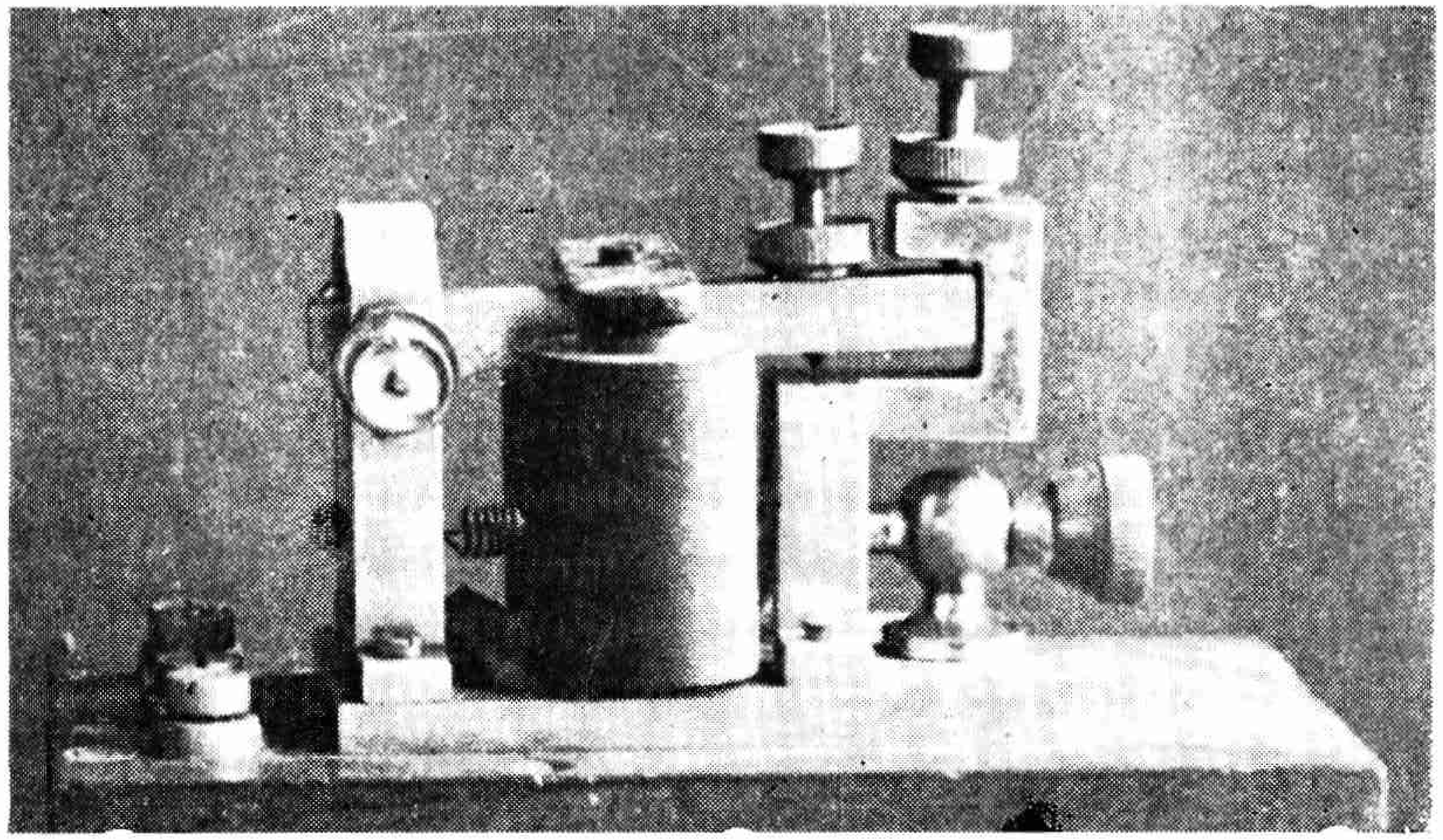
ఏక విద్యుద్వాహక ప్రసార సాధనము



ధ్రువీకరింపబడని గ్రాహక యంత్రము

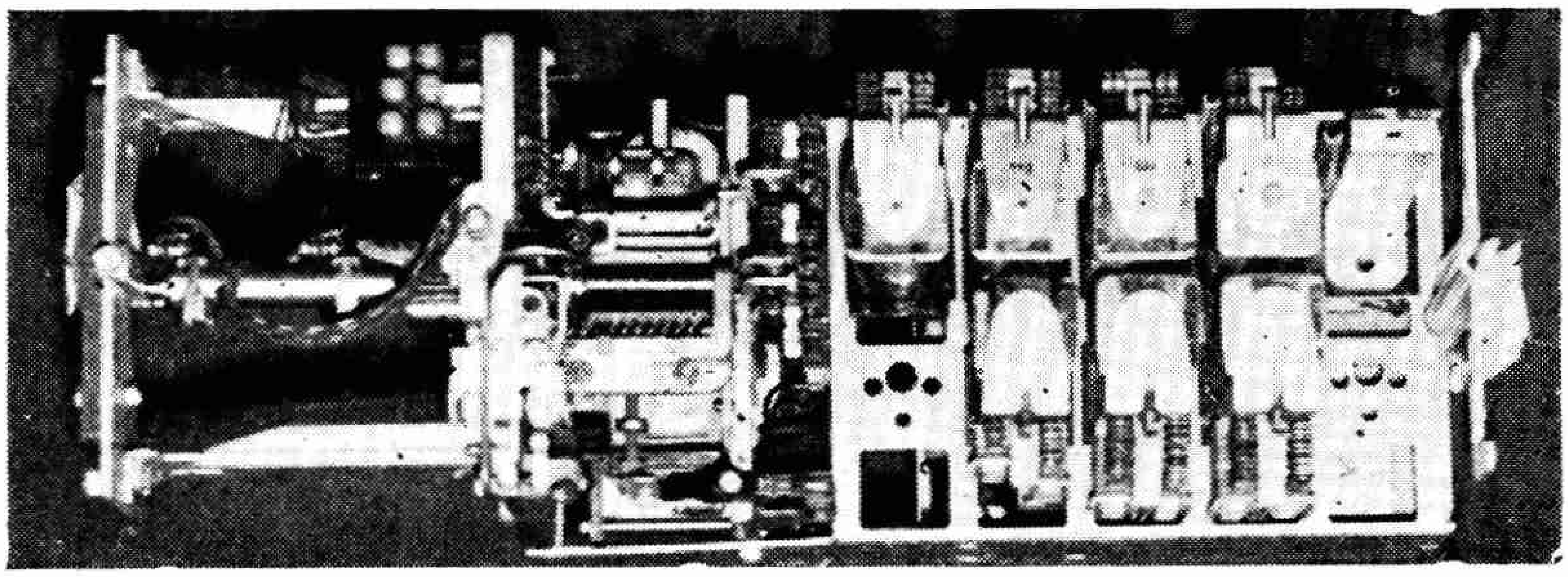


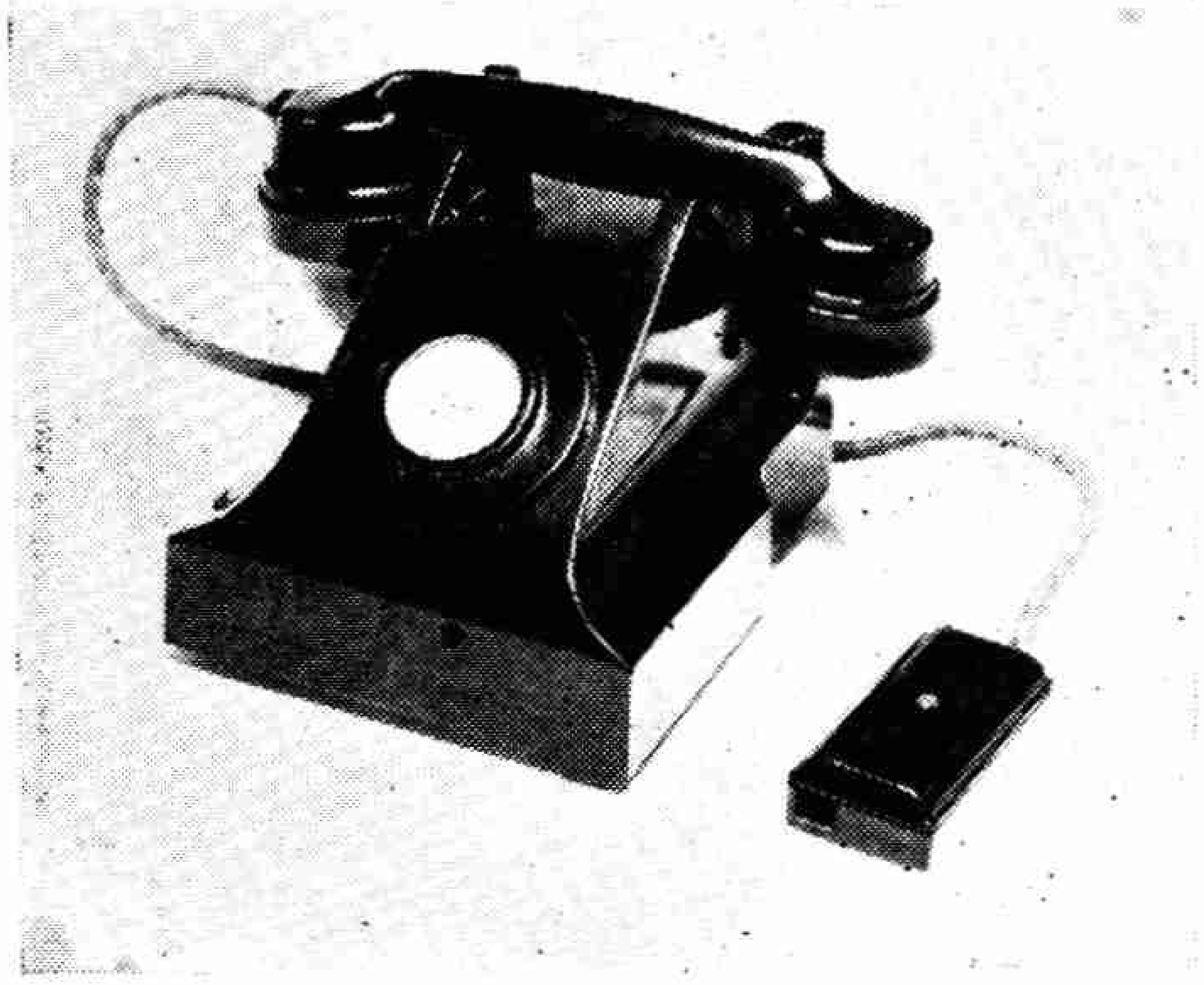
ద్వి విద్యుద్వాహక ప్రసార సాధనము



ధ్రువీకరింపబడిన గ్రాహక యంత్రము

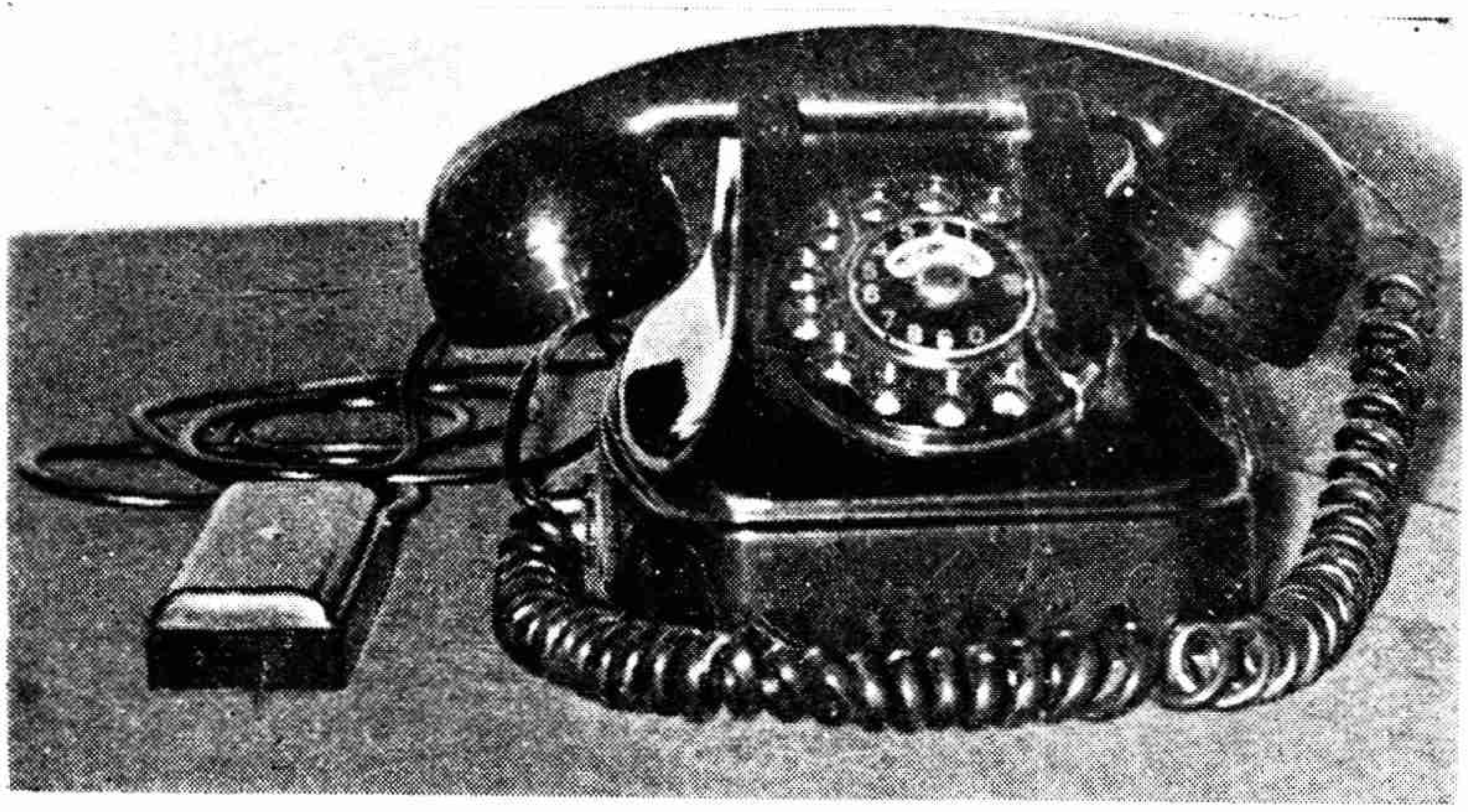
స్ట్రౌజర్ స్విచ్చి

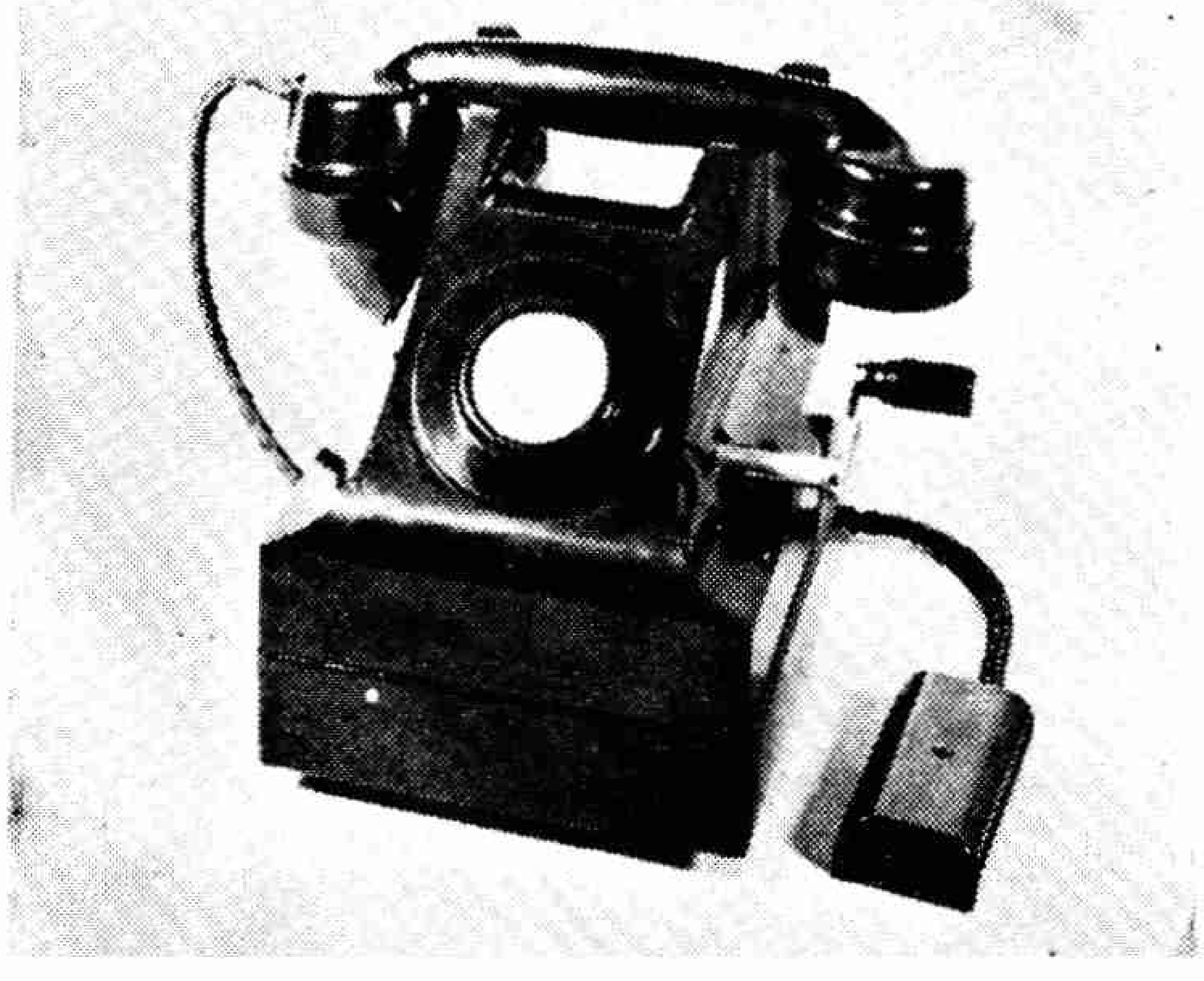




సెంట్రల్ బ్యాటరీ టెలిఫోను (మేన్యువల్)

డయల్ చేయు రకపు టెలిఫోను

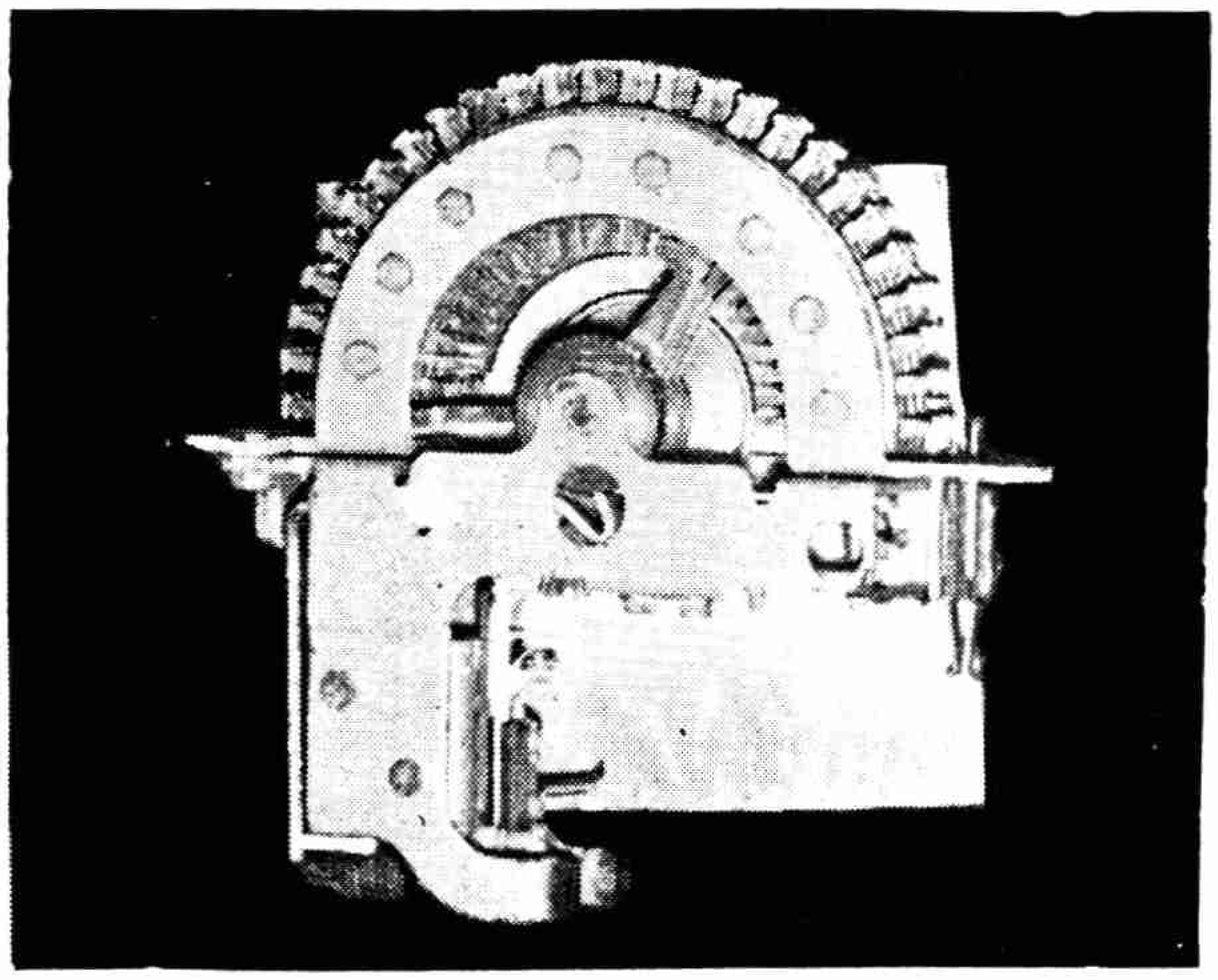




మాగ్నెటో టెలిఫోను

టెలిప్రింటర్ రిబ్బను పద్ధతి

టెలిప్రింటర్ పేజీ పద్ధతి



యూనీ సెలక్టరు

Blank Page

ఉపయోగించు పొడవగు ట్రంకు వలయముల ద్వారా సిగ్నలింగు కష్టమైన పని.

చేతితో పనిచేయు విధానములు: 1. మాగ్నెటో; 2. కేంద్రఘట సిగ్నలింగు - 1; 3. కేంద్రఘట సిగ్నలింగు - 2; 4. కేంద్రఘట అని నాలుగు విధములుగా ఉన్నవి. ఇందు రెండవ, మూడవ విధానములు రెండును ఒకే జాతికి చెందినవి. పై చేతితో పనిచేయు విధానముల ముఖ్య కవళికలు ఈ క్రింద పొందుపరవబడిన రీతిగా ఉండును.

మాగ్నెటో ఎక్చేంజీ: ఈ విధానమునందు మాగ్నెటో ఉత్పత్తి యంత్రమునుండి వెలువడు 17 సైకిళ్ల కంపన విద్యుత్తును సిగ్నలింగుకు ఉపయోగింతురు. పిలుచు చందా దారుడు తన మాగ్నెటో ఉత్పత్తి యంత్రపు కాడను త్రిప్పగా 17 సైకిళ్ల ఆవర్తి విద్యుత్తు ఎక్చేంజీవరకు ప్రవహించి ఎక్చేంజిలో ఉన్న అతని నంబరుకు సంబంధించిన సూచీని పని చేయించును. వెంటనే ఆపరేటరు పిలుచు చున్న చందాదారుని జాక్‌నందు కార్డువలయపు ప్లగ్గును గుచ్చి అతనికి కావలసిన చందాదారుని నెంబరు తెలిసికొని కార్డు వలయపు అవతలి కొననున్న ప్లగ్గును పిలవబడు చందాదారుని జాక్‌నందు గుచ్చును. 'రింగింగు కీ' సహాయముతో 17 సైకిళ్ల ఆవర్తి విద్యుత్తును లైనులోనికి పంపించి పిలువబడు చందాదారుని పిలిచి, పిలుచు చందాదానిరుతో సంభాషించుటకు అనువుగా వీరిద్దరి లైనులను కలుపును. సంభాషణానంతరము చందాదారులు తమ విద్యుత్తు ఉత్పాదకములను మరల త్రిప్పగా కార్డువలయమునందలి సూచీ పని చేయును. అది గమనించి ఆపరేటరు కార్డు వలయపు రెండు ప్లగ్గులను జాక్‌లనుండి తీసివేయును. కార్డు వలయపు సూచి యథాస్థానమునకు వచ్చును.

మాగ్నెటో ఉత్పత్తి యంత్రమునుండి వెలువడు అధిక వోల్టేజి ఎక్కువ దూరము రింగు చేయుటకు కూడ ఉపయోగించును. ఇందు ఉపయోగపడు వలయములు కూడా సామాన్యమైనవే కాని, చందాదారునివద్ద విద్యుత్తు ఘటము యొక్క ఆవశ్యకము కలుగుటతో సంభాషణా సామర్థ్యము ఘటము యొక్క స్థితిపై ఆధారపడి ఉండును. అంతేకాక, పిలుచు, అంతమొందించు సంకేతములు చేతితో పని చేయునవి అగుటతో చందాదారులు అంతమునందు సంకేతములను ఇవ్వ మరచినచో ఆపరేటరు వారి వలయములను విడదీయ లేదు. ఈ లోపమువల్ల ఈ పద్ధతి వాడుకనుంచి తొలగింపబడుచున్నది.

కేంద్ర ఘట సిగ్నలింగు - 1: ఈ విధానమునందు సిగ్నలింగునకు ఘటము కేంద్రమువద్ద ఉంచబడి చందా దారులు హాండ్‌సెట్ ఎత్తినపుడు పిలుపు సిగ్నలు, మరల యథాస్థానమునందు ఉంచినపుడు అంతమొందించు సిగ్నలు వచ్చును. కాని, మాటలాడునపుడు చందాదారుని వద్ద ఉన్న ఘటము పని చేయవలసివచ్చుటచే సంభాషణా సామర్థ్యము ఘటము యొక్క పరిస్థితిపై ఆధారపడి ఉండును. పైగా మాగ్నెటో కేంద్రముతో పోల్చిచూడ ఈ విధానమునందు వలయములు క్లిష్టతరమైనవి.

కేంద్ర ఘట సిగ్నలింగు - 2; అంత్యసంకేతమును ఇచ్చుటలో తప్ప ఈ విధానము పై విధానమువలె ఉండును. ఇందు అంత్య సంకేతము ఋజు విద్యుత్తును ఆపివేయుట ద్వారా కలుగును. పై విధానమునందు లైనును ఎర్తు చేయుటవల్ల ఈ సిగ్నలు కలుగును.

కేంద్ర ఘట విధానము: చేతితో పనిచేయు విధానములందు ఇది ఉత్తమమైనది. అందుచేత ఇది బహుళ ప్రచారములో ఉన్నది. ఇందు పిలుచు, అంతమొందుచు సంకేతములు రెండును స్వతశ్చలితములే. చందాదారునికి స్థానిక మాగ్నెటో ఉత్పత్తి యంత్రముగాని, ఘటముగాని అనవసరము. కేంద్రమువద్ద గల ఘటము ఉమ్మడిగా సిగ్నలింగుకు, సంభాషణకు కూడ ఉపయోగపడును. ప్రసార సామర్థ్యము చందాదారుని తంతి నిరోధముపైన మాత్రమే ఆధారపడి ఉండును. కాని, ఇందు ఉపయోగపడు వలయములు క్లిష్టతరమైనవి.

స్వతశ్చలిత కేంద్రములు: పైన చెప్పిన విధానములు అన్నిటియందు స్విచ్చింగు మొదలగు పనులు అన్నియు ఆపరేటర్లవలన జరుగును. కాని, స్వతశ్చలిత కేంద్రమునందు విద్యుత్తు అయస్కాంత యంత్రసాధనముల ద్వారా ఈ పనులు అన్నియు వాటంతట అవే జరుగును. సంపూర్ణ స్వతశ్చలితమైన స్విచ్చింగు విధానము పురాతనమైనదే. బెల్ టెలిఫోను కనిపెట్టిన నాలుగు సంవత్సరములలోపునే డేనియల్ కానోలీ, టి. ఏ. కానోలీ, టి. జె. మాక్‌టిగ్ స్వతశ్చలితమైన స్విచ్చింగు విధానమునకు 1879లో పేటెంటు పొందిరి. కాని, అది వాణిజ్య సరళిలో సఫలత పొందలేదు. 1891 లో కాన్‌సాస్‌కు చెందిన స్ట్రౌజర్ స్వతశ్చలిత స్విచ్చింగు విధానమునకు పేటెంటు పొందెను. ఈ విధానము నందు ఇద్దరు చందాదారుల మధ్య పిలుపులకు ద్విగమన సెలెక్టర్లు వాడబడును. ద్విగమన సెలెక్టరు పని చేయు విధానము రేఖాచిత్రముపై X, Y భుజములను బట్టి బిందువును గుర్తించుటను పోలి ఉండును. కాని, దీనికి చందాదారుని వద్దనుండి కేంద్రమునకు అయిదు తీగెలు అవసరమయ్యెను. దీనినే మార్పుచేసి అధునాతన స్ట్రౌజర్ విధానమునందు ఉపయోగించుచున్నారు. స్వతశ్చలిత కేంద్రస్థాపన వ్యయము చేతితో పనిచేయు కేంద్రస్థాపన

వ్యయముకంటె హెచ్చు అగును. కాని, స్వతశ్చలిత విధానము క్రింది ప్రయోజనములను ఒసగును: 1. నిర్వహణ వ్యయము తక్కువ; 2. చందాదారుల మధ్య సంభాషణ రహస్యముగా ఉండును; 3. చేతితో పనిచేయు కేంద్రములలోవలె మానవ సంబంధమగు అడ్డులు, ఆలస్యములు ఇందు ఉండవు. ఈ కారణముల వలన స్వతశ్చలిత కేంద్రములు త్వరితముగా ప్రజాదరణలోకి వచ్చుచున్నవి.

స్వతశ్చలిత విధానమునందు చందాదారునికి డయల్ కల టెలిఫోను పరికరము ఇవ్వబడును. స్వతశ్చలిత విధానమునందు అవసరమగు ఇతర ముఖ్య సాధనములు: 1. యూనిసెలెక్టరు; 2. స్ట్రౌజర్ స్విచ్చి. ఇవి రెండును చిత్రము - 4 న చూపబడినవి.

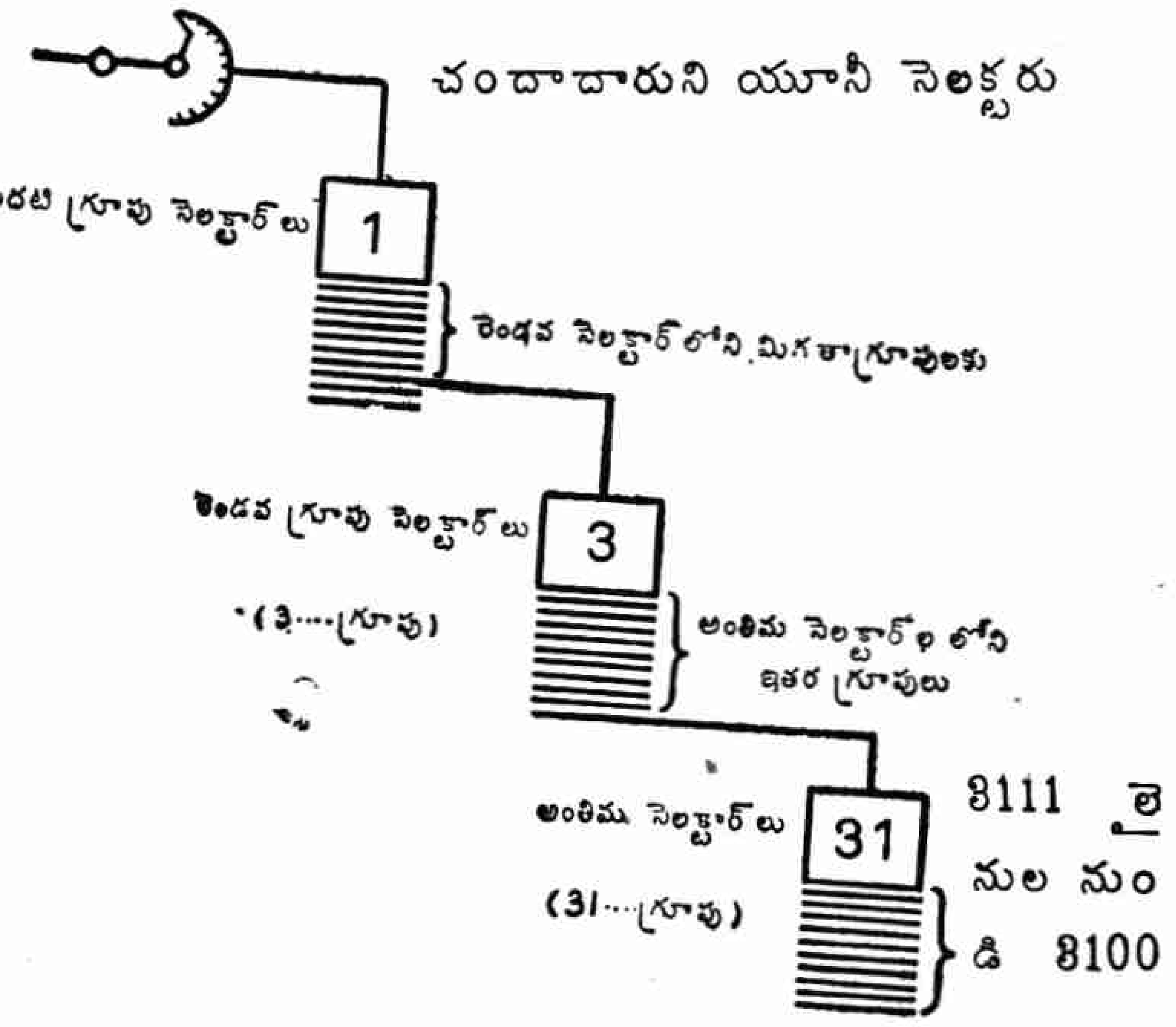
యూనీ సెలెక్టరు: ఇది మెట్టునుంచి మెట్టుకు ఎక్కు పరిభ్రమణ స్విచ్చి. దీనికి పాల్ - రాచెట్ మెకానిజమ్ ఉండును. దీనివలన ప్రతి మెట్టువద్ద వైపర్లు చుట్టు ఉన్న స్పర్శలను తాకుచు తిరుగును. రిలే ఆర్మేచరు విడువబడినపుడు వైపర్లు ఒక జత స్పర్శల మధ్య సంబంధము నెరపును. యూనీ సెలెక్టర్‌లు సాధారణముగా అయిదు అంతస్తుల వరకు స్పర్శగుంపులను కలిగి ఉండును. ప్రతి గుంపునందు 25 వరకు స్పర్శలు ఉండి 25 బహిర్గమన మార్గము (ఔట్ లెట్) లకు పనికి వచ్చును. దీనికి బదులు ఒక స్పర్శ స్వస్థానముగాను, మిగతవి బహిర్గమన మార్గములుగాను వాడుకొనవచ్చును. గుంపులందు స్పర్శలు ఒక అర్ధవృత్తము మీద సమాన దూరములో ఉండును. వైపర్లకు రెండు చివరలను స్పర్శలు ఉండి జతలుగా ఉండును. ఇవి రాచెట్ చివరనున్న గొట్టము మీద అమర్చ బడును.

ద్విగమన సెలెక్టరు: దీని వైపర్లు చోదక అయస్కాంత ప్రభావము వలన ఒకటి మొదలు పది వరకు మెట్లపైకి ఎక్కును. మరియొక భ్రమణ చోదక అయస్కాంతము వలన ప్రతి మెట్టు వద్దను సమతలములో ఒకటి నుండి పది స్థానముల వరకు తిరుగును. తత్ఫలితముగ ప్రతియొక్క అంతర్గమన మార్గమునకు 100 బహిర్గమన మార్గములు ఉండును. స్విచ్చియొక్క ప్రతి స్థితికి గత్యంతరము కలిగించినచో బహిర్గత మార్గములు ద్విగుణీకృతము అగును.

రెండు వేల రకపు స్విచ్చిలకు పూర్వపు వానియందు సెలెక్టరు స్పర్శలను యథాస్థితికి తీసికొని వచ్చుటకు మరియొక అయస్కాంతము ఉపయోగింపబడినది. కాని, 2,000 తరహా స్విచ్చిలందు స్వస్థానమునకు వచ్చుట భ్రమణ అయస్కాంతము ద్వారానే జరుగును. ఏ అంతస్తునందైనను వైపర్లు ఆగిన స్థలము నుండి ముందుకు 12 వ స్థానమువరకు భ్రమించి క్రిందకు దిగజారి స్వస్థానము చేరును.

స్వతశ్చలిత కేంద్రము పనిచేయు విధానము: ఇందు చందాదారునికి తాను పిలుచుటకు వీలున్నదో లేదో, తనకు కావలసిన వ్యక్తి పలుకుటకు సిద్ధముగా ఉన్నాడో లేడో లేదా తనను ఎవరైనా పిలుచుచున్నారేమో అనునవి తెలియవలెను. ఇందుకు అవసరమగు పలురకముల రింగింగు స్వరములు కేంద్రము వద్ద ఉత్పన్నమగును.

పిలుచు చందాదారుడు తన హాండ్ సెట్టును ఎత్తినపుడు అతని లైనుకు సంబంధించిన యూనీ సెలెక్టరు ఒక ఖాళీగా ఉన్న గ్రూప్ సెలెక్టరు కొరకు వేటాడును. ఖాళీగా ఉన్న గ్రూప్ సెలెక్టరు దొరికినచో చందాదారునికి 33 సెకిళ్ల డయల్ స్వరము వచ్చును. అనగా అతను కావలసిన నంబరును డయల్ చేయవచ్చునని సూచన. డయల్ చేయుచున్నపుడు నంబరును బట్టి లైనుకు వెళ్లు బుజు విద్యుత్తు వలయము (D.C.) ఛేదింపబడి డిజిట్ ప్రకారము మొదటి గ్రూప్ సెలెక్టరు కావలసిన అంతస్తుకు పైకి వెళ్లును. ఆ అంతస్తు చేరగనే ఈ గ్రూప్ సెలెక్టరు ఖాళీగా ఉన్న రెండవ గ్రూప్ సెలెక్టరు కొరకు వేటను ఆరంభించును. డయల్ చేసిన నంబరునందలి రెండవ సంఖ్యా స్థానములను అనుసరించి రెండవ గ్రూప్ సెలెక్టరు అవసరమైన అంతస్తునకు చేరుకొనును. ఆ మీదట రెండవ గ్రూప్ సెలెక్టరు ఖాళీగా ఉన్న చివరి సెలెక్టరు కొరకు వేటాడును. మూడవ, నాలుగవ సంఖ్యా స్థానములు చివరి సెలెక్టరును అవసరమగు మెట్టుకును, సమతలములో కావలసిన స్థానములకును తీసికొని వెళ్ళి పిలువబడు చందాదారుని లైనును కలుపును. పదివేల లైనులు కలిగిన కేంద్రము యొక్క ట్రంకింగ్ విధానము చిత్రము - 6 నందు చూపబడినది.



చిత్రము - 6

ట్రంకింగ్ విధానము (నాన్ డైరెక్టర్ టైప్)

పిలువబడిన చందాదారుని లైను దొరికినపుడు సెకనులో నాలుగవ దశాంశము పాటు సాగి, రెండు దశాంశముల

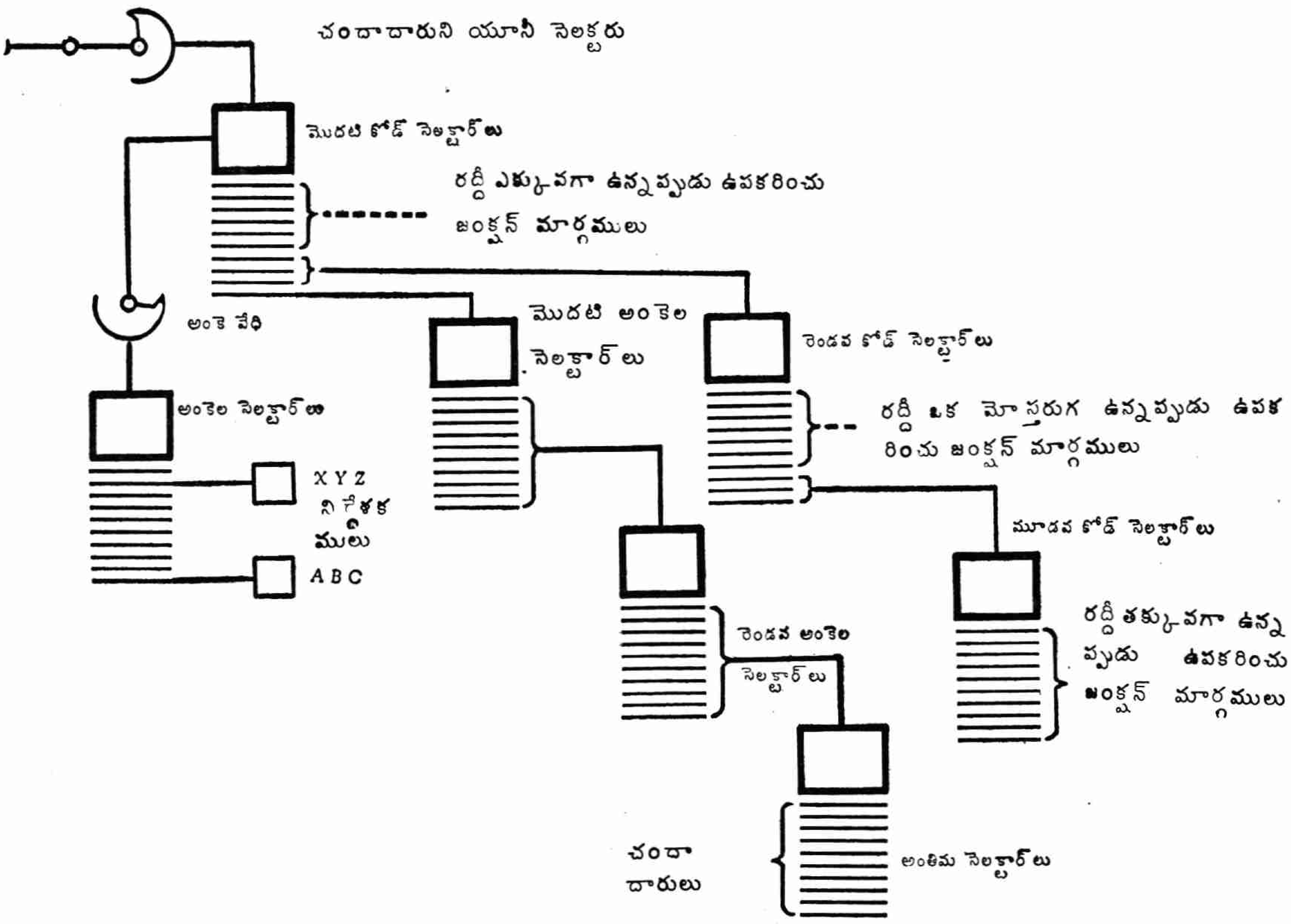
పాటు ఆగి, మరల నాలుగు దశాంశముల పాటు సాగి, రెండు సెకనులు ఆగి, మరల ఈ విధముగా ఆగి సాగు చుండు 133 సైకిళ్ల డయల్ స్వరము అతనికి అందింపబడి అతనిని హెచ్చరించును.

అట్లుకాక పిలువబడిన చందాదారుని లైను మరి ఎవరికో ఉపయోగపడుచుండిన ఎడల క్రమముగ $\frac{3}{4}$ సెకను సాగి ఆగు నాలుగువందల సైకిళ్లు గల 'పనిలో ఉన్నట్లు తెలుపు స్వరము' వచ్చి, పిలుచు చందాదారునికి తన ఫోనుదించి కొంత ఆగి - మరల ప్రయత్నించమని హెచ్చరించును.

లైనునందలి దోషమువల్ల గాని, ఎవ్వరికి కలుపబడని అదనపు నెంబరును పొరపాటున డయల్ చేయుట గాని జరిగి పిలువబడిన చందాదారుడు దొరకే అవకాశము లేనపుడు పిలుచు చందాదారునికి నాలుగువందల సైకిళ్ల ఆగని స్వరము వచ్చును.

నిర్దేశక కేంద్రము (డైరెక్టర్ ఎక్ఛేంజి): చాల ఎక్కువ కేంద్రములు కల ప్రాంతములందు అనిర్దేశక కేంద్రముల కంటె నిర్దేశక కేంద్రములు లాభదాయకములు. ఇటువంటి చోట్ల ఎన్నో కేంద్రములు ఉండుటవలన వివిధ కేంద్రముల మధ్య కలియక చాల తరుచుగ అవసరము అగును. ఈ విధానము చందాదారు లందరికీ ఒకే తరహా నంబరులను ఇచ్చుటయే కాక, ట్రంకింగ్ విధానమును కూడ సౌలభ్య పరచును. అతి తక్కువ అదనపు పరికరములతో వివిధ రుసుముల మీటరింగ్ విధానమును కూడ ఇందు అమర్చ వచ్చును.

ఈ విధానమునందు ప్రతి కేంద్రమునకు ఒకకోడ్ నంబరు ఇవ్వబడును. అంతేకాక, చందాదారునివద్ద నుండి వచ్చిన డయల్ కోడ్‌ను అనుసరించి కొన్ని ఇంపల్సులను పంపి అతి పొదుపుగా పిలుపును మార్గీ



చిత్రము - 7

నిర్దేశక కేంద్రము యొక్క మౌలిక ట్రంక్ విధానము

పై రకపు కేంద్రములను అనిర్దేశక (నాన్ - డైరెక్టర్) కేంద్రములందురు. ఇది ఒక మాత్రము విస్తీర్ణము కల ప్రాంతమునకు పనికివచ్చును.

కరించు సాధనము కూడ ఉండును. ఈ విధానమును తర్జుమా అందురు. ఈ తర్జుమా చేయు భాగమును నిర్దేశకము అని అందురు.

చిత్రము - 7 నందు నిర్దేశక కేంద్రము యొక్క మౌలికమైన ట్రంక్ విధానము చూపబడినది. చందాదారుడు తన హాండ్ సెట్టును ఎత్తగానే అతని యూనీ సెలెక్టరు ఖాళీగా ఉన్న ఒక ప్రథమ కోడ్ సెలెక్టరును వేటాడి పట్టుకొనును. మొదటి కోడ్ సెలెక్టరుకు సంబంధించి 'A' డిజిట్ హాంటర్స్ ఉండును. 'A' డిజిట్ హాంటర్స్ యొక్క స్పర్శల గుంపుకు 'A' డిజిట్ సెలెక్టరు కలుపబడును. మొదటి కోడ్ సెలెక్టరు దొరకగానే 'A' డిజిట్ హాంటర్ 'A' డిజిట్ సెలెక్టరు కొరకు గాలించి మొదట ఖాళీగా దొరకిన దానిని పట్టుకొనును. అప్పుడు పిలుచు చందాదారునికి డయల్ స్వరము అందును. డయలింగ్ జరుగుచుండగా మొదటి డిజిట్‌కు సంబంధించిన 'A' డిజిట్ సెలెక్టరు కావలసిన అంతస్తుకు ఎక్కి అక్కడ ఖాళీగా ఉన్న నిర్దేశకము కొరకు వెదకును. అటులనే (ఉన్నచో) రెండవ, మూడవ డిజిట్లుకు సంబంధించిన ఇంపల్స్‌లు ఇతర సెలెక్టరుల కొరకు వెదకి చివరకు పిలుపు యొక్క గమ్యమును నిర్దేశించును.

పిలువబడిన చందాదారుని నెంబరు నందలి తరువాతి భాగము నిర్దేశకముచే గ్రహింపబడి, ఇది రికార్డు అగుచుండగా నిర్దేశకము 'A' డిజిట్ హాంటర్ల ద్వారా మార్గీకరించు డిజిట్లను ప్రథమ కోడ్ సెలెక్టరుకు పంపును. మొదటి ఇంపల్స్‌ల వరుస మొదటి కోడ్ సెలెక్టరును పైకి ఎక్కించగా రెండవ, మూడవ ఇంపల్స్‌ల వరుసలు రెండవ, మూడవ కోడ్ సెలెక్టరులను వలసిన స్థానములకు కొనివచ్చును. కోడ్ అయిపోయిన వెంటనే నిర్దేశకము నంబరు నందలి సంఖ్యా భాగమును పునఃప్రసారము చేయుట ద్వారా అంకెల సెలెక్టరులను నిర్ణీత స్థానమునకు కొనివచ్చును. ఈ తరువాతి భాగము అనిర్దేశక కేంద్రమునందు వలెనే ఉండును. ఇది జరిగి పిలువబడిన చందాదారుని నంబరు ప్రసారము కాగానే A డిజిట్ సెలెక్టరు, నిర్దేశకము ఇతర పిలుపుల కొరకు సిద్ధమగును. ఈ పనులన్నియు క్షణములలో జరుగును. వీటియందు ఉపయోగపడు స్విచ్చింగ్ వలయములు ఆచరణయందు చాల క్లిష్టభూయిష్ఠముగా ఉండును.

క్రాస్ బార్ కేంద్రము; పైన ఉదాహరించిన స్వతశ్చలిత విధానములు అన్నియు మౌలికముగా స్ట్రౌజర్ ద్విగమన సెలెక్టురులను ఉపయోగించును. ఇవి చప్పున చెడిపోవు స్వభావము కలిగి ఉండుటవలన వీనిని జాగ్రత్తగా సంరక్షించుకొనవలసిన అవసరము కలుగును. క్రాస్ బార్ విధానమునందు గమన సెక్టరులు లేకపోవుటయేగాక ఇంకనూ ఇతర లాభములు ఎన్నియో కలవు.

అంచెలు అంచెల విధానమునందు పిలుచువాని నుండి పిలువబడువానికి, పిలుపు నంబరునుబట్టి ముందే నిర్ణయింపబడిన ఒక మార్గము ద్వారా చేరును. క్రాస్ బార్ విధానమునందు నిర్ణీతమార్గము దొరకకపోయినచో మార్కరు విధానము అనునది మరొక మార్గము ద్వారా పిలుపును చేర్చగలుగును. దీనివలన ట్రంక్ లైనుల ఉపయుక్తత ఎక్కువ అగుచున్నది. అంతేకాక, ఈ పరిస్థితియందు ఎక్కడైనను ఏదైన యంత్రము చెడిపోయిన ఎడల ఆ తప్పు గ్రహింపబడి అలారమ్ ధ్వనించును. పిలుపు అందుటకు పట్టు కాలము చాల తక్కువ. చిత్రము - 5 నందు ప్రధానమైన స్విచ్చింగు పనులకు ఉపయోగించు క్రాస్ బార్ స్విచ్చి చూపబడినది.

క్రాస్ బార్ విధానము ఇప్పుడు ఎక్కువ ప్రచారములోనికి వచ్చుచున్నది. దక్షిణ భారతదేశములో మొట్టమొదటి క్రాస్ బార్ కేంద్రము 1966 లో మద్రాసు నగరమునందు త్యాగరాయనగరములో ప్రారంభింపబడినది.

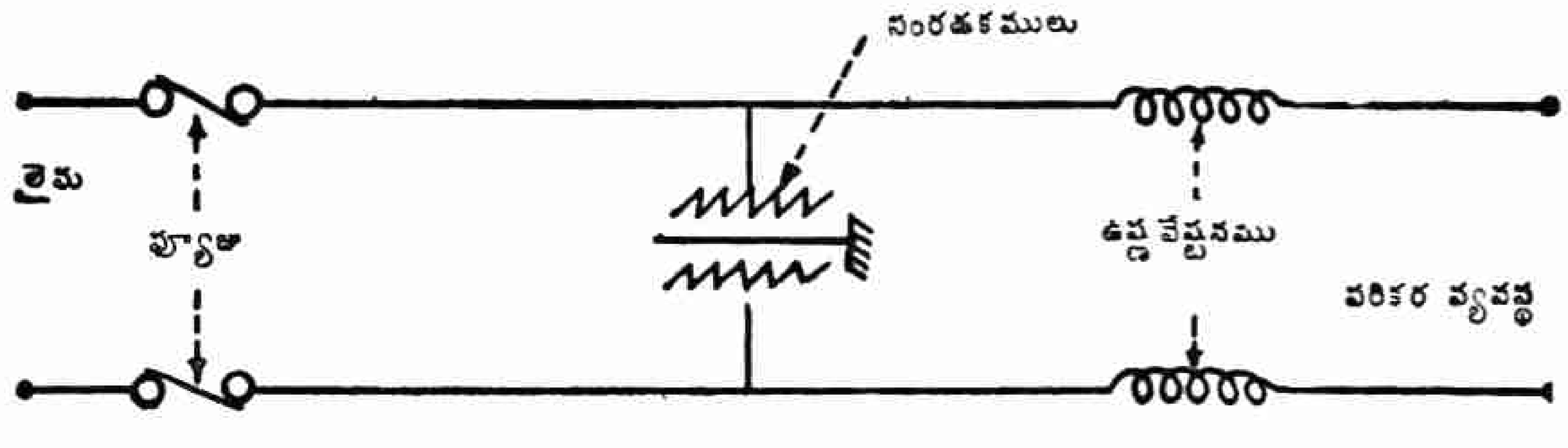
కేబిలు, వైర్లు, కేంద్రమువద్ద రక్షణ: టెలిఫోను కేంద్రమువద్ద కావలసిన పరికరములు ఆ కేంద్రము యొక్క తరహానుబట్టి మారుచుండును. కాని, పరికరములను ఒకదానికి ఒకటి కలుపు పద్ధతి మాత్రము అన్ని తరహా కేంద్రములకును ఇంచుమించు ఒకే రీతిగా ఉండును.

ఒక్కొక్క విభాగములో ఉన్న చందాదారులందరికి ఒకే కేబిలు చొప్పున భూమ్యంతర్గతమైన పెద్ద కేబిల్ ద్వారా లైనులు అన్నియు టెలిఫోను కేంద్రమును చేరును. చందాదారుల నంబర్లకు వారి భూగోళస్థితికి మాత్రము ఎట్టి సంబంధము ఉండదు. కాని, కేంద్రములో లైనులు అన్నియు వరుసక్రమములో ఉండవలెను. కనుక, ఏ చందాదారుని లైనునైనను కేంద్రములోని ఏ పొజిషన్ నంబరుకైనను కలుప వీలు ఉండవలెను. ఈ విధముగా కలుపుటకు కేంద్రములో 'ప్రధాన పంపిణి చట్రము' ఒక దానిని ఉపయోగింతురు. ఇదే చట్రమును రక్షణ పరికరములను అమర్చుటకు కూడ ఉపయోగింతురు. లోపలనుండి, బయటినుండి వచ్చు కేబిలులు దీనిని చేరునుగాన కేంద్రములోపల బయటనున్న పరిస్థితులను పరీక్షించుటకు ఈ చట్రము చాల అనువుగా ఉండును.

పెద్ద కేంద్రములలో ఈ ప్రధాన చట్రము కాక ఉపచట్రము అనునది కూడ ఉండును. చిన్న కేంద్రములలో ఇవి వేర్వేరుగా ఉండవు. ఈ ఉపచట్రముద్వారా కేంద్రములోని చందాదారుల లైనులు అన్నియు ఆపరేటర్లకు సమానముగ పంచుటకు వీలగుచున్నది. స్వతశ్చలిత కేంద్రములలో ఈ ఉపచట్రము వచ్చు పిలుపులను యూనీ

సెలెక్టరులు మొదలగు సాధనములకు పంచి ఇచ్చుటకు తోడ్పడును. అంతేగాక, ఈ ఉప చట్రము వలయములను ఒక దానికి ఒకటి కలుపుటకు, తప్పులు పట్టుకొనుటకు కూడ ఉపయోగపడుచున్నది.

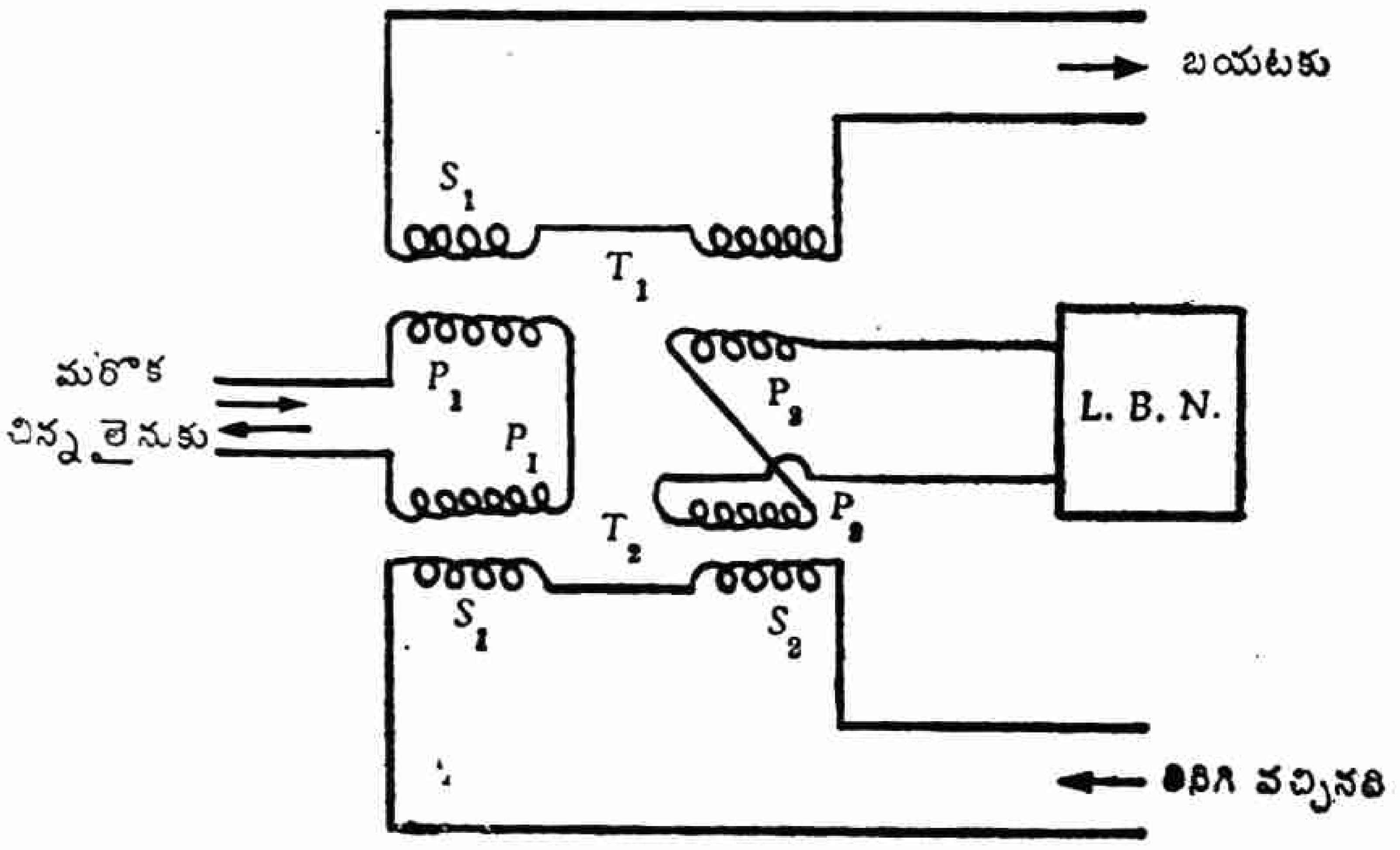
చందాదారులకు, కేంద్రములోని పనివారలకు, కేంద్రములోని పరికరములకు మెరుపులనుండి, ఇతర అవాంఛనీయమైన విద్యుత్తునుండి రక్షణ కావలెను. దీనికై ఫ్యూజులు, ఉష్ణవేష్టనములు, రక్షకములు మొదలగునవి లైనుల చివర కలుపబడి ఉండును. ప్రధాన పంపిణీ చట్రమునకు కేంద్రము వైపున ఇవి అమర్చబడి ఉండును. ఒకటిన్నర ఆంపియర్ల బలము గల ఈ ఫ్యూజు ద్వారా 3 ఆంపియర్ల విద్యుత్తుప్రవాహము ప్రవహింపచేసిన అది వెంటనే మాడిపోవును. ఉష్ణవేష్టనమునందు 3 దశాంశ ఆంపియర్ల విద్యుత్తు కొన్ని గంటలు ప్రవహించగలదు. కాని, ఈ విద్యుత్తు 5 దశాంశ ఆంపియర్లు అయినచో $3\frac{1}{2}$ నిముషములలో కాలిపోవును. అవాంఛనీయ విద్యుత్తు అధికముగా ఉన్నప్పుడు మాడిపోవు ఈ వేష్టనము లైనను భూమికి కలిపి కేంద్రములోని పరికరములకు రక్షణ కల్పించును. రక్షకమునందు రెండు చిన్న కార్బన్ దిమ్మెలు ఒక చదునైన స్ప్రింగుకు, ఎర్త్ చేయబడిన మరియొక ప్లేటునకు మధ్య బిగింపబడి ఉండును. దిమ్మెలు ఒక చివర నుండి మరొక చివరకు సన్నముగా చెక్కబడి ధూళి పట్టకుండ పూత పూయబడి ఉండును. ఇదిగాక, అతిపలుచగా ఇన్సులేషను వార్నిషు కూడ పూయబడి ఉండును. మెరుపులు గాని, మరియే విధమైన 750 వోల్టులకు మించిన అవాంఛనీయమైన విద్యుత్తుగాని వీనిపై బడినపుడు ఇన్సులేషను పగిలి విద్యుత్తు భూమికి ప్రవహించుట ద్వారా పరికరములకు కల్పించబడుచున్నది. చిత్రము - 8 లో కేంద్రములోని రక్షక పరికరములు చూపబడినవి.



చిత్రము - 8

కేంద్రములోని రక్షక పరికరములు

పునరుచ్చారకములు : టెలిఫోను పద్ధతిలో సుదూర వార్తాయానము గురించి మొదటినుండియు అనేక విజ్ఞానులు కృషి చేయుచుండిరి. శబ్దసంకేతములు లైనుపై ప్రయాణించునపుడు క్రమముగ క్షీణించుచుండుట కద్దు. అందుచే సుదూరప్రసారము కొరకు అక్కడక్కడ ఎలక్ట్రానిక్ విస్తారకములను ఏర్పాటు చేయుదురు. టెలిఫోను అనునది రెండు ప్రక్కలనుండి వచ్చు సంకేతములతో కూడినది. కాని, పై విస్తారకములు ఒక ప్రక్కనుండి వచ్చు సంకేతములను మాత్రమే విస్తరింపచేయును. కావున, ఒక వైపుకు ఒకటి చొప్పున రెండు విస్తారకములను ఉపయోగింతురు. సంప్రదాయ పద్ధతిలో ఈ రెంటిని కలిపినచో ఒకదానినుండి బహిర్గమించు సంకేతములు రెండవ విస్తారకము ద్వారా మరల మొదటిదాని లోనికి వచ్చుటవలన కూతలు వినబడును. దీనిని 'సింగింగ్' అందురు. దీనిని నివారించుటకు సంకర (హైబ్రిడ్) పరిణామకములను ఉపయోగింతురు. వీని ద్వారా అవాంఛనీయ వలయములు ఏర్పడక పోవుటవలన కూతలు రాకుండ ఉండును. ఈ పద్ధతిలో అమర్చబడిన విస్తారకములను 'పునరుచ్చారకములు' అందురు. సంకర పరిణామకమునందు అడ్డముగా కలుపబడిన సమానతగల తీగె చుట్టల సముదాయము ఉండును [చూ. చిత్రము-9]. ఇది సరిగా పని చేయుటకొరకు వేరు వేరు చుట్టలు ఒకదానితో నొకటి కచ్చితముగ సరితూగవలెను.



చిత్రము - 9

హైబ్రిడ్ ట్రాన్స్ ఫార్మరు

అంతేగాక, చందాదారుని రెండు తీగెల లైను యొక్క ప్రతిబంధకత కావలసిన సంకేత పౌనఃపున్యములవద్ద లైనును సరితూచు విద్యుత్తువలయ సంచయము యొక్క ప్రతిబంధకతకు సరిపోవలెను.

చందాదారుని వద్దనుండి వచ్చు సంకేత విద్యుత్తు T_1, T_2 పరిణామకముల ప్రేరిత (సెకండరీ) చుట్టలందు సంకేతములను ప్రేరేపించును. T_1 యొక్క ప్రేరితమందు ప్రేరేపించబడిన సంకేతములు 'వెళ్ళు' లైనులోని ఎలక్ట్రానిక్ ఆంప్లిఫయర్లోనికి పోయి విస్తరింపబడును. T_2 ప్రేరితమందు ప్రేరేపింపబడిన సంకేతములు మాత్రము 'వచ్చు' విస్తారకము బయటివైపునకు చేరి నిష్ప్రయోజనములు అగును. లైనును సరితూచు వలయ సంచయములో

ప్రేరేపింపబడిన సంకేతములు ఒకదాని నొకటి రద్దు చేసి కొనును.

ఇదే విధముగ 'వచ్చు' లైను నుండి వచ్చు సంకేత విద్యుత్తు T_2 యొక్క ప్రథమ చుట్ట (P_1, P_2) లందు సంకేతములను ప్రేరేపించును. T_2 యొక్క P_1 లో ప్రేరేపింపబడిన సంకేతములు చందాదారుల లైనులకు ప్రయాణించును. T_1, T_2 యొక్క P_2 చుట్టలను అడ్డుగా కలుపుట వలన T_1 ప్రేరితములో ఈ సంకేతముల యొక్క ప్రేరణ నివారింపబడుచున్నది. ఇది జరుగుటకు లైనును సరితూచు వలయసంచయము యొక్క ప్రతిబంధకత సంకేత పౌనఃపున్యములు అన్నిటివద్ద చందాదారుని లైను యొక్క ప్రతిబంధకతతో సమాన విలువను కలిగి ఉండ వలెను. ఈ విధముగా సంకరపరిణామకము 'వచ్చు' విస్తారకమునుండి వెలువడు సంకేతమును 'వెళ్ళు' విస్తార కములోనికి చొరనీయకుండా చేసి కూతలను నివారించును.

వాహక టెలిఫోను పద్ధతి: ఈ పద్ధతిని ప్రవేశపెట్టుట వలన లైను యొక్క ప్రసారసామర్థ్యము అనేక రెట్లు పెరుగుచున్నది. ఇందు ఒకే భౌతికవలయమునందు అనేక టెలిఫోను స్రోతస్సులను ఏర్పరుపవచ్చును. వివిధ స్రోతస్సులనుండి వచ్చు శబ్దతరంగములను ఉపయోగించి వివిధ పౌనఃపున్యములు గల వాహకములను పరివర్తనము నొందింతురు. ఈ పరివర్తిత సంకేతములు అన్నియు ఒకే భౌతిక వలయముపై దూరపు కొసకు ప్రసారితము అగును. గ్రాహకము వద్ద వివిధములైన పరివర్తిత పౌనఃపున్యము లన్నియు వివిధ గ్రాహకములోనికి తీసికొనబడి అచ్చట విపరివర్తనమునొంది, వినబడు స్థాయికి విస్తరింపబడు చున్నవి. ప్రసారక, గ్రాహక కేంద్రముల రెండింటివద్దను బాండ్‌పాస్ ఫిల్టరుల ద్వారా పరివర్తిత పౌనఃపున్యములు అన్నియు వివిధ స్రోతస్సులుగా విభజింపబడుచున్నవి. బలమును కోల్పోయిన సంకేతములను విస్తరించుటకొరకు అచ్చటచ్చట పునరుచ్చారకములను ఉపయోగింతురు.

వాహక టెలిఫోను పద్ధతి వాణిజ్య సరళిలో ప్రథమముగ 1918 లో ఉపయోగింపబడినది. ఇందు స్తంభములపై నడచు ఒకే లైనుపై నాలుగు అధిక స్రోతస్సులు పొంద బడినవి. ఈ నాడు ఈ శాస్త్రవిషయములో సాధింపబడిన ప్రగతి వలన ఒకే లైనుపై 16 నుండి 24 స్రోతస్సులవరకును పొందగలుగుచున్నారు.

వాహక పద్ధతికి భూమ్యంతర్గతమైన కేబిలులను కూడ వాడుదురు. కాని, వీటియందు సంకేత శక్తి స్వల్పదూరము లకే క్షీణించును. అందువలన పెక్కు పునరుచ్చారకములను ఉపయోగింపవలసి ఉండును. ఈ రోజులలో స్తంభములపై నడచు జతలో ఎన్ని స్రోతస్సులు పంపనగునో భూమ్యంతర్గత కేబిలులోని జతయందు కూడ అన్ని స్రోతస్సులను ప్రసారము చేయనగును.

వాహక టెలిఫోను పద్ధతి ముందంజ వేయుటకు సహాక్షక కేబిలు నిజమైన కారణము. 19 వ శతాబ్దములోనే కెల్విన్, ఏ. రస్సెల్ అనువారు సహాక్షక కేబిలుయొక్క ప్రసారణ ధర్మములను విస్తారముగ పరిశీలించిరి.

ప్రస్తుతము సహాక్షక కేబిలులు అధిక పౌనః పున్య విస్తృతి గలవిగా చేయబడుచున్నవి. ఇందుమూలముగ వందల కొలది స్రోతస్సులు లభ్యమగుచున్నవి. ప్రస్తుతము తయారు చేయబడుచున్న కేబిలు అనేకమైన సంప్రదాయ జతలను, 8 సహాక్షకములను కలిగి ఉండును. ఈ విధముగ తయారు చేయబడిన కేబిలు వేలకొలది వర్తమానములను ఒకేమారు పంపగలదు. కాని, ఇట్టి వాహక పద్ధతి ఎంత వరకు పొదుపగుననునది కొనలను అమర్చబడిన పరికర సముదాయమును బట్టి ఉండును. ఈ ప్రకారము చూచిన ఎక్కువ దూరములకు ఈ పద్ధతిని ప్రవేశ పెట్టుట లాభ దాయకము కాదని తెలుచున్నది.

విద్యుత్తు తీగలపై వాహక టెలిఫోను విధానము: ఈ రోజులలో ప్రతి దేశములోను దిట్టమైన విద్యుత్తు తీగెలపై కూడ వాహక వర్తమాన సంకేతములను ప్రసారము చేయుచున్నారు. విద్యుత్తు తీగెలను ఉపయో గించుటవలన ప్రత్యేకముగ స్థాపన, నిర్వహణ ఖర్చులు లేక పోవుటచే ఈ వాహక పద్ధతి చాల ఆదాగా ఉన్నది.

ఈ వాహక పద్ధతిలోని పౌనః పున్యములు ఒక వైపు విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క పౌనఃపున్యముతో సంబంధము ఉండ కుండునట్లు, మరియొక ప్రక్క రేడియోకు ఉపయోగించు దీర్ఘ, మధ్యస్థ తరంగములతో సంబంధము లేకుండునట్లు జాగ్రత్తగ ఎన్నుకొనబడుచున్నవి. భారతదేశములో విద్యుత్తు తీగెలపై వాహక తరంగముల ప్రసారమునకు 50 కిలో సైకిళ్లనుండి 600 కిలో సైకిళ్ల మధ్యనున్న పౌనఃపున్య ములు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. పంపించు చివర, అందు కొను చివర కూడ సరియైన జోడింపుచేయు సాధనముల ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి పౌనఃపున్యములు వాహక పరికరము లోనికి, వాహక తరంగములు శక్తిజనకము లోనికిగాని, పంపిణి పరిణామకముల లోనికిగాని చొరకుండ చేయుదురు.

సుదూరములకు డయల్ చేయుట: దీనిని చందా దారుడు ట్రంక్ డయలింగ్ చేయుపద్ధతి అందురు. టెలిఫోను పద్ధతి తొలి రోజులలో నేరుగా డయల్ చేయుట కేవలము ఊరిలోని పిలుపులకు మాత్రమే పరిమితమయ్యేడిది. ట్రంక్ పిలుపులు మాత్రము మానవ సహాయముతోనే చేయ

బడెడివి. కాని, 1955 ప్రాంతము నాటికి అనేక దేశములలో కొలది కొలదిగ ట్రంక్ డయలింగ్ పద్ధతి మొదలు పెట్ట బడినది. ప్రస్తుతము భారతదేశములోని కొన్ని ప్రముఖ నగరముల మధ్య ట్రంక్ డయలింగ్ పద్ధతి (మాటవరుసకు మద్రాసు - బెంగుళూరు మధ్య) అమలులో ఉన్నది. ఈ పద్ధతిలో మొదట కొన్ని అంకెలు కావలసిన ప్రాంతమును చేరుటకు ఉపయోగపడును. తరువాత డయల్ చేయబడిన అంకెల ద్వారా ఆ ప్రాంతములో కావలసిన చందాదారుని నేరుగా పొంద వీలగుచున్నది.

రేడియో టెలిఫోను పద్ధతి: ప్రతి జాతి యొక్క దైనం దిన జీవితములోను రేడియో టెలిఫోను పద్ధతి అనేక రంగములలో ప్రముఖ పాత్రను వహించుచున్నది. వాణిజ్య దృష్ట్యా దేశములో రెండు కేంద్రముల మధ్య గాని, ఒక దేశమునుండి మరొక దేశమునకు గాని సమాచారములు పంపుటకు ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించుచున్నారు.

శబ్ద తరంగములతో అధిక పౌనఃపున్యవాహకమును పరివర్తించి, పరివర్తిత సంకేతములను ఏరియల్ ద్వారా ఆకాశములోనికి ప్రసరింపజేయుదురు. గ్రాహక కేంద్రము వద్ద ఈ సంకేతములు మరియొక ఏరియల్‌చే గ్రహింపబడి విస్తారము చేయబడిన పిదప, విపరివర్తనము నొంది మొదట ఉపయోగించిన శబ్దతరంగములను తిరిగి ఇచ్చును. అవసరమైనచో వీనిని మరల విస్తారముచేసి వినబడునట్లు చేయవచ్చును.

పరివర్తన పద్ధతులలో మిక్కిలి సరళమైనది ఆవర్తి విస్తారపరివర్తనము. దీనిలో పరివర్తించు తరంగము యొక్క విస్తారమునుబట్టి పరివర్తిత (సైన్‌సాయిడల్) తరంగము యొక్క విస్తారము మారుచుండును. ఇదిగాక, పౌనఃపున్యపరివర్తన, ఫేజ్ పరివర్తన, పల్స్‌పరివర్తనములు అనునవి కూడ కలవు. పౌనఃపున్య పరివర్తన పద్ధతిలో పరివర్తించు తరంగము యొక్క విస్తారమునుబట్టి ప్రవర్తింపబడు సైన్‌సాయిడల్ తరంగ వాహకము యొక్క పౌనఃపున్యము ఆ ప్రసారిణికి, నిర్దేశింపబడిన పౌనఃపున్యమునకు ఇరువైపుల ఊగాడుచుండును. ఒక సెకనులో ఎన్నిసార్లు ఊగుననునది పరివర్తించు తరంగము యొక్క పౌనఃపున్యమును బట్టి ఉండును. ఫేజ్ పరివర్తనలలో బహిర్గతమగు తరంగము యొక్క టైమ్‌ఫేజ్ పరివర్తించు తరంగ విస్తారమునుబట్టి మారుచుండును. ఈ మార్పుల యొక్క తరచుదనము పరివర్తించు తరంగము యొక్క పౌనఃపున్యముపై ఆధారపడును.

పల్స్ పరివర్తన పద్ధతి అనునది అత్యాధునాతనమైనది. ఇందు వాహక తరంగ విస్తారమును గాని, ఫేజ్‌కోణమును గాని వలసిన విరామములందు 'కీ' చేయుచుందురు.

ఈ పద్ధతి యొక్క అనేక రూపాంతరములు ప్రస్తుతము వాడుకలో ఉండుటయేగాక, భావిలో బహుప్రయోజనకారులుగా ఉండునను ఆశాభావమును కలిగించుచున్నవి.

ఆధునిక పద్ధతులు: 1948 లో బ్రాటెన్, బార్డీన్ షాకిల్ అనువారు ట్రాన్సిస్టర్‌ను సిద్ధపరచుటతో సమాచార శాస్త్ర శాఖలన్నిటిలోను ఒక క్రొత్త యుగము మొదలైనది. ఈ ట్రాన్సిస్టర్ అను సూక్ష్మసాధనము ఎలక్ట్రానిక్ ట్యూబు చేయగల పనులన్నిటిని చేయుటయే గాక దానికంటె ఈ క్రింద పొందుపరుపబడిన అదనపు లాభములను కలిగి ఉన్నది: 1. ఎక్కువ దిట్టతనము; 2 తక్కువ ప్రమాణము; 3. ఎక్కువకాలము మన్నిక (ఆయుర్దాయము); 4. తక్కువ రాశి విద్యుచ్ఛక్తితో పని చేయుట; 5. తక్కువ శక్తిని వృథా చేయుట. ట్రాన్సిస్టార్ వలన తేలిక, భారీ విద్యుత్తు పరికరములను ఎన్నిటినో సూక్ష్మీకరింప వీలగుచున్నది.

పై చెప్పిన సామాన్య అవసరములకే గాక ట్రాన్సిస్టారు స్విచ్చింగు వలయములలో కూడ అత్యంత ఉపయోగకరముగ ఉన్నది. విద్యుత్తు అయస్కాంత సాధనముల ద్వారా సహస్రాంశ సెకనులో జరుగు స్విచ్చింగు క్రియ, ట్రాన్సిస్టారు ద్వారా అందులో కూడ సహస్రాంశ కాలములోనే (అంతకంటె తక్కువ కాలములోను కూడ) జరుగుచున్నది. ఈ కారణముగా కేంద్రములోని పరికర స్థాపనలో విశేషమైన ఆదా జరుగుచున్నది.

ఈ ఘనస్థితి సాధనము సమాచార సంకేతశాస్త్రములో స్విచ్చింగు, ప్రసారణ శాస్త్రము - రెండింటియందును రాగల సంవత్సరములో విప్లవాత్మకమైన మార్పులను తీసికొని రాగలదు [చూ. సం. 2 - పు. 353]. న. ల. నా.

టెలిఫోను - కేబిలులు: టెలిగ్రాఫు, టెలిఫోను ప్రసారములకు ఉపయోగించు లైనులు స్థూలముగా రెండు రకములు. అవి: 1. స్తంభములపై తీగెలు - ఇవి ఎల్లప్పుడు భూమిపైననే ఉండును; 2. ఇన్సులేటెడ్ కేబిలు - ఇవి భూమి లోపల, భూమిపైన, నీటిలోను కూడ ఉండును. ఇందు రెండు ఇన్సులేటు చేయబడిన తీగెలు ప్రక్కప్రక్కగా గాని, ఒకదానిలో ఇంకొకటి గాని ఉండును. ఒక దానిలో ఒకటి ఉండు కేబిలును 'సహాక్షక (కో - యాక్సిల్)' అందురు. ఈ రెండు రకములలోను ఒక తీగెను మరొక తీగెనుండి ఒక ఇన్సులేటరు వేరుచేయును.

టెలిగ్రాఫు ప్రసారములో సాధారణముగా భూమి ఒక తీగెకు బదులు పనిచేయును. భూమి నిరోధము దాదాపు సున్న యగుటచే ఘటము నుండి తీసికొనబడు శక్తి ఆదా అగును.

టెలిఫోను ప్రసారమునందు ఒక తీగెకు బదులు భూమిని ఉపయోగించలేము. ఏలనన, భూ విద్యుత్తు ప్రవాహముల అతి జోక్యత వలన శ్రావ్యశబ్ద (సంకేత) కర్కశధ్వనుల నిష్పత్తి చెడును. కనుక టెలిఫోను ప్రసారమునకు ఉపయోగపడు లైనులు అన్నిటిలోను ఎర్త్ చేయబడని తీగెలను మాత్రమే వాడుదురు. ఎర్త్ విడిగా చేయబడును. బహుస్రోతస్య శ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి ప్రసారమునకు ఉపయోగపడు లైనులకు కూడ టెలిఫోను ప్రసారమునకు ఉపయోగించు లైనులలో వలెనే రెండు తీగెలు అవసరము.

స్తంభములపై ఉండు లైనులు : స్తంభములపైన ఉండు లైనులను స్థాపించుట, నిర్వహించుట సులభము. ఒక సమానాంతర తీగెల జత అతి తక్కువ ఓడుదనము (లీకేజీ) కలిగి మంచి తూకమైన (బాలన్స్‌డు) ప్రసార మార్గముగా పనిచేయును. వీని మధ్య గాలియే అవాహకమయినందున ఇట్టి లైనుకు ఉన్న తాహతు (కెపాసిటీ) కూడ తక్కువగా ఉండి విశిష్ట, ప్రతిబంధకత (కేరక్టరిస్టిక్ ఇంపీడెన్స్) ఎక్కువగా ఉండును.

భూమిపై ఉండు తీగెలు కాని, కేబిలులు కాని స్తంభములపై నడచును. భూమిపై ఉండు కేబిలుల వలన ఎక్కువ వలయములు చౌకగా లభించును. ఇందుకు కారణము రెండు స్తంభముల మధ్య చాల జతల తీగెలున్న కేబిలును బలమైన తీగె ఆధారముగ వేయుటకు వీలగుటయే. భారతదేశమున టెలిగ్రాఫు, టెలిఫోను ప్రసార లైను స్తంభములకు కళాయి వేసిన గొట్టములను ఎక్కువగా వాడుచున్నారు. దృఢపరచిన కర్ర స్తంభములను, పోత ఇనుప స్తంభములను కూడ ఉపయోగించుట కద్దు. లైనును నిలుపుటకు వలయు బలము మీదను, అగు ఖర్చుమీదను, లభ్యమగు వస్తువుల మీదను స్తంభముల ఎన్నిక ఆధారపడి ఉండును. స్తంభము యొక్క ఎత్తు, బలము, మన్నిక అధికము అయినందున కర్ర స్తంభములను వాడుదురు. కర్ర స్తంభములను సాధారణముగా 'క్రియొసోట్' అను రక్షకద్రవములో ఊరబెట్టి గట్టిచేయుదురు. వాతావరణ మార్పుల వలన చెడిపోకుండ స్తంభము చివర ఒక ధాతు కప్పును అమర్చుదురు. లైను నడచు ప్రాంతము మీద స్తంభము ఎత్తు ఆధారపడి ఉండును. రోడ్డు ప్రక్కగా నడచు లైను భూమికి కనీసము 3.65 మీ. (12′) ఎత్తున ఉండవలెను. పొలములగుండా పోవు లైను కనీసము 5.48 మీ. (18′) ఎత్తు ఉండవలయును రోడ్డును దాటు చోట్ల లైను 6 మీ. (20′), రైలుమార్గమును దాటు చోట్ల 6.70 మీ. (22′) ఎత్తు ఉండవలయును. సాధారణముగా స్తంభము ఎత్తులో అయిదవ వంతును భూమిలో పాతుదురు. పాతుటకు ముందు స్తంభము అడుగు కొనకు ఒక వెడల్పైన ఆసన పీఠమును అమర్తురు. స్తంభము పై కొననుండి 228.6 మి. మీ. (9″) నుండి 304.8 మి. మీ. (12″) మేర వదలి అడ్డబద్దలు 0.3/04మీ. (1′) వ్యవధికి ఒక్కొక్కటి చొప్పున అమర్తురు. స్తంభముమీది అడ్డబద్దల గరిష్ఠ సంఖ్య స్తంభము బలము మీదను, దారిన పోవు వలయముల సంఖ్యమీదను ఆధారపడి ఉండును. సాధారణముగా ఒక స్తంభము మీద పోవు వలయముల సంఖ్య పదహారుకు మించదు.

నాలుగు తీగెలను మోయు అడ్డబద్ద సాధారణముగా 1106.8 మి. మీ. (42″) పొడవు ఉండును. అడ్డబద్దల మీద 152.4 మి. మీ. (6″) నుండి 304.8 మి. మీ. (12″) వ్యవధికి ఒకటి చొప్పున ఇన్సులేటర్లు బిగింతురు. తీగెలు ఈ ఇన్సులేటరుల మీదుగా పోవుచుండును. తీగెల సంఖ్య మారినపుడు అడ్డబద్ద పొడవు మారును. పింగాణీ చౌకయు, ఎక్కువ బిగి కలదియు, ఎక్కువ నునుపు, మెరుగు వచ్చునదియు అగుటచే ఇన్సులేటర్లు పింగాణీతో చేయబడుచున్నవి.

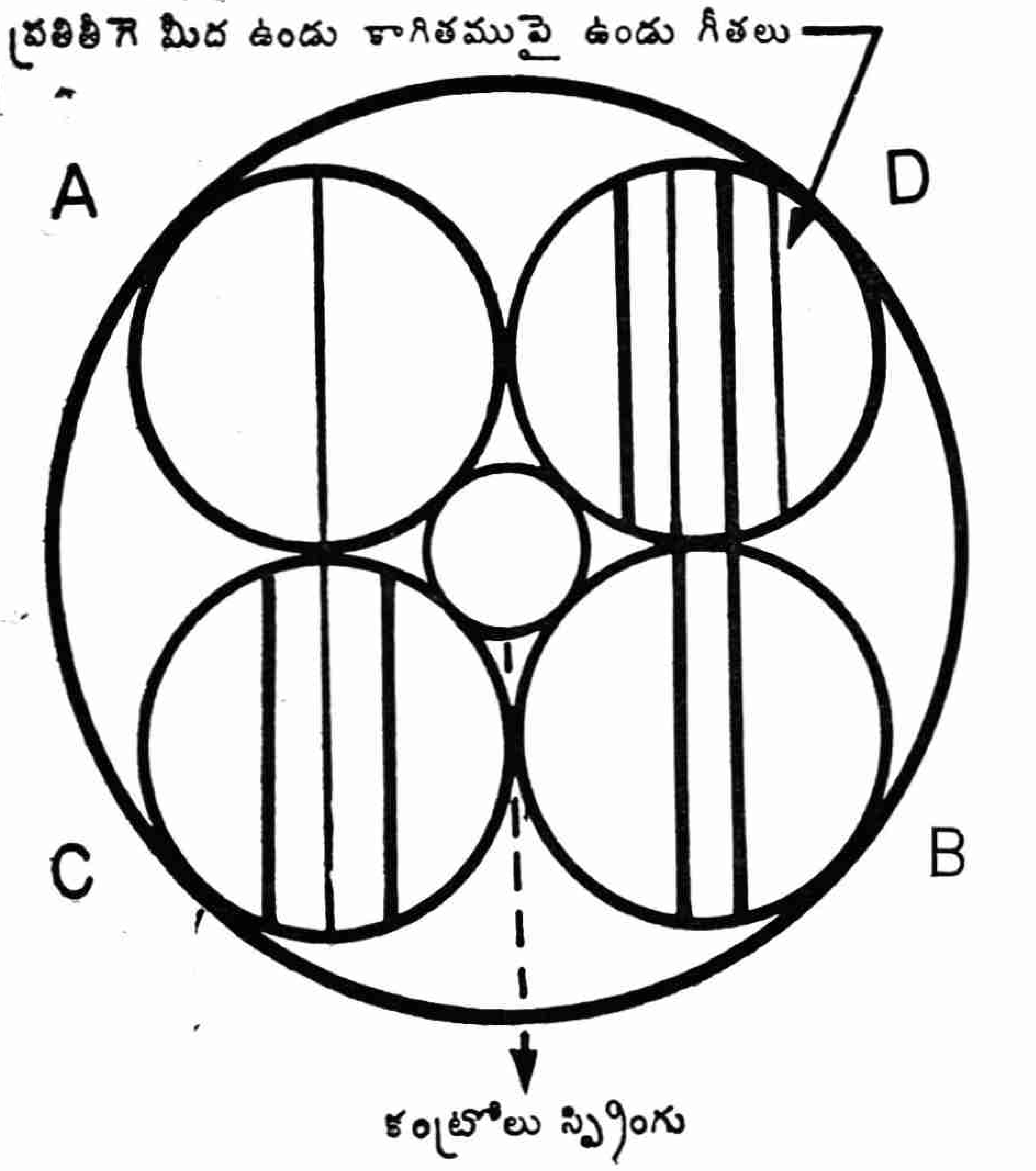
స్తంభముపై నడచుతీగెలు సాధారణముగా దృఢపరచిన రాగితో గాని, తగరపు పూతగల ఇనుముతో గాని, కంచుతో గాని, కాడ్మియమ్ రాగితో గాని చేయబడి అరక్షితముగా ఉండును. రాగి అతి ఎక్కువ వాహకత కలది. ఇనుము రాగికంటె చౌకయే గాని ఇది రాగికంటె ఎక్కువ విశిష్ట నిరోధము (స్పెసిఫిక్ రెసిస్టెన్స్), ఎక్కువ బరువు కలిగి ఉండును. బలమును బట్టి చూచినచో కంచు బాగుగా తగినది. కాని, దీనికి విశిష్ట నిరోధము చాల ఎక్కువ; కాడ్మియమ్ రాగి (1% కాడ్మియమ్ 99% రాగి) కి కంచుకున్నంత బలము, రాగియొక్క వాహకతలో $84\frac{1}{2}\%$ వాహకతయు కలవు. కనుక, స్తంభములపై నడచు లైనులకు కాడ్మియమ్ రాగి తగినది. కాని, దీని ఖరీదు అధికము.

భూమ్యంతర్గత కేబిలు : ఇది మన్నుతో గాని, గట్టిపరుచబడిన చెక్కతో గాని, ఇనుముతో గాని చేయబడిన గొట్టముల గుండా పోవును. ఈ గొట్టములు కాలిబాటకు దగ్గరగా 0.914 మీ. (3′) లోతున వేయబడి ఉండును. కేబిలు అతుకబడిన చోట్ల పరీక్షా పేటికలు గాని, పరీక్షా రంధ్రములు గాని ఉంచుదురు. ఈ పరీక్షా రంధ్రములు విశాలమై, మనిషి దూరుటకు వీలుగా ఉండును. పరీక్షా పేటికలు, రంధ్రముల వలన కేబిలులను తరచుగా పరీక్షించుటకును, సరిగా ఉంచుటకును వీలు కలుగును. పైనుండి తెరచుటకు వీలగు మూత గల విశాలమగు భూగర్భపు ఇటుక కట్టడమే పరీక్షా రంధ్రము.

మొట్టమొదటి భూమ్యంతర్గత కేబిలును 1880 లో వేసిరి. ఈ కేబిలులో రబ్బరుగాని, 'గట్టాపెర్చా' గాని

ఇన్సులేటరుగాను, రక్షకముగాను ఉండెను. సంవత్సరముల తరబడి పరిశోధనలు జరిగిన తరువాత టెలిఫోను తంతులకు క్రొత్త రకపు అవాహక రక్షక పదార్థము తయారు చేయబడెను. చెమ్మలేని పొడి కాగితమే (డ్రై పేపర్) ఈ అవాహక రక్షకము. కేబిలులోని రెండు తీగెలకు మధ్యను, రెండింటిని చుట్టుచును ఈ పొడి కాగితము ఉండును. కాగితమునకు తడి ఏ మాత్రము సోకకుండ కేబిలు పూర్తిగా సీసముతో కప్పబడి, ఇరు చివరల సీలు చేయబడి ఉండును. ఈ పద్ధతి 1890 లో అమలులోనికి వచ్చెను.

కేబిలులను తయారు చేయుటకు సాధారణముగా 1.60 కి. మీ. కు 3,4.53, 9.07 కి. గ్రా. బరువు కల దృఢపరచిన నగ్న (అరక్షిత) రాగి తీగెను వాడుదురు. రంగులేని కాగితపు రిబ్బనును ఇన్సులేటరుగా వాడుదురు. ఈ కాగితము మీద అడ్డముగా ఒకటి, రెండు, మూడు లేదా నాలుగు చొప్పున అంగుళ్యాకారపు పట్టీలు సమాన దూరములో ఉండును. ఈ పట్టీలు ఎరుపు లేదా నీలముగా ఉండును. ప్రతి తీగెను ఈ కాగితముతో చుట్టుట చేత తీగె పొడవునా ఎరుపు (R) లేదా నీలపు (B) రంగు కల రింగులు సమాన దూరములలో కనపడును. ఈ రింగులు తీగెను గుర్తించుటకు ఉపయోగపడును. ఆధునిక కేబిలులు అన్నియు నక్షత్ర రూపములో కట్టబడి ఉండును. ఇందు నాలుగేసి తీగెలకు ఒక కట్ట చొప్పున కేబిలులోని తీగెలన్నింటిని విభజింతురు. చిత్రము - 1 (ఏ) నందు వలె ప్రతి కట్టకు మధ్యగా ఒక సెల్యులోజ్ దారము ఉండును. A, B ఒక జతగాను, C, D మరొక జతగాను పనిచేయును. చిత్రము - 1 (బి) నందు కేబిలు యొక్క కూటమి చూపబడినది. మధ్య కట్ట చుట్టునూ పొరలు పొరలుగా కట్టలు అన్నియు ఉండును. కట్టలను గుర్తించుటకు ప్రతి కట్టను రంగుదారముతో చుట్టుదురు. మధ్య కట్టను, సరిసంఖ్య కల పొరలలోని కట్టలను తెల్లదారముతోను, బేసి సంఖ్యగల పొరలలోని కట్టలను నల్లదారముతోను చుట్టుదురు. ప్రతి పొరలోను 'గుర్తుకట్ట' అనబడు మొదటి కట్టను, 'అన్వయపు కట్ట' అనబడు చివరి కట్టను నారింజపండు రంగుగల మరొక అదనపు దారముతో చుట్టుదురు. ఇది గాక, ఒక్కొక్క పొరలోని కట్టలకు ఉపయోగించు కాగితము మీది రింగులు కట్ట విడచి కట్టలో ఎరుపుగాను, నీలముగాను ఉండును. అయినను ప్రతి పొరలలోను చివరి కట్ట అగు అన్వయపు కట్టలోని కాగితము మీద ఎల్లప్పుడు నీలపు రింగులు మాత్రమే ఉండును. ప్రక్కప్రక్కనున్న వలయముల మధ్య ప్రరోచన మిథోఘట్టనము (ఇండక్టివ్ ఇంటర్ ఫియరెన్స్)ను కనిష్ఠము చేయుటకు ప్రతి కట్టయు కొంత దూరమునకు ఒక మెలిక చొప్పున తిరుగును.



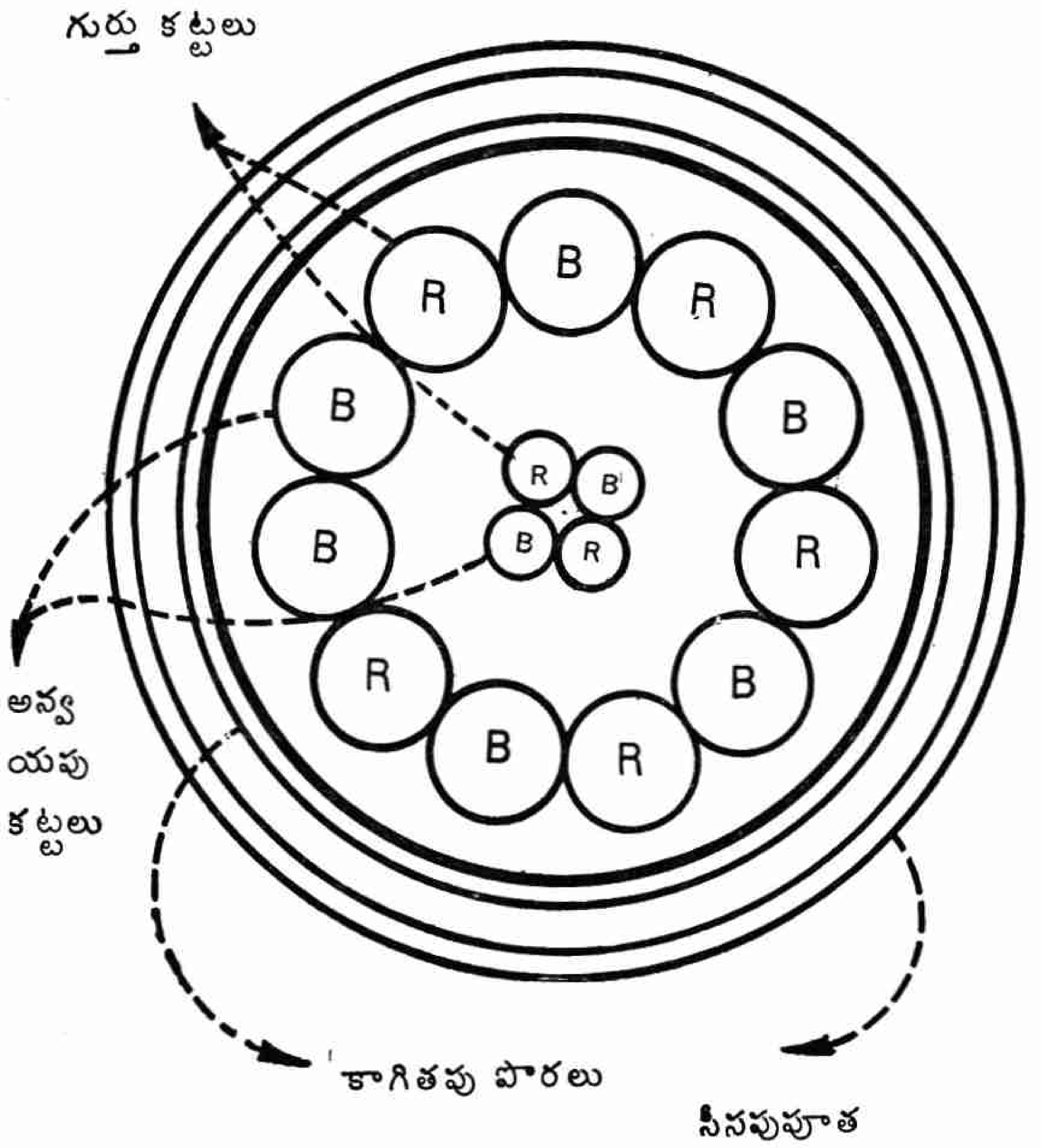
చిత్రము - 1 (ఏ)

చతుష్టయము

చివరకు కేబిలునంతను కొన్ని పొరల కాగితముతో చుట్టి దానిమీద సీసపు పూత పూయుదురు. ఈ పూత యొక్క బలమును పెంచుటకు సీసమును తగరము, కాడ్మియమ్ వంటి ధాతువులతో సాధారణముగా మిశ్రమము చేయుదురు. పూర్తి అయిన కేబిలు రెండు కొనలను సీలు చేసి, తారులో ముంచిన గోనె పట్టీతో కేబిలు పొడవునా చుట్టబడును. ఆఖరున కేబిలును డ్రమ్ముపై చుట్టునపుడు చుట్లు అతుక్కొనకుండా కేబిలుకు సున్నపు పూత పూయుదురు.

జలాంతర్గత కేబిలు: పైన ఉదాహరించిన భూమ్యంతర్గత కేబిలుకు, దీనికిని తయారీలో చాలా తేడా ఉన్నది. జలాంతర్గత కేబిలుకు ఉపయోగించు ఇన్సులేటరు లోతగు సముద్రములో గూడ తన అవాహక లక్షణములను కోల్పోవరాదు. ఇండియా రబ్బరు సముద్రము నందు

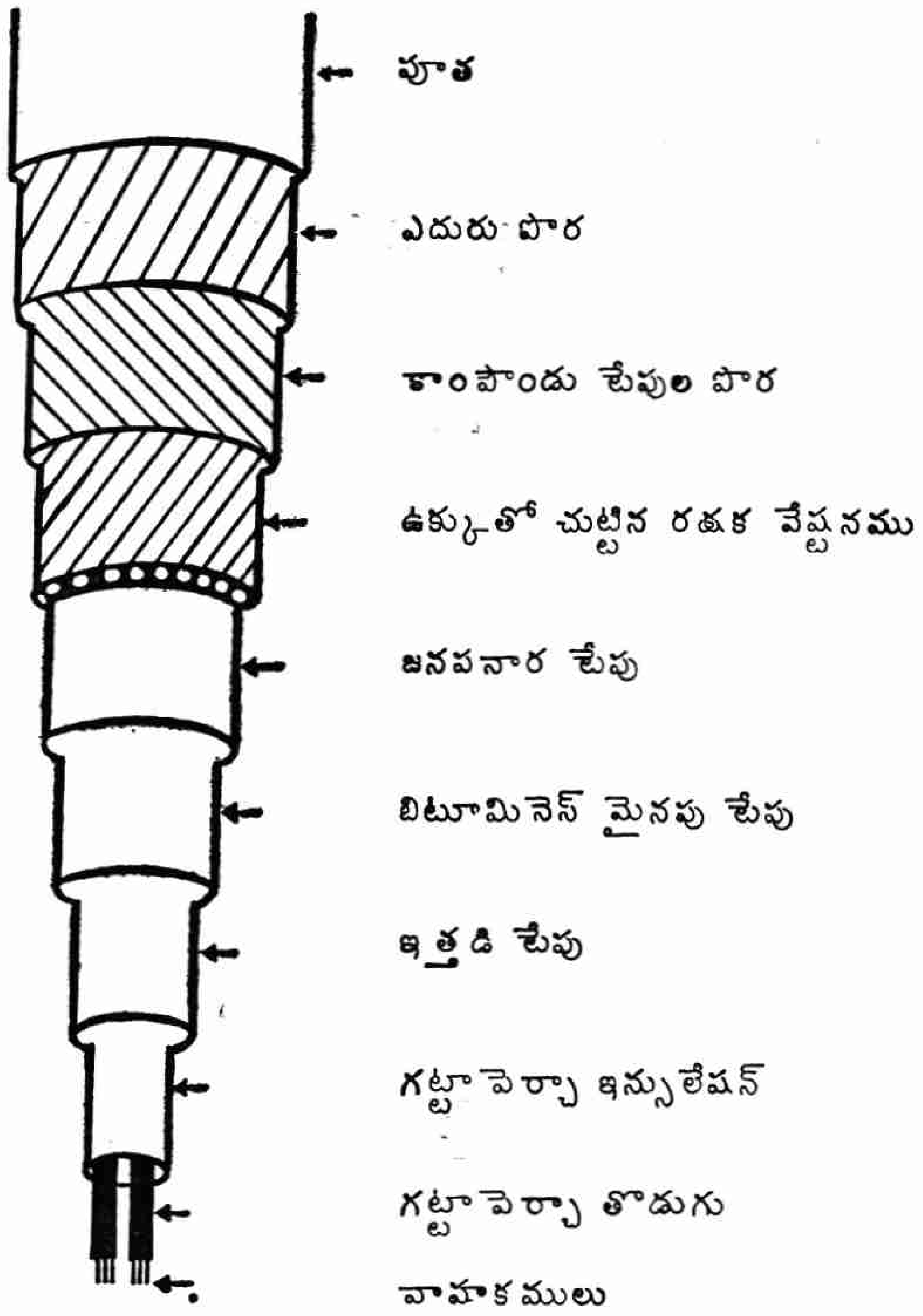
లోతుకు పోయిన కొలది తన అవాహక లక్షణములను కోల్పోవును. 'గట్టాపెర్చా' యొక్క అవాహక లక్షణములు సముద్రమునందు లోతుకు పోయిన కొలది విపరీతముగా పెరుగుచుండును. అందుచేత జలాంతర్గత కేబిలు నిర్మాణమునందు గట్టాపెర్చా వాడబడుచున్నది. చిత్రము - 2 లో జలాంతర్గత కేబిలు నిర్మాణము చూపబడినది. కేబిలు మధ్యలో రెండు వాహకములు గట్టాపెర్చాతో వేరుచేయబడి ఉండును. ఒక్కొక్క వాహకము



చిత్రము - 1 (బి) : కేబిలు యొక్క కూటమి

కొన్ని సన్నని నగ్న (అరక్షిత) తీగెలు మెలిచుట్టుటచేత ఏర్పడినదియై ఉండును. మధ్యనున్న రెండు వాహకములను చుట్టుచూ పొరలు పొరలుగా గట్టాపెర్చా ఇన్సులేటరు ఉండును. గట్టాపెర్చా పొరలు 'ఛాటర్‌సన్ కాంపౌండ్' తో వేరుచేయబడి ఉండును. కేబిలును 'టెరెడో' అను సముద్రపు పురుగుల బారినుండి రక్షించుటకు కేబిలుపై ఇత్తడి టేపును చుట్టెదరు. దానిపై కీలు మైనపు టేపును, దానిపై గోనె పట్టీని, పిమ్మట బలమునకై ఇనుప లేదా ఉక్కు తీగెలను ఈ కేబిల్‌పై చుట్టుదురు. ముందుగా ఒక రక్షక సంయోగముతో ఈ తీగెలు పూత పూయబడును. ఈ కేబిలుపై సంయోగిత గోనెపట్టి (జనపనార గుడ్డకు రక్షక ద్రవ్యములు పూతపెట్టి) తో రెండు పొరలు చుట్టుదురు. చివరకు కేబిలును డ్రమ్ముపై చుట్టునపుడు ఆ చుట్లు అతుక్కొనకుండా కేబిల్‌కు సున్నపు పూత పూయుదురు. ఇటీవల గట్టాపెర్చాకు బదులుగా 'పాలిథీన్' ను అవాహకముగా వాడుట వాడుకలోనికి వచ్చుచున్నది. పాలిథీన్ యొక్క పారవిద్యుదంకము (డై ఎలక్ట్రిక్ కాన్‌స్టెంట్) గట్టా పెర్చా యొక్క పారవిద్యుదంకము కంటె తక్కువగుటచే కేబిలు తాహత తగ్గును. అందుచేత ఈ కేబిలుపై ప్రసార వేగమును పెంచదగును.

నేలలో గాని, నీటిలో గాని, భూమిపై గాని లైను వేయుటకు ముందు లైను వేయు ప్రాంతము లన్నిటిని స్థూలముగా సర్వే చేయుదురు. భూతలమును బట్టియు,



చిత్రము - 2

జలాంతర్గత కేబిలు నిర్మాణము

లైను వేయుటకు అగు ఖర్చును బట్టియు ఒక అనువగు మార్గమును నిర్ణయింతురు. ఈ మార్గము మీదుగా పోవు వలయముల సంఖ్యను ముమ్ముందు రాగల పెరుగుదలను దృష్టిలో ఉంచుకొని నిర్ణయింతురు. నీటిలో కేబిలు వేయుటకు ప్రత్యేకముగా నిర్మింపబడిన నౌకలను వాడుదురు. ఈ కేబిలుయొక్క ఒక కొనను సముద్రపు గట్టున కట్టి కేబిలు వేయు నౌక డ్రమ్మునుండి కేబిలును విప్పి అందజేయుచు పైన నిర్ణయించిన మార్గమున పోవును. నౌక నీటిమీద పోవుచుండగా లైను విడుదలను అదుపులో ఉంచు సదుపాయము కూడ నౌక యందు ఉండును. లైను ఎచ్చటనైనను చెడిపోయినచో బాగు

చేయుటకు వలయు పరికరములు కూడ నౌక యందు ఉండును.

పైన ఉదాహరించిన కేబిలు లైనులు తమ గుండా ప్రవహించు విద్యుత్తు తరంగములందు కొంత వికృతిని కలిగించును. ఒక చతురస్రపు తరంగము కొన్ని సైన్ సాయిడల్ తరంగముల కలయిక వల్ల జనించకలదని సులువుగా చూపదగును. టెలిఫోను సంకేతములు సెకనుకు 300 నుండి 3000 వరకు సైకిళ్లుగల శ్రవణ పౌనఃపున్య శ్రేణికి పరిమితము అగును. వాహక సంకేతము ఇంతకంటె చాల ఎక్కువ పౌనఃపున్యమును కలిగి ఉండును. పౌనఃపున్యము అత్యధికము కానంతవరకు లైను యొక్క విశిష్ట ప్రతి బంధకత పౌనఃపున్యమునకు అనుపాతములో ఉండునని గణితశాస్త్ర మూలముగా రుజువు చేయవచ్చును. కాని, లైనులను పౌనఃపున్యములతో, మారని ప్రతి బంధకముతో అంతము చేయుటవలన పౌనఃపున్యములు మారుచున్నపుడు తరంగములు శ్రావ్య వికృతి చెందును. అంతేకాక, లైను యొక్క క్షీణీకరణము పౌనఃపున్యముచే మారుచుండుటచే వివిధ పౌనఃపున్యములు వేరువేరు మేరలకు క్షీణీకరణము నొంది వికృతములు అగును. అదియుగాక, వివిధ పౌనఃపున్యములు లైనునందు వివిధ వేగములతో ప్రయాణించుట వలన కూడ సంకేతశబ్దములు శ్రావ్య వికృతి నొందును.

లైను యొక్క నిర్మాణము $L \times G = C \times R$ (L = ప్రరోచనము, G = ఓడుదనము, C = తాహత, R = నిరోధము) అగునట్లు లైను యొక్క నిర్మాణమును సవరించి తరంగముల యొక్క శ్రావ్య వికృతిని తగ్గించవచ్చును. అంతేగాక, దీనివలన లైను యొక్క క్షీణీకరణము కూడ తగ్గును. పై షరతులను సరిపుచ్చుటకు Lను గాని, C ను గాని మార్చిన చాలునని సిద్ధాంత పూర్వకముగా చూపనగును. 'G' చాల తక్కువగా ఉండును కాన 'L' ను హెచ్చించి గాని, 'C' ని తగ్గించిగాని పై షరతును సరిపుచ్చదగును. తాహతను తగ్గించుట కష్టసాధ్యము కనుక, 'L' ను హెచ్చించుట వాడుకలో ఉన్నది. ఈ విధముగా లైను ప్రరోచనమును కృత్రిమముగా పెంచుటను 'లోడింగు' అందురు. లోడింగు మూడు విధములు : 1. ముద్దలోడింగు : ఇందు ప్రరోచనములను మధ్యమధ్య సమాన దూరములందు లైనులో ఉంచుదురు ; 2. సాగెడి లోడింగు : ఇందు లైనుకు పొడవునా ఎక్కువ 'ప్రవేశసాధ్యత (పెర్మియబిలిటీ)' గల ధాతుమిశ్రములను (మ్యూమెటల్, పెరమెల్లాయ్) చుట్టి లైను పొడవునను ప్రరోచనను ఎక్కువ చేయుదురు ; 3. అతుకుల లోడింగు : ఇందు లైనును కొంత దూరము సాగెడి లోడింగుచేసి, మరల అక్కడి నుండి అంతే మేరకు లోడుచెయ్యక వదలి, మరల అంత మేరకు లోడుచేసి ఇట్లు లోడుచేసిన, చేయని భాగములు ఒకదాని తరువాత ఒకటి వచ్చునట్లుచేయుదురు.

ముద్ద లోడింగు 5 నుండి 10 కిలో సైకిళ్ల పౌనఃపున్యముల వరకు మాత్రమే సాగెడు లోడింగువలె పని చేయును. ఇదే ముద్ద లోడింగులోని లోపము. 'రుద్ధావృత్తి (కట్ ఆఫ్)' పౌనఃపున్యము దాటిన తరువాత లైను యొక్క క్షీణీకరణము చాల ఎక్కువగా పెరిగిపోవును. తత్ఫలితముగా ముద్దలోడింగు టెలిగ్రాపు కేబిలుకు మాత్రమే పరిమితమై ఉన్నది. సాగెడి, అతుకుల లోడింగులు టెలిఫోను యందును, వాహక వార్తా విధానమునందును ఉపయోగింతురు.

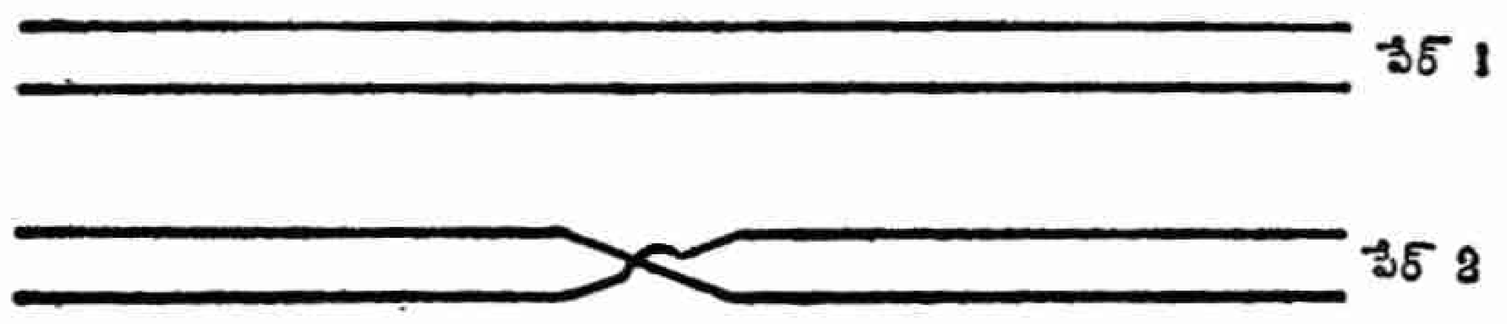
టెలిఫోను ప్రసారమునకు మరియొక అపకారము కూడ ఉన్నది. ఇది అడ్డు సంభాషణ యొక్క ఉనికి. టెలిఫోను లైనులలో ఒకదానికి మరియొక దానికి మధ్య గాని, విద్యుచ్ఛక్తి లైనులకు, టెలిఫోను లైనులకు మధ్య గాని ప్రరోచన సాధ్యము కాకుండులాగున ఏర్పాటు చేసినచో, ఈ అడ్డు సంభాషణ ఉండదు. విద్యుచ్ఛక్తి లైనులను, టెలిఫోను లైనులను ఒకదాని కొకటి వీలైనంత ఎక్కువ దూరమున ఉంచినచో విద్యుచ్ఛక్తి తరంగముల ఉన్నత స్థాయి హార్మోనికులను చాలవరకు నిర్మూలించవచ్చును. కాని, ఈ ఏర్పాటు ఆదా దృష్ట్యా సమ్మతము కాదు. స్తంభముల మీద తీగెల మధ్య 152.4 మి. మీ. (6") నుండి 304.8 మి. మీ. (12") ఎడమ సాధ్యము కాగా కేబిలులందు చాలకొద్ది మిల్లీమీటరుల ప్రమాణములో మాత్రమే ఈ ఎడము ఉంచుట సాధ్యము.

అడ్డు సంభాషణకు కారణములు : 1. రెండు వాహకముల యొక్క నిరోధములోని అసమానత ; 2. స్తంభముల మీద నడచు తీగెలలో ఒకటి ఎక్కువగను, ఒకటి తక్కువగను వ్రేలాడుచుండుట వలన వాటికి, భూమికి మధ్యగల తాహతల వ్యత్యాసము వలన కలుగు తాహతలోని అసమానత ; 3. రెండు జతల తీగెలమధ్య తటస్థ విద్యుత్తు బంధనము ; 4. రెండు జతల తీగెల మధ్య విద్యుత్తు అయస్కాంత బంధనము.

వీటిలో మొదటి రెండింటిని లైను నిర్మాణమునందు జాగ్రత్త వహించుటతో రూపుమాపవచ్చును. కాని, తటస్థ విద్యుత్తు బంధనమును, విద్యుత్తు అయస్కాంత బంధనమును తొలగించుట సులభసాధ్యము కాదు. ఒక జతలోని తీగెలను దగ్గరకు కొనివచ్చి, రెండు జతలమధ్య ఎడమను హెచ్చించి కొంతవరకు అడ్డు సంభాషణను తగ్గించవచ్చును.

కాని, దీని అవధులు దీనికి ఉండుటచే కొంతవరకు మాత్రమే ఈ పద్ధతి వల్ల అడ్డు సంభాషణను అరికట్టదగును.

స్తంభముల మీద నడుపబడిన తీగెల మధ్య అడ్డు సంభాషణ తొలగించుటకు ఉత్తమమైన పద్ధతి స్థాన వినిమయము లను ఉపయోగించుట. చిత్రము - 3 లో చూపబడినట్లు ఒక జతలోని ప్రతితీగె రెండవ జతకు దగ్గరగాను, దూరము



చిత్రము - 3

అడ్డు సంభాషణ, తీగెల విన్యాసము

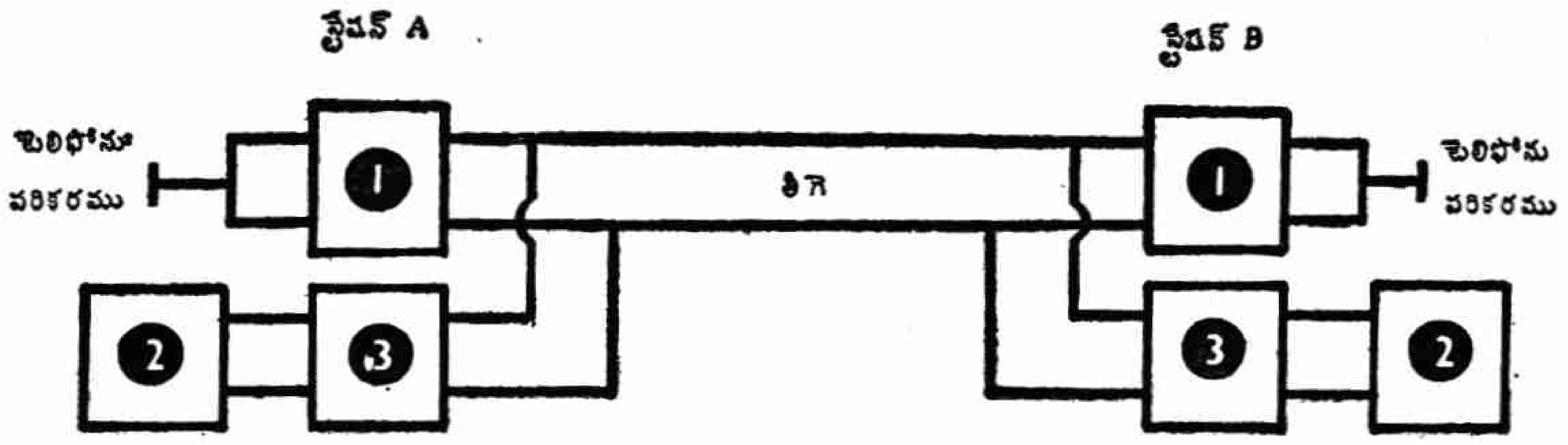
గాను మారుచుండును. దీనివలన ఒక జతవలన రెండవ జతలో వివిధ విభాగముల మధ్య ప్రేరేపింపబడిన విద్యుత్తులు ఎదురు బదురు అయి, రద్దు చేసికొనును. పొడవగు లైను లందు ఇటువంటి స్థానపరిణామములను ఎక్కువ చోట్ల కలుగజేసి అడ్డు సంభాషణను తగు మాత్రమునకు తగ్గించ వీలగును. కాని, రెండు జతలందును స్థాన వినిమయము ఒకేచోట జరుగకుండునట్లు జాగ్రత్త మాత్రము తీసికొన వలయును.

భూమ్యంతర్గత కేబిలు నందలి రెండు జతలందు గల నాలుగు తీగె లను కొంత దూర మునకు ఒక మెలి చొప్పున వేయుచు అడ్డు సంభాషణను కొంతవరకు తగ్గించవచ్చును. ప్రతి చతుష్టయమునకు ఈ మెలి కొంత దూరము పాటు ఉండును. కొన్ని రకముల కేబిలునందు ఇన్సులేట్ చేయబడిన రాగి తీగెలు రెండేసి ఒక జతగా మెలిపెట్టబడి, ఇటువంటి జతలు మరల మెలిపెట్టబడును.

కేబిలుకు రక్షణ, దాని ఆయుర్దాయము రక్షణకు ఉపయోగించు తొడుగు మీద ఆధారపడి ఉండును. మెత్తదనము, క్షయనిరోధక శక్తుల దృష్ట్యా తొడుగులకు సీసము ఉత్తమ పదార్థముగా ఎంచబడుచున్నది. క్షయ నిరోధక శక్తి తక్కువైనను ఉత్తమమైన వాహకము అగుటచేత అల్యూమినియము విద్యుత్తు ప్రరోచన రక్షక ఫలకము (ఇండక్టివ్ షీల్డు) గా సీసమును మించును. బయటనుండి సంఘర్షణ రాకుండ రక్షణ ఫలకము కావలసినచో అల్యూమినియమునే ఉపయోగింతురు.

క్రమముగా ప్లాస్టిక్కు ఇన్సులేషను కేబిలు తయారీలో స్థానమును ఆక్రమించుకొనుచున్నది. దీనికి కారణములు : 1. తక్కువ బరువు; 2. భౌతిక బలము; 3. ఉత్తమ పార విద్యుద్ధర్మములు; 4. అధిక క్షయ నిరోధకశక్తి; 5. వంగెడు శక్తి. కాని, వీనికి క్రిందిలోపములు ఉన్నవి: 1. పురుగులచే తినివేయబడుట; 2. ముక్కలను అతుకుట చాల కష్టమగుట. కాని, వీటిని అధిగమించుటకు ప్రయత్నములు త్వరితముగా జరుగుచుండుటచే భావిలో ప్లాస్టిక్కు ఇన్సులేటరుగా ఇతర పదార్థములను పూర్తిగా త్రోసి రాజన గలిగే అవకాశము ఉన్నది.

ఏకకాలిక టెలిగ్రాపు - టెలిఫోను : టెలిఫోను ప్రసారమునకు సెకనుకు 300 సైకిళ్ల నుండి 2600 సైకిళ్ల మేర చాలును. అందువలన అదే జత తీగెలలో 300 సైకిళ్ల లోపలి మేర అదే కాలమునందు తంతిప్రసారమునకు కూడ ఉపయోగించును. లైను ఇరుచివరల అనువగు ఫిల్టరులను ఉపయోగించి ఈ విధానమును సంతృప్తికరముగా పని చేయింపదగును. ఈ ఫిల్టరులు టెలిగ్రాపు - టెలిఫోను సంకేతములను వేరు చేసి, వాటి వాటి గమ్యములను సాగించును. దీనికి ఉపకరించు ఒక వలయము చిత్రము - 4 లో చూపబడినది.



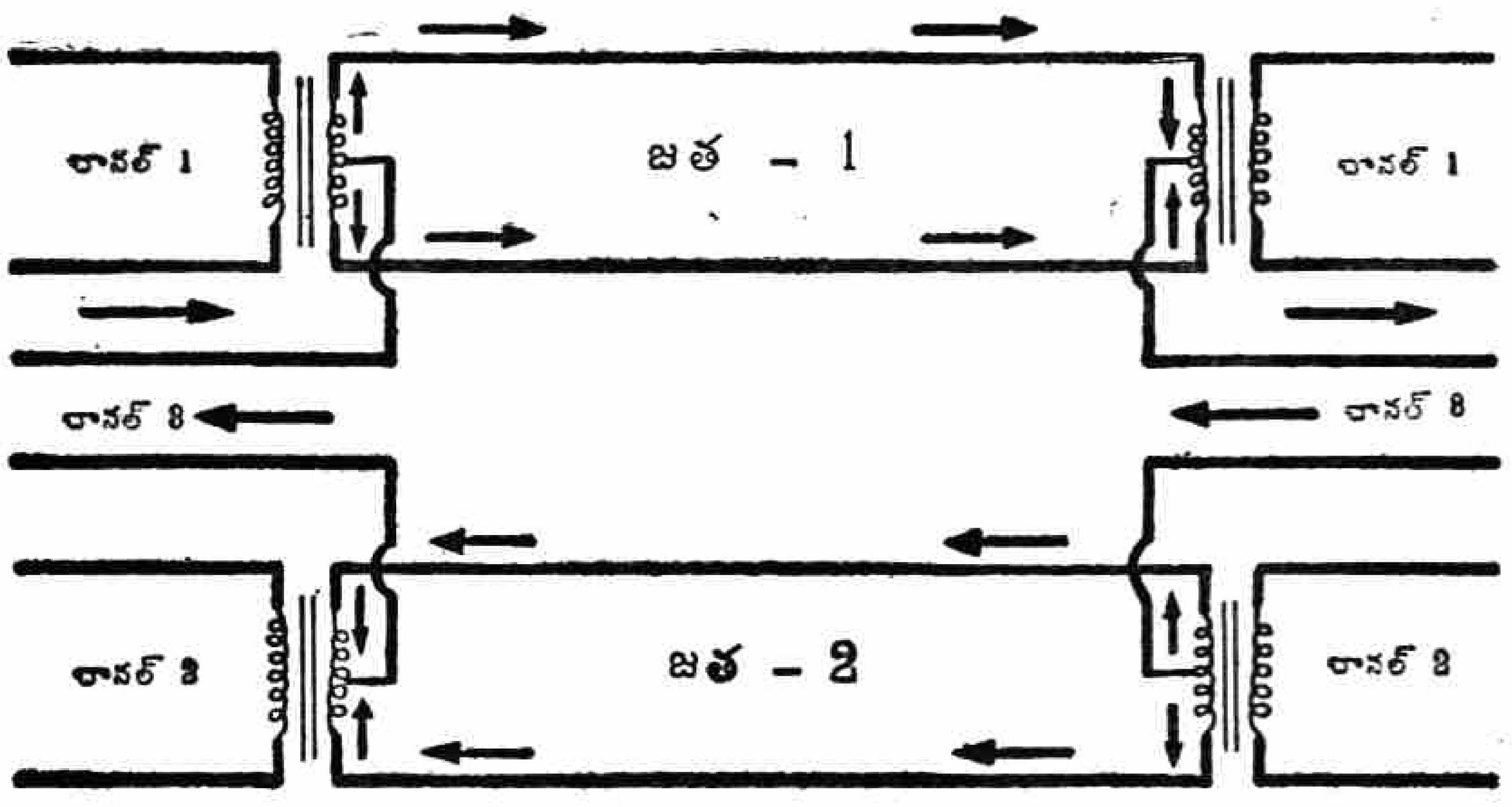
చిత్రము - 4

ఒకేసారి గమ్యములను నడిపించు టెలిగ్రాపు - టెలిఫోను

1. హైపాస్ ఫిల్టరు; 2. టెలిగ్రాపు పరికరములు; 3. లోపాస్ ఫిల్టరు

మిథ్యావలయము (ఫాంటమ్ సర్క్యూట్): ప్రక్క పుటలోని చిత్రము - 5 నందుచూపబడిన విధముగా డిఫరెన్షియల్ గా చుట్టబడిన పరిణామకములను ఉపయోగించి ప్రతి రెండు జతల టెలిఫోను లైనులనుండి ఒక అదనపు తంతి వలయమును కూర్చుట సాధ్యము. పరిణామకముల లైను చుట్టల మధ్య బిందువులు పైకి తీయబడి ఈ తృతీయ వలయమును ఇచ్చును. ఈ తృతీయ వలయమును మిథ్యావలయము అందురు. దీనిని టెలిగ్రాపుకు గాని, టెలిఫోనుకు గాని ఉపయోగింపదగును. మొదట తీసికొనబడిన జతలను పార్శ్వవలయములు అందురు.

శక్తి నిలయము : టెలిగ్రాఫు, టెలిఫోను విధానములలో ప్రతిచోట విద్యుచ్ఛక్తి అవసరము. కాని, శక్తి వినియోగము పనిచేయు విధానము మీదను, టెలిగ్రాఫు కార్యాలయము యొక్క గాని, టెలిఫోను కేంద్రము



చిత్రము - 5

మిథ్యావలయము (పాంటమ్ సర్క్యూట్)

యొక్క గాని పరిమాణము మీదను ఆధారపడి ఉండును. టెలిగ్రాఫు - టెలిఫోను ప్రసారములకు ఉపయోగపడు శక్తి సాధనములలో చిన్న కార్యాలయముల వద్దనుండు చిన్న ఘటములు మొదలు, పెద్ద కేంద్రముల వద్ద ఉపయోగింపబడు ఎక్కువ శక్తిగల సాధనముల వరకు ఉండును.

కేవలము ఋజు విద్యుత్తు తంతి సంకేతములనే ఉపయోగించు కార్యాలయములందు ± 40 వోల్టులు, ± 80 వోల్టులు, ± 120 వోల్టులు ఇచ్చు శక్తిసాధనములు, స్థానిక ± 24 వోల్టులు సాధనములు ఉండును. బహుస్రోతస్య శ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి విధానమును ఉపయోగించు కార్యాలయములందు అదనముగా తెర్మో అయానిక్ వాల్వు ఫిలమెంటుకు 21.5 వోల్టుల ఋజు విద్యుత్తు, ఏనోడ్‌కు 130 వోల్టుల ఋజు విద్యుత్తు కూడ కావలెను. టెలిఫోను కేంద్రములకు సాధారణముగ 50 వోల్టుల ఋజు విద్యుత్తు అవసరముకాగా, వాహకములను ఉపయోగించు కేంద్రములకు ఇంతకన్న ఎక్కువ వోల్టేజీలు కూడ కావలెను. పనిచేయు విధానమును బట్టి కొన్ని కార్యాలయములలో ఇంకను ప్రత్యేకపు శక్తి సాధనముల ఆవశ్యకము కలుగును. మామూలుగా ఈ వివిధ వోల్టేజీలు ఘటములను వరుసలో గాని, సమానాంతరముగ గాని, కొంత అటు - కొంత ఇటుగా గాని వలయు విధముగా ఉంచి పొందబడును.

ఎక్కడ లోపము జరిగిననూ మొత్తము విధానమే పనిచేయకపోవు ప్రమాదము ఉండుటచే ఘటములు రెండు భాగములుగ ఉండి, ఒకటి శక్తిని ఇచ్చుచుండగా మరొకటి శక్తిని పొందుచుండును. ఈ శక్తిని ఇచ్చు - పొందు విధానములకు క్లిష్ట భూయిష్ఠమైన వలయములు అక్కరలేదు. నిర్వహణ కూడ సులువే. కాని, మాటి మాటికి ఇట్లు శక్తిని ఇచ్చుచు, పొందుచు ఉండుటవల్ల ఘటముల ఆయుర్దాయము క్షీణించును.

కేంద్రము యొక్క శక్తినిలయమును అతి పొదుపుగా వాడు పద్ధతి తేలెడి ఘటముల విధానము. దీనియందు విద్యుత్తీగెలనుండి పనిచేయు విద్యుత్తు ఉత్పాదక యంత్రములుగాని, ఆవర్తి విద్యుత్తును ఋజు విద్యుత్తుకు మార్చు రెక్టిఫయర్లుగాని ఘటములకు సమానాంతరముగా కలుపబడి ఉండును. తత్ఫలితముగా కావలసిన శక్తి అంతయు యంత్రముల నుండియే గ్రహించబడును. శక్తితో నిండి ఉన్న ఘటములు లైనులోని విద్యుచ్ఛక్తి ఆగిపోయినడుపు మాత్రమే పనిచేయుటచే బహు సంతృప్తికరముగా పనిచేయుటయేకాక, పూర్ణాయుర్దాయము కలిగి ఉండును. ఘటముల గుంపులు ఒకటిగాని, రెండుగాని ఉండవచ్చును. రెండుండుట వలన ఒకటి పనిచేయునపుడు - పనికి అడ్డములేకుండ - రెండవదాని బాగోగులు చూడవచ్చును. తక్కువ స్థాపన, నిర్వహణ వ్యయములే కాక, తేలెడు ఘటముల పద్ధతి యందు అతి సంతృప్తికరమగు వోల్టేజి స్థిరత్వము ఒక అదనపు లాభము.

బహు స్రోతస్య శ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి విధానము నందు శక్తి నిలయముల వోల్టేజి స్థిరత్వము అధిక ప్రాముఖ్యము వహించును. లేకపోయినచో వోల్టేజి మార్పులు సంకేతములను మరింత వికృత పరచును. వోల్టేజి మార్పుల పరిమితులు - ఫిలమెంట్లకు ± 0.25 వోల్టులుగాను, ఏనోడ్‌లకు ± 1.3 వోల్టులుగాను - ప్రమాణపరుపబడినవి. లైను విద్యుచ్ఛక్తి ఆగిపోయినప్పుడు పనిచేయుట వలన ఘటముల పటుత్వము తగ్గిన స్థితిలో కూడ ఈ వోల్టేజీలను, పరిమితులను నిర్ణీత అవధులలో నిలుపుటకు స్వతశ్చలిత ప్రేరిత కార్బన్ దొంతి రకపు సాధనములను ఉపయోగింతురు. ఇట్టి సాధనములు పవరు బోర్డునుండి వచ్చు ప్రతి ప్రధాన విభాజకమునకు కలుపబడి 5 నుండి 10 విధానములకు సరిపోవును. ఈ కార్బన్ దొంతి మారుచుండు నిరోధకమువలె పనిచేసి వోల్టేజి మార్పులను అరికట్టును. న. ల. నా.

టెలిమీటరింగు : టెలిమీటరింగు అనగా దూరము నుండి కొలుచుట అని అర్థము. ప్రత్యక్షముగా అభిగమ్యములు కాని సంఘటనలను టెలిమీటరుల సహాయమున పరిశీలించవచ్చును; కొలువవచ్చును. ఏవైన రెండు బిందువులను సమీపించుట దుస్సాధ్యముగా ఉన్నపుడుగాని,

వాటి మధ్య గల దూరము ప్రత్యక్షముగా కొలుచుటకు వీలుపడని ఎడల గాని, వాటి మధ్య గల అడ్డు లేదా నిలువు దూరమును మట్టముల సాయమునను, థియొడొలైట్ (భూమి కొలతలో కోణములను కొలుచు యంత్రము) సాయమునను కొలిచి భూమిని సర్వేచేయు పద్ధతితోనే టెలిమీటరింగు ప్రారంభమై ఉండవచ్చును. వాటికి చాల దూరమునందున్న ఒక ఉదాహృత ప్రమాణ బిందువునుండి వస్తువుల దూరములను కొలుచుటకు ఉపయోగపడు దూరతామాపకము (రేంజి ఫైండర్) లు కూడ టెలిమీటరుల కోవకు చెందినవే.

టెలిమీటరులో ఒకటి లేదా కొన్ని దూరదర్శనులు ఉండును. దూరదర్శనికి ఒక గ్రాటిక్యూల్ లేదా స్టేడియా అద్దము అమర్చబడి ఉండును. దూరవస్తువుల ప్రతిబింబములు దూరదర్శని ద్వారా స్టేడియా అద్దముపై పడును. ముందుగానే నిర్ణయింపబడిన దూరదర్శనియొక్క అధికీకరణ (మాగ్నిఫికేషన్) ను బట్టి, స్టేడియా అద్దముపై బడిన వస్తుప్రతిబింబముల పరస్పర దూరములనుబట్టి పై వస్తువుల దూరములను చాల ఇదమిత్థముగా నిర్ణయించవచ్చును. దూరదర్శనికి అమర్చబడిన వర్తుల మాపకముల ద్వారా దూరవస్తువుల కోణీయ స్థానములను గుర్తించి కూడ ఆ వస్తువుల దూరములను లెక్కకట్టవచ్చును. భూమి మీద లేదా ఆకాశమున ఉన్న దూరవస్తువుల దూరములను కచ్చితముగా నిర్ణయించుటకు దూరతామాపకములో అతివర్తన (పారలాక్స్) సూత్రము వినియోగపడును.

ఆధునిక టెలిమీటరింగులో ఎలక్ట్రాన్ రాడార్ వ్యవస్థ వినియోగపడుచున్నది. ఇందు దూరవస్తువులకు రేడియో సంకేతములను ప్రసారముచేసి, ఆ వస్తువులనుండి పరావర్తితములు అయిన సంకేతములను తిరిగి గ్రహింతురు. సంకేతముల ప్రసార, పునర్గ్రహణములకు పట్టిన అత్యల్ప కాలమునుబట్టి, సంకేతముల ప్రసరణ వేగమునుబట్టి వస్తువుల స్థానమును, ఎత్తును కూడ నిర్ణయింపవచ్చును. వాయు విమానముల స్థానమును, వేగమును, దూరమును కనుగొనుటకు; తుపానుల దిశను, వేగమును నిర్ణయించుటకు ఈ ఆధునిక రాడార్‌ను వినియోగింతురు [చూ. రాడార్ : నౌకాయానము].

పెద్ద పెద్ద రిజర్వాయరులలో అనభిగమ్యస్థలముల వద్ద నీటి మట్టములను, నదులలో వేర్వేరు లోతులవద్ద ప్రవాహ వేగములను టెలిమీటరింగు ద్వారానే కనుగొందురు. నూతన నియంత్రిత పరిస్థితులలో పనిచేయు పరిశ్రమలలో దూరముగా ఉన్న ఒక నియంత్రణ స్థానమునుండియే తాపక్రమమును, ప్రేషమును, ద్రవ్యప్రసరణమును కొలుచు పద్ధతి ప్రవేశ పెట్టబడినది. పరమాణు రియాక్టర్ల చేరువకు పోవుట ప్రమాదకరము. కావున, వాటిలో కూడ తాపక్రమము, ప్రేషము, రేడియో ధార్మికత, ఉత్పాదింపబడిన రేడియో ధార్మికశక్తి, ఉష్ణము మున్నగు వాటిని కూడ టెలిమీటరుల సాయముననే సురక్షిత ప్రాంతము నుండి కొలుతురు.

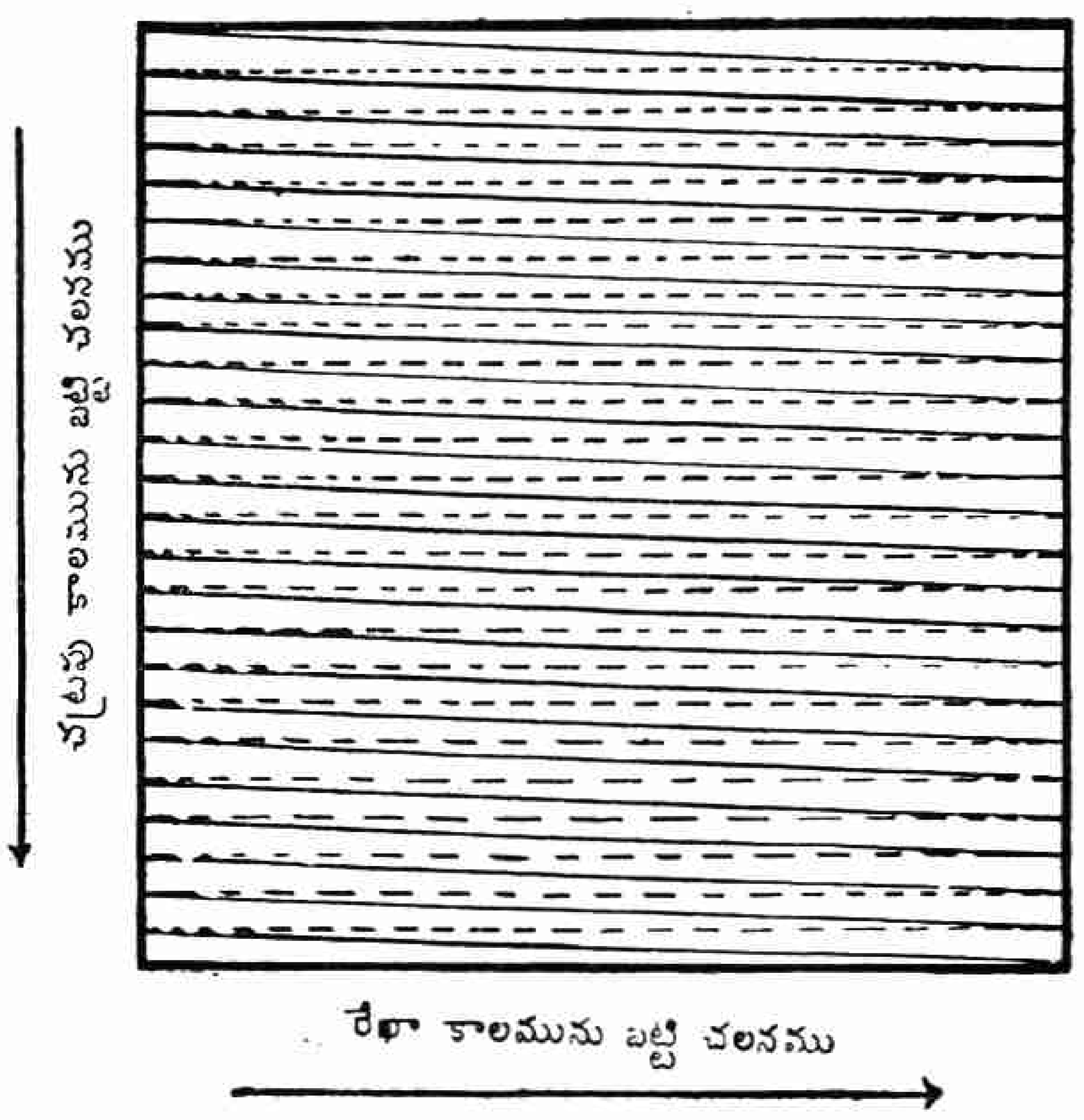
ద్రవముల మట్టము, ప్రేషము, తాపక్రమము, ప్రసరణ రేటు, శక్తి ప్రసరణరేటు మున్నగు వాటిని కొలుచు టెలిమీటరులలో పునప్రసార (రిలే) సూత్రము వినియోగింపబడును. ఈ రిలే స్వభావము యాంత్రికము కాని, వాయవము కాని, కాంతియుతము కాని, విద్యుత్తుకు సంబంధించినది కాని కావచ్చును లేదా ఎలక్ట్రానులకు సంబంధించినది కావచ్చును. కొద్దిపాటి దూరమునుండి కొలుచుటకు యాంత్రిక, వాయవ రిలేలు వాడబడును. అధికతర దూరములకు మిగిలిన రిలేలు అనివార్యములు [చూ. క్రోనోగ్రాప్ - పు. 310; క్రోనో మీటరు - 310; రోదసీ విజ్ఞానము]. రా. కృ. రా.

టెలివిజన్ : రేడియో ద్వారా దూరమునుండి శబ్దమును వినగలుగునట్లుగా, టెలివిజన్ ద్వారా దూరమున ఉన్న రూపము లేదా పటమును కూడ చూడవచ్చును. రేడియో ప్రసారములో ప్రసారము చేయబడు ప్రోగ్రాము శబ్ద తరంగములను మాత్రమే కలిగి ఉండును. టెలివిజన్ ప్రసారములో ప్రసారము చేయబడు ప్రోగ్రాము శబ్ద, రూప తరంగములను రెంటిని కలిగి ఉండును. పై రెండు రకముల తరంగములును ఒకే ఆకాశతంతువు (ఏరియల్) ద్వారా ప్రసారము చేయబడును.

రిసీవరు వద్ద కూడ ఒకే ఆకాశతంతువు ద్వారా శబ్ద, రూప తరంగములు రెండింటిని గ్రహింపవచ్చును. తదుపరి శబ్ద, రూప తరంగములు వేరుచేయబడి, వేరువేరుగా శోధింపబడి, తగు రీతిగ విస్తరింపబడును. విస్తరింపబడిన శబ్దతరంగములు ధ్వని అధికముచేయు యంత్రము ద్వారా వినబడగా, బొమ్మ 'పట నాళము (పిక్చర్ ట్యూబ్)' మీద గోచరించును.

టెలివిజన్ ప్రసారిణి వద్ద ప్రసారము చేయబడు వస్తువు యొక్క ప్రతిబింబమును కెమేరా స్కాన్ చేసిన ప్రతిబింబములోని కాంతికి సమానమగు విద్యుత్తు తరంగములు తయారగును. స్కానింగు అనగా ప్రసారము చేయబడు పటము మీద పై నుండి క్రిందికి, వరుస - అడ్డు లైనుల ప్రకారము పటమునందంతటను ఋణ విద్యుత్తు కణముల సమూహాము కదలుట. ప్రక్కపుట (411) లోని చిత్రము-1 న

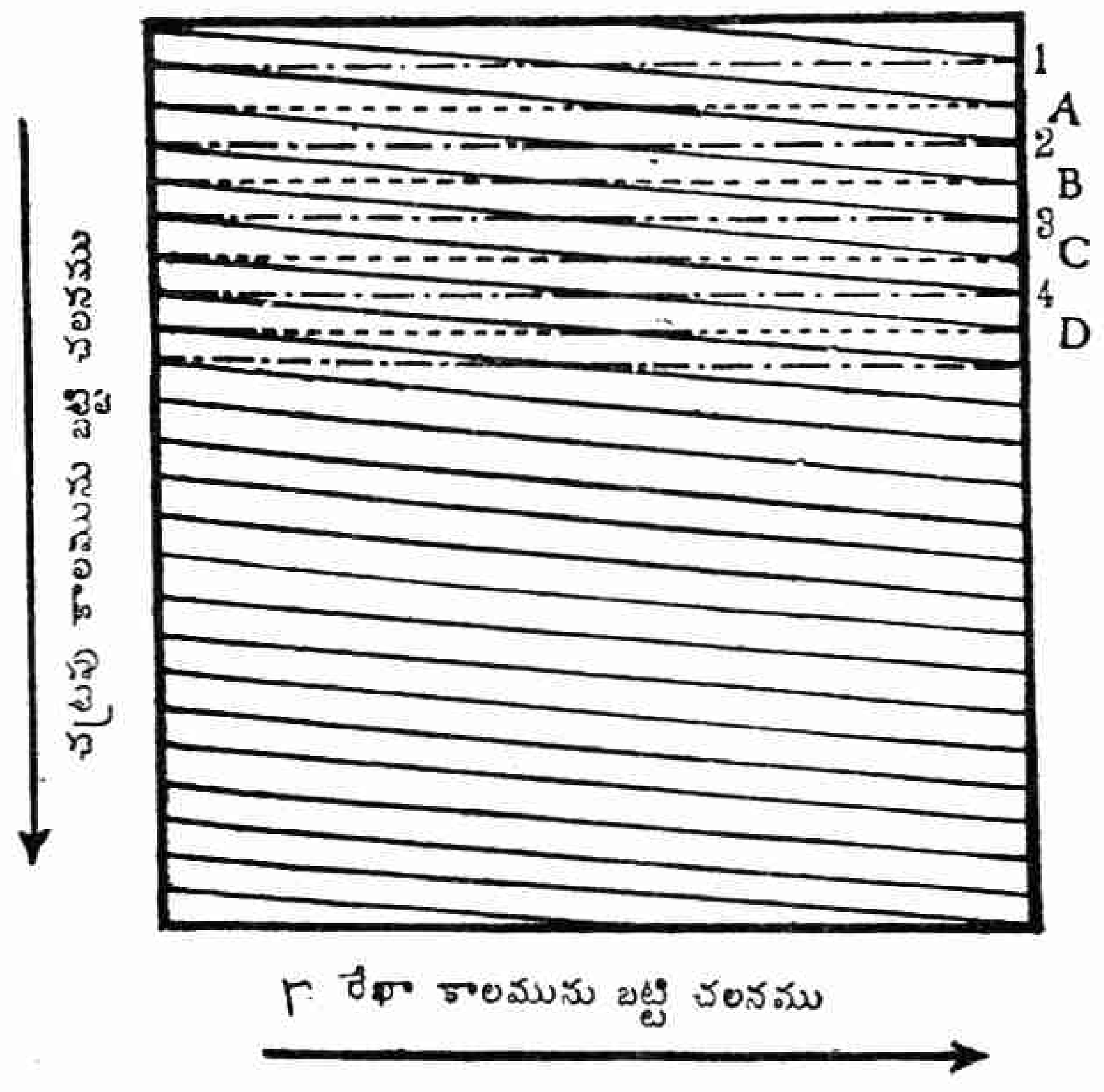
స్కానింగు చూపబడినది. పూర్తిగా గీయబడిన గీతలు పటమునకును, అసంపూర్ణముగా గీయబడిన గీతలు ప్లై బాక్ నకును సంబంధించినవి.



చిత్రము – 1

స్కానింగు

ప్రామాణిక టెలివిజన్ పటము పై నుండి క్రిందికిపోయి, తిరిగి పైకి పోవుటకు సెకనులో 1/50 కాలము పట్టును. ఫీల్డ్ అనబడు ఈ కాలములో 202.5 గీతలు ప్రసారము అగును. ప్రతి ఫీల్డ్‌ను అడ్డ గీతలు కలిగి ఉన్నందున తరువాతి ఫీల్డ్ గీతలు మొదటి ఫీల్డ్ గీతల మధ్య వచ్చును. ఇదే చిత్రము - 2 నందలి చిన్న చిన్న



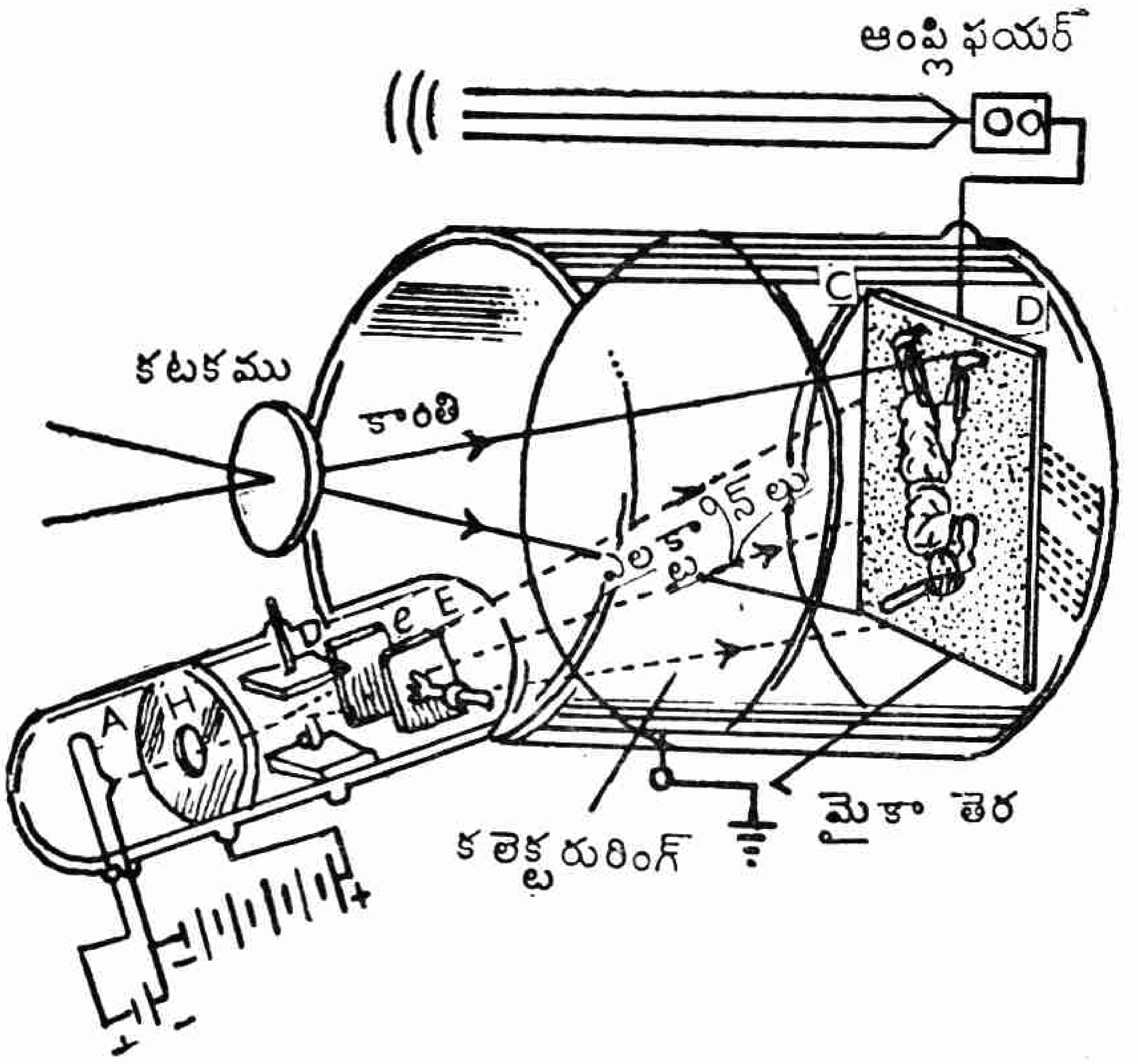
చిత్రము – 2

అల్లిక స్కానింగు పద్ధతి

గీతలవలన చూపబడినది. ఈ విధముగ వరస ఫీల్డ్‌లు అల్లబడి ఉండును. ఈ రెండు ఫీల్డ్‌లు కలిపిన మొత్తము పటము 'ఫ్రేమ్' అనబడును. ఇది 405 గీతలు కలిగి ప్రసారమగుటకు సెకనులో $\frac{1}{25}$ వంతు కాలము పట్టును. దీనినే 'అల్లికస్కానింగు' అందురు.

ఇదియే ప్రస్తుతము వాడుకలో ఉన్న పద్ధతి. ఈ పద్ధతిలో పటముల కదలిక వలన కలుగు అవాంఛనీయమైన ఫ్లికర్ నిర్మూలమగును. బ్రిటిష్ ప్రామాణిక టెలివిజన్‌లో పటము యొక్క పొడవు - వెడల్పు 5:4 నిష్పత్తిలో ఉండును.

కెమేరా మూడుభాగలు: 1. కాంతి కటక సముదాయము. ఇది వస్తువు యొక్క ప్రతిబింబమును కాంతి విద్యుత్తు మొజాయిక్ పైకి తెచ్చును; 2. తేజో విద్యుత్తు మొజాయిక్ ; 3. ఋణ విద్యుత్తు మార్గ కిరణ స్కానింగు సమూహము. చిత్రము - 3 టెలివిజన్ కెమేరాను చూపును.



చిత్రము – 3

టెలివిజన్ కెమేరా

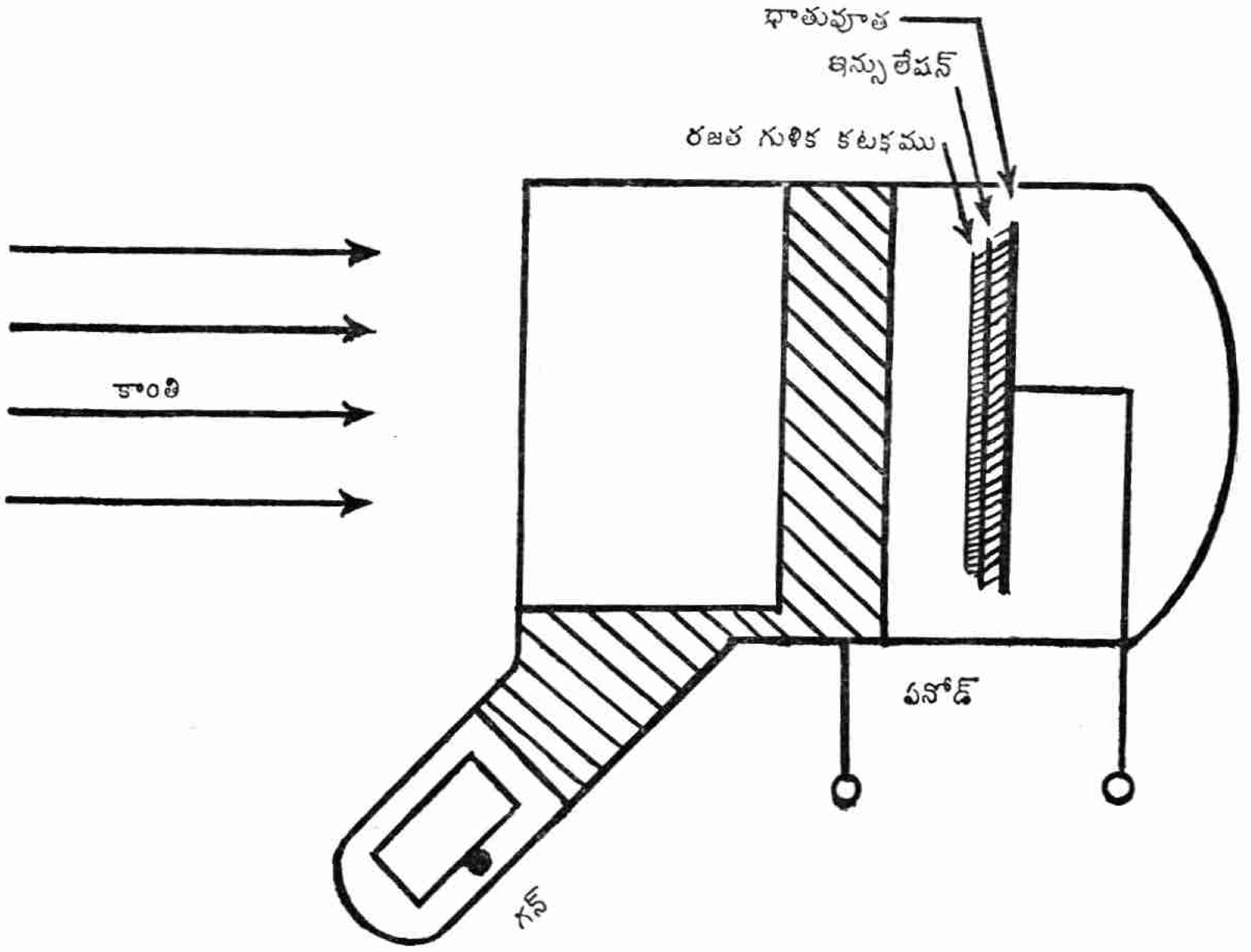
స్కానింగు క్రింది విధముగ జరుగును: వేడిచేయబడిన ఫిలమెంట్ (A) నుండి నిరంతర ఋణ విద్యుత్తు కణముల ప్రవాహము కలుగును. ఈ ప్రవాహము పైకి, క్రిందికి, ప్రక్కలకు అడ్డ ఫలకముల (D, d), నిలువు ఫలకముల (E, e) వలన కదిలింపబడును. ఋణ విద్యుత్తు కణ ప్రవాహము కెమేరా చివరన ఉన్న మైకా తెరను తాకి వస్తు ప్రతిబింబమును స్కాన్ చేయును.

మైకా తెర ముఖభాగము లక్షల కొలది చిన్న చిన్న సీజియమ్ ముక్కలచే పొదుగబడి ఉన్నది. ఈ ముక్కలు చిన్న కాంతి విద్యుత్తు ఘటములవలె ప్రవర్తించును. వానికి తగులుచున్న వెలుగు వాని నుండి ఋణ విద్యుత్తు కణము (ఎలక్ట్రాన్) లను బయటకు పంపుట ద్వారా ధన ధ్రువములుగా తయారు చేయును [చూ. 412 వ పుటలోని చిత్రము - 3 ఏ].

412 పుటలో చిత్రము - 4 మైకా తెరపై సీజియమ్ ముక్కలను చూపుచున్నది. 1,2 ముక్కలు చీకటిలో ఉన్నవి. 3 వది

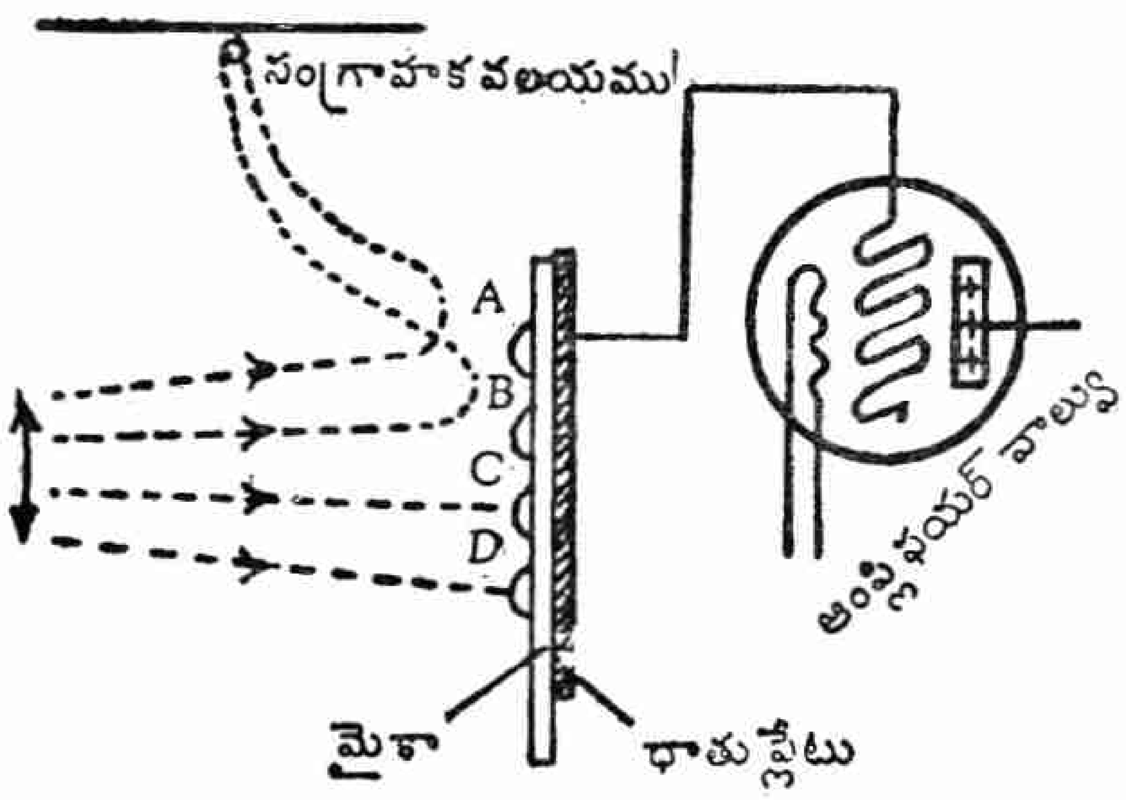
కొద్ది చీకటిలోను, 4 వది పూర్తిగా వెలుగులోను ఉన్నవి. ఋణ విద్యుత్తు కణ ప్రవాహము ఈ ముక్కలపై ముందుకు వెనుకకు ఊగును. చీకటిలో ఉన్న ముక్కలు పూర్తిగా విద్యుత్తుఆవిష్టములై ఉండును. అవి ఋణ ధ్రువములుగ ఆవిష్టములై ఉన్నందున ఋణ విద్యుత్తు కణములను తిరస్కరించును. ఋణ విద్యుత్తు కణములు భూస్థాపితమగు సేకరణపుటంగము వద్ద చేరును. కొద్ది వెలుతురులో ఉన్న ముక్క కొద్దిగా మాత్రమే ఋణ విద్యుత్తు కణములను వదలును. అందుచే దాని ఆవేశములో కొద్ది మార్పు మాత్రమే కలుగును. పూర్తి వెలుగులో ఉన్న నాలుగవ ముక్క చాల ఋణ విద్యుత్తు కణములను వదలును. అందుచే దాని ఆవేశము ఎక్కువగ మారును. కనుక, వెలుగు హెచ్చుతగ్గులను బట్టి విద్యుత్తు ఆవేశము మారును.

సీజియమ్ ముక్కపై ఉన్న ఆవేశములోని మార్పు ధాతు ఫలకములో రెండవ రకమునకు చెందిన ఆవేశమును కలిగించును. కనుక ఋణ విద్యుత్తు కణ ప్రవాహము వెలుగులోని ముక్కను తాకినపుడు ఫలకముపై ఆవేశము కలుగును. ఈ ఆవేశము విస్తారిణి వాల్వులోని గ్రిడ్ పై మార్పు కలిగించి బయటకు పోవు టెలివిజన్ తరంగములలో శ్రుతి (మోడ్యులేట్) కూర్చును. సీజియమ్ ముక్కలపై వెలుతురు హెచ్చిన కొలది శ్రుతి కూర్పు ఎక్కువగును. ఆ విధముగ 3 వ చిత్రములోని కెమేరాలోని ఋణ విద్యుత్తు కణముల సమూహము వస్తు ప్రతిబింబముపై ఊగును. ప్రతిబింబము చీకటిగా ఉన్నప్పుడు ఋణ విద్యుత్తు కణములు సీజియమ్ ముక్కల నుండి వెలువడవు; ధాతు ఫలకముపై ఆవేశము కలుగదు; టెలివిజన్ తరంగములు శ్రుతి కూర్పబడవు. ప్రవాహము వెలుగులో ఉన్న ప్రతిబింబమును తాకినపుడు ఎలక్ట్రానులు బయటపడి ధాతుఫలకముపై ఆవేశము కలుగజేయును. ఈ విధముగ బయటకు పోవు తరంగములు శ్రుతి కూర్చబడును.



చిత్రము - 3 ఏ

ఋణ విద్యుత్తు కణ ప్రవాహము కెమేరా చివరన ఉన్న మైకా తెరను తాకి వస్తు ప్రతి బింబమును స్కాన్ చేయును.



చిత్రము - 4

ఋణ విద్యుత్తు కణప్రవాహము సీజియమ్ ముక్కలపై ముందు వెనుకలకు ఊగుట

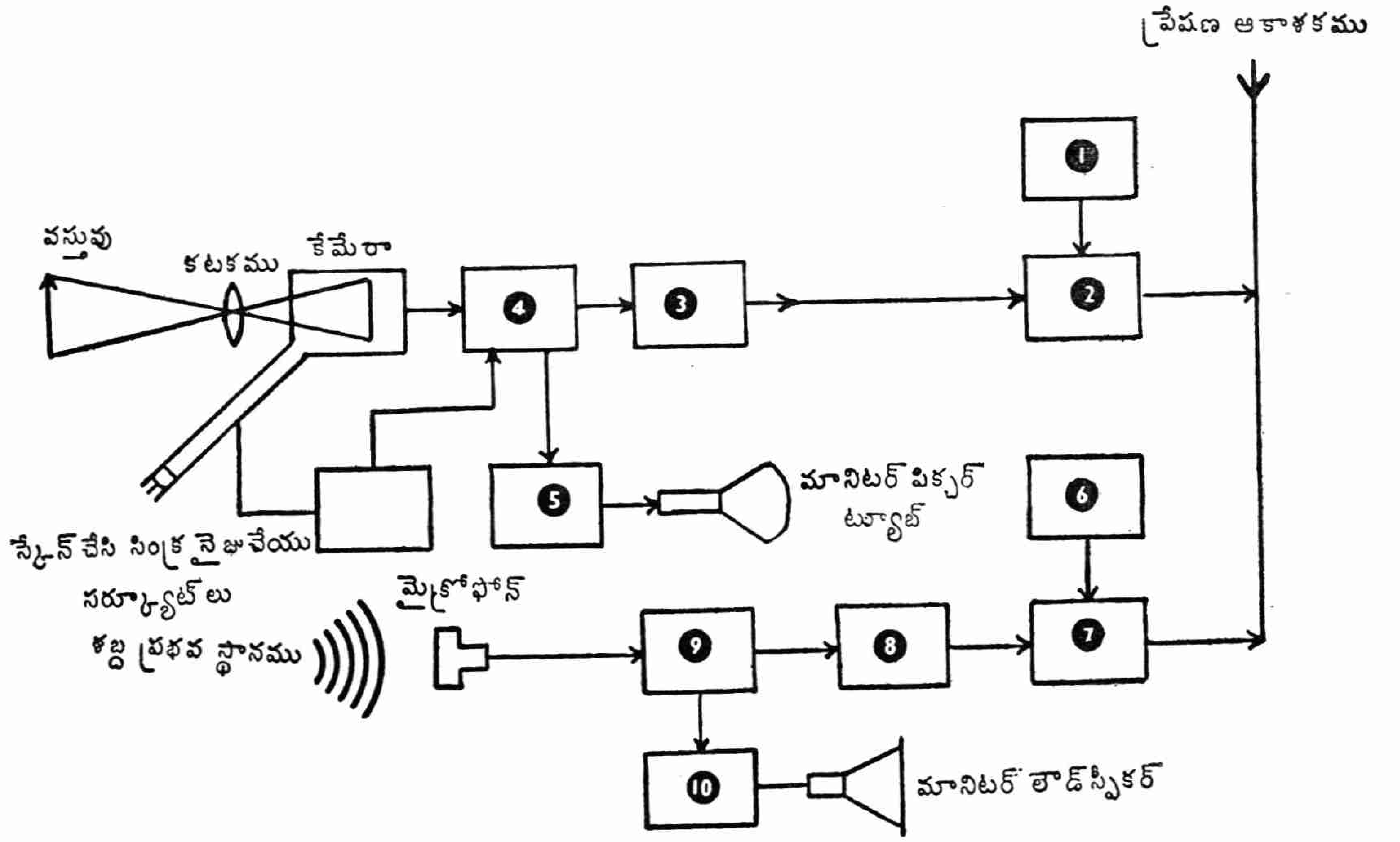
శబ్ద స్ఫుట యంత్రమునుండి వచ్చి, తగు రీతిగ విస్తరింపబడి శ్రవ్యవాహక తరంగముల శ్రుతి మేళవించు శ్రవ్య తరంగములు, స్కానింగులో క్రిందనుండి పైకిని, కుడి నుండి ఎడమకును ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము కదులునప్పుడు పటనాళము పని చేయకుండ చేయుట కొరకు ప్రసారము చేయబడు బ్లాంకింగ్ పల్సులు, రిసీవరులోని అడ్డ - నిలువు స్కానింగులను ప్రసారిణిలోని అడ్డ - నిలువు స్కానింగులతో సరిపడునట్లుగా చేయు సింక్రోనైజింగ్ పల్సులు టెలివిజన్ ప్రసారిణినుండి ప్రసారమగు ఇతర తరంగములు. ఈ సింక్రోనైజేషన్ తెరపైబడు కాంతిమంతమగు, కాంతివిహీనమగు మచ్చలను సరియగు చోట్ల పడునట్లు చేసి ప్రసారితమగు వస్తువుయొక్క ప్రతిరూపము సరిగా తెరపై పడునట్లు చేయును. ఈ సింక్రోనైజింగ్ పల్సులు బ్లాంకింగ్ పల్సులతో పంపుట వలన తెరపై గాని, రిసీవరు పటనాళము పై గాని కనిపింపవు.

సాధారణ టెలివిజన్ ప్రసారయంత్రములోని భాగము 413 పుటలోని చిత్రము - 5 లో చూపబడినది. శ్రవ్యతరంగ

ప్రసారణ సముదాయము సాధారణ రేడియో ప్రసారకము. కాని, పట తరంగ ప్రసారణ సముదాయము కెమేరా, సింక్రోనైజింగ్ వలయములను కూడ కలిగి ఉండును. ఆ విధముగ పట తరంగములును, శ్రవ్య తరంగములును విస్తరింపబడిన తరువాత తమ తమ వాహక తరంగములపై శ్రుతి మేళవింపబడి ఒకే ఆకాశ తంతువు నుండి ప్రసారము అగును. వీనితోడనే బ్లాంకింగ్, సింక్రోనైజింగ్ పల్సులు కూడ ప్రసారము అగును.

ప్రసారము చేయబడిన తరంగములు రిసీవరువద్ద మరల ఒకే ఆకాశతంతివలన గ్రహింపబడును. టెలివిజన్‌లో టెలివిజన్ రిసీవరునకు ఉపకరించు ఆకాశతంతువు రేడియో రిసీవరు ఆకాశతంతువువలె సన్నని తీగె కాదు. సన్నని తీగె పటతరంగముల మొత్తమునకు సరిగా అనువదించలేదు. ఆకాశతంతువు (ఏరియల్) వైశాల్యమును 4 చ. సెం. మీ. నుండి 6 చ. సెం. మీ. వరకు పెంచినచో పై కష్టము తొలగును. ఆకాశతంతువు ఎత్తు చాల ఎక్కువగా ఉండవలెను. టెలివిజన్ రిసీవరులోని ముఖ్య భాగములు 414 పుటలోని చిత్రము - 6 లో చూపబడినవి.

టెలివిజన్ రిసీవరు కూడ సూపర్ హెట్ పద్ధతిపైననే ఆధారపడి ఉన్నది. రిసీవరు ఆకాశతంతువు అందుకొనిన



చిత్రము - 5

టెలివిజన్ ప్రసారిణిలోని ముఖ్య భాగములు

1, 6. R. F. వాహక తరంగ ఆధారము ; 2, 7. మోడ్యులేట్ చేసిన R. F. ఆంప్లిఫయర్ ; 3, 8. మోడ్యులేట్ చేసిన ఆంప్లిఫయర్ ; 4, 9. లైన్ ఆంప్లిఫయర్ ; 5, 10 మానిటర్ ఆంప్లిఫయర్.

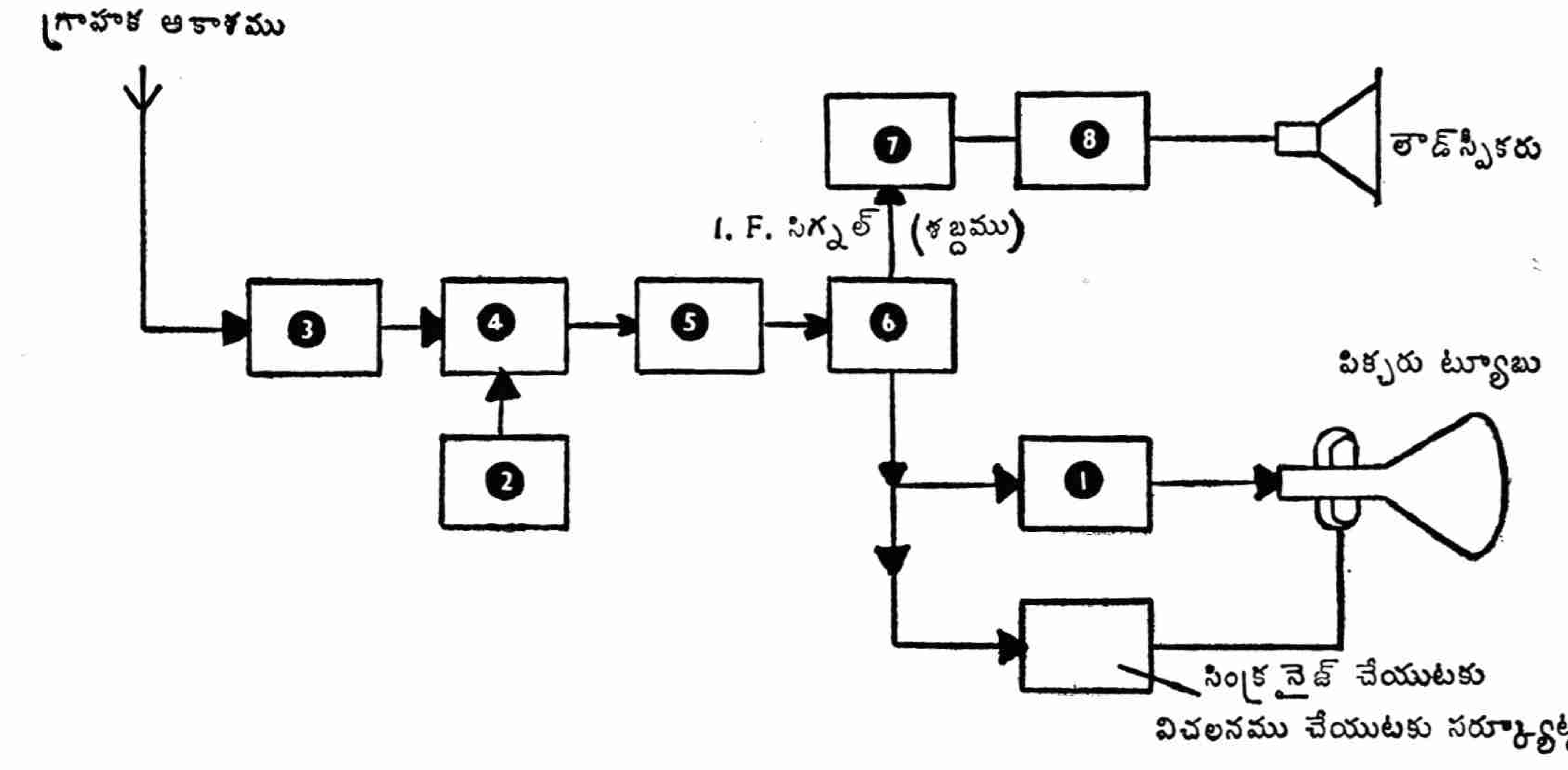
ఉపయోగింపబడునంతటి ఎక్కువ పౌనఃపున్యము కల తరంగముల ప్రసారము కనుచూపు మేరలలోనే జరుగును. ప్రసారక, గ్రాహక ఆకాశతంతువుల ఎత్తులు వాటి మధ్య దూరములను నిర్ణయించును. ఇంతేకాక, పై ఆకాశ తంతువుల మధ్య ఏదేని పర్వతము గాని, ఎత్తయిన కట్టడము గాని ఉన్న ఎడల తరంగములను నిరోధించును. ప్రస్తుతము టెలివిజన్ ప్రసార దూరము సుమారు 80 కి. మీ. వ్యాసార్ధమునకు పరిమితమై ఉన్నది.

తరంగములు ఒకటి గాని, అంతకంటె ఎక్కువ గాని అయిన రేడియో పౌనఃపున్య విస్తరణ సాధనములకు పంపబడును. ఈ రేడియో పౌనఃపున్య విస్తరణ సాధనములు రేడియో రిసీవరులో వలెనే పనిచేయును. అవి శ్రవ్య కర్కశ ధ్వనుల నిష్పత్తి (సిగ్నల్ - నోయిస్ రేషో) ని పెంచును.

రేడియో పౌనఃపున్య విస్తరణ సాధనముల తరువాత తరంగములు మిశ్రమకారి లోనికి వచ్చును. మిశ్రమకారి యందు ఈ తరంగములు 'స్థానిక ప్రకంపని (లోకల్ ఆసి

లేటర్)' నుండి వచ్చు తరంగములతో మిశ్రము పొంది, పై రెండు తరంగముల పౌనఃపున్యముల భేదమునకు సమానమగు మధ్యమ పౌనఃపున్యము (ఇంటర్మీడియేట్ ఫ్రీక్వెన్సీ) రేడియో రిసీవరులో వలె తయారగును.

తెలిసికొని ఉన్నాము. ఈ సింక్రోనైజింగ్ తరంగములు రూప తరంగములనుండి 'క్లిపర్ వలయము (క్లిపర్ సర్క్యూట్)' ల ద్వారా విడదీయబడును. ఈ తరంగములు అడ్డము, నిలువు సింక్రోనైజింగ్ తరంగములను కలిగి



చిత్రము - 6

టెలివిజన్ రిసీవరులోని ముఖ్య భాగములు

1. ఆడియో ఆంప్లిఫయర్; 2. ఆక్సిలరేటర్; 3. R. F. ఆంప్లిఫయర్; 4. మిక్సర్; 5. ఆడియో I. F. ఆంప్లిఫయర్ (శబ్దము); 6. ఆడియో డిటెక్టర్; 7. డిటెక్టర్ I. F. శబ్దము; 8. A. F. ఆంప్లిఫయర్.

టెలివిజన్ రిసీవరు రెండు మధ్యమ పౌనఃపున్య విస్తారిణులను కలిగి ఉండును. వీటిలో ఒకటి శ్రవ్యతరంగములను విస్తరించుటను, రెండవది రూపతరంగములను విస్తరించుటను చేయును. అత్యధిక పౌనఃపున్య విస్తారిణి (ఆడియో ఐ. ఎఫ్. ఆంప్లిఫయర్)రూప తరంగములను రూపగ్రాహిణికి అవసరమైనంత వరకు విస్తరించును. ఈ విస్తరణ తక్కువైనచో రూప వైకృత్యమును, ఎక్కువైనచో తరువాతి ఘట్టములలో అధిక భారమును కలుగును.

విస్తరింపబడిన రూప మధ్యమ పౌనఃపున్య తరంగములు సూపర్ హెట్‌లో వలె శ్రుతి కూర్పు తరంగముల(మోడ్యులేటింగ్ సిగ్నల్) ను విడదీయుటకై రూపగ్రాహిణి ఘట్టములోనికి పోవును. ఈ రిసీవరునుండి వచ్చు తరంగములు బలహీనముగ ఉండుటచే పట నాళము పనిచేయుటకు తగి ఉండవు. కనుక, ఇవి పట నాళమునకు పోవుటకు ముందు అత్యధిక పౌనఃపున్య విస్తారిణిలో విస్తరింపబడును.

ప్రసారిణినుండి శ్రవ్యరూప తరంగములు కాక సింక్రోనైజింగ్ తరంగములు కూడ ప్రసారము అగునని ఉండును. అవి మరల డిఫరెన్షియేటింగ్, ఇంటెగ్రేటింగ్ వలయముల ద్వారా వేరుచేయబడి రిసీవరువద్ద నిలువు, అడ్డ స్కానింగ్ ప్రకంపనులను సింక్రోనైజ్ చేయుటకు ఉపయోగింపబడును. ఈ విధముగ ప్రసారిణి వద్ద ప్రసారము చేయబడిన రూపము రిసీవరు వద్ద కూర్పు చేయబడును.

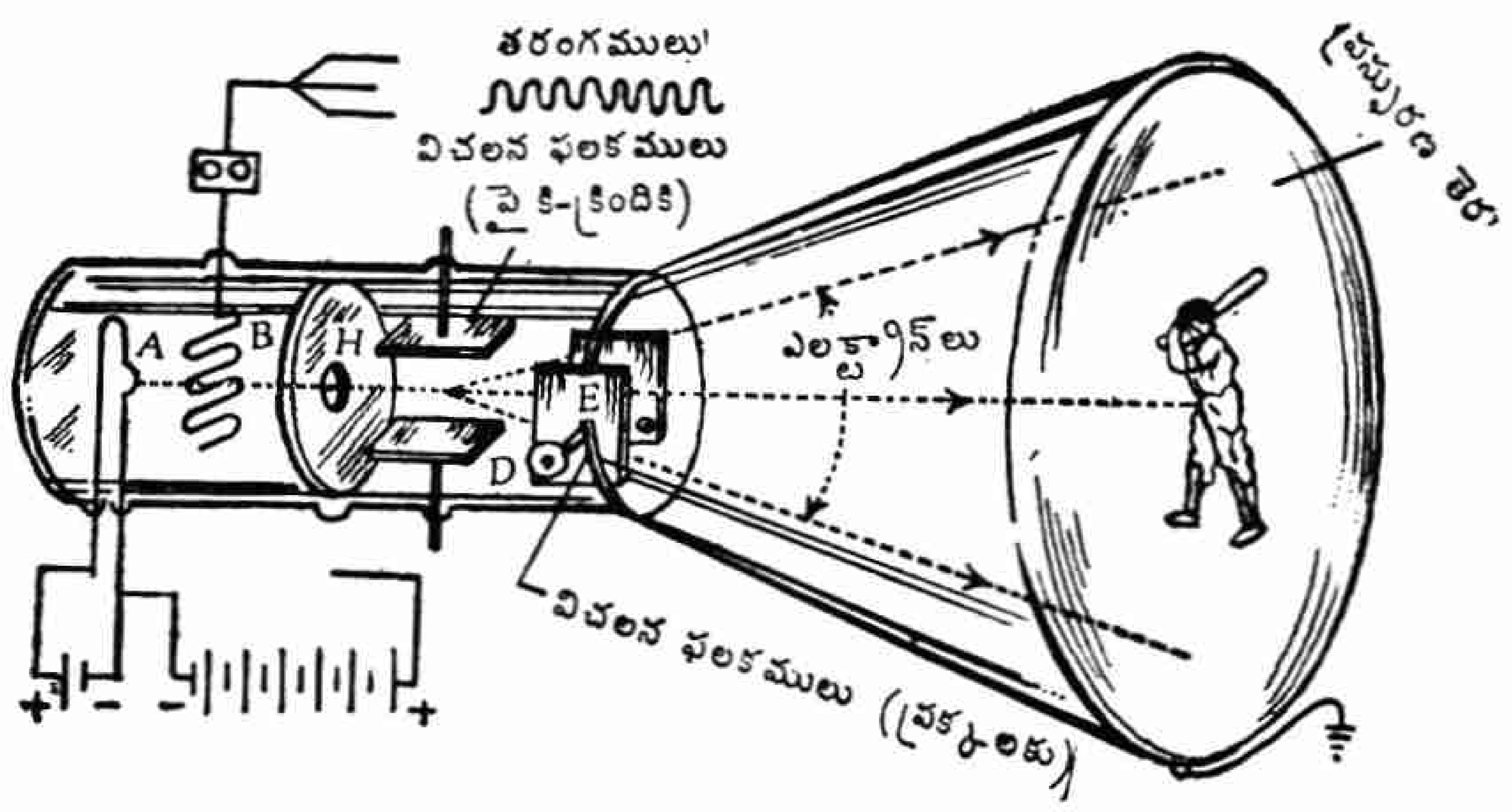
ఇక శ్రవ్య తరంగముల విషయము చూడవలసి ఉన్నది. సాధారణముగ శ్రవ్య మధ్యమ పౌనఃపున్య తరంగములు గ్రాహిణి (రిసీవరు) తరువాత గాని, అత్యధిక పౌనఃపున్య విస్తారిణి తరువాత గాని విడదీయబడును. 'యునైటెడ్ స్టేట్స్'లో సూపర్ హెట్ రేడియో రిసీవరులో మనము చూచినట్లు కాక, శ్రవ్యతరంగములు పౌనఃపున్య శ్రుతి మిశ్రము (ఫ్రీక్వెన్సీ మోడ్యులేషన్) చే శ్రుతి మేళవింపబడును. దీనికి కారణము పౌనఃపున్య శ్రుతి మిశ్రములో పరిమితి శ్రుతి మిశ్రము (ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్) కంటె ఎక్కువ శ్రవ్య, కర్కశ ధ్వనుల నిష్పత్తి కలిగి ఉండుట. వేరుచేయబడిన శ్రవ్య మధ్యమ పౌనఃపున్య

తరంగములు మధ్యమ పౌనఃపున్య విస్తారిణియందు విస్తరింపబడి శ్రవ్యగ్రాహిణి ఘట్టమును ఆవేశించును. ఈ గ్రాహిణి పూర్వపు గ్రాహిణివలె కాక, మరియొక పద్ధతి పై పనిచేయును.

గ్రాహిణినుండి వచ్చు తరంగములు శ్రవ్య శ్రుతి కూర్పు తరంగములను కలిగి ఉండును. ఇవి విస్తరింపబడి ధ్వని అధికము చేయు సాధనమునకు పంపబడును. ఇచ్చట ఇవి ధ్వని తరంగములుగ మార్చబడును.

ఈ విధముగ ప్రసారిణి వద్ద ప్రసారము చేయబడిన శ్రవ్య రూప తరంగములు రిసీవరు వద్ద ధ్వని అధికము చేయు సాధనము, పటనాళముల వద్ద చేరుచున్నవి. పటనాళము క్రింది విధముగ పని చేయును.

చిత్రము - 7 టెలివిజన్ రిసీవరులో ఉపయోగింపబడు పట నాళమును చూపుచున్నది.



చిత్రము - 7

టెలివిజన్ రిసీవరులో ఉపయోగింపబడు పటనాళము

అందు ఎడమ భాగము త్రిధ్రువిని పోలి ఉన్నది. ఫిలమెంట్ (A) వేడిచేయబడినప్పుడు ఎలక్ట్రాన్‌లు జనించును. ఈ విధముగ జనించిన ఎలక్ట్రాన్‌లు ధనావేశము కలిగి ఉన్న ఫలకము (H) చే ఆకర్షింపబడును. గ్రిడ్ (B) ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమును నియంత్రించును. గ్రిడ్ ఎక్కువ ధనావేశము కలిగి ఉన్న ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము హెచ్చగును; గ్రిడ్ ఎక్కువ ఋణావేశము కలిగి ఉన్న ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము తగ్గును. ఇంతవరకు పటనాళము రేడియో వాల్వు వలెనే పనిచేయును. ఫలకము (H) లోని రంధ్రముగుండా బయటికి వచ్చు ఎలక్ట్రాన్‌లు పటనాళమునకు రెండవ చివరి ఉన్న ఫ్లోరెసెంట్ తెరపైబడి వెలుగును కలుగజేయును. ఈ ఎలక్ట్రాన్ సమూహాము టెలివిజన్ పటమును తయారు చేయును.

అడ్డ ఫలకములు (D, d) ప్రకంపిత ప్రవాహమును ఇచ్చిన ఎడల ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము పైకిని, క్రిందికిని ఊగును. అటులనే నిలువు ఫలకములు (E, e) ప్రవాహమును ప్రక్కలకు ఊపును. ఈ విధముగ ఎలక్ట్రాన్‌లు ఫలకమునుండి తెరకు పోవునంతలో పైకి, క్రిందికి, ప్రక్కలకును కదలికను పెంపొందించుకొనును. తెరపై బడగనే పటమును రూపొందించును. పటములోని వెలుగు నీడలు ప్రసారితములోని సరియగు స్థలములలో వచ్చుటకు ఎలక్ట్రాన్ సమూహాము రిసీవరులోని స్కానింగ్ ఏజంటుతో సింక్రోనైజ్ చేయబడును. ఎలక్ట్రాన్ సమూహాపు ప్రవాహము కెమేరా నుండి తరంగములచే నియంత్రించబడును.

పైన ఉదాహరించిన ప్రమాణములు బ్రిటిషు పద్ధతిని అనుసరించినవి. అటులనే మరికొన్ని పద్ధతులు కూడ కలవు. కాని, వాటిలో ముఖ్యమైనవి బ్రిటిషు, అమెరికన్ పద్ధతులు మాత్రమే. అవి క్రింది పట్టికలో ఉదాహరింపబడినవి.

నెం	ప్రమాణము	బ్రిటన్	యునైటెడ్ స్టేట్స్
1.	గీతల సంఖ్య	405	525
2.	పటపౌనఃపున్యము-సెకనుకు	25	30
3.	చట్రపు పౌనఃపున్యము	50	60
4.	పట నిష్పత్తి	5 : 4	4 : 3
5.	శ్రవ్య, రూప వాహక తరంగముల పౌనఃపున్య భేదము	3·5 మెగా సైకిళ్లు	4·5 మెగా సైకిళ్లు
6.	శ్రవ్య ప్రసార పద్ధతి	పరిమితి శ్రుతి మిశ్రము	పౌనఃపున్యశ్రుతి మిశ్రము
7.	రేడియో తరంగముల ధ్రువత్వము	నిలువు	అడ్డము

ప్రస్తుతము ప్రపంచములో పెక్కు దేశములు టెలివిజన్ ప్రసారమును కలిగి ఉన్నవి. జపానులో కూడ ఇది సాంకేతికముగ ముందంజ వేసినది. భారత దేశములో ప్రయోగాత్మకముగ టెలివిజన్ ప్రసారము 1959 లో న్యూఢిల్లీ యందు ప్రారంభించబడి నగరమున గల విద్యా సంస్థలకు ప్రత్యేక కార్యక్రమములను ప్రసారము చేయు చున్నది.

వి. వి. ఎల్. రా.

టెలెక్స్ : చూ. టెలిఫోను పు. 392.

టెస్లా, నికోలా (1856 - 1943) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ సాంకేతిక విజ్ఞాని. 1856, జూలై 10 వ తేదీన క్రోషియా(అప్పుడు ఆస్ట్రియా-హంగేరియందు ఉన్నది)లో జనించెను. గ్రాజ్‌లోని పాలీ టెక్నిక్ స్కూలు నందును, ప్రాగ్ యూనివర్సిటీలోను విద్యను అభ్యసించెను. ఆదిలో గణిత, భౌతిక శాస్త్రములందు పాండిత్యమును సముపార్జించవలెననే సంకల్పముతో విద్యను కొన

సాగించి నప్పటికి విద్యుత్తు శాస్త్రమునందు అభిరుచి ఏర్పడి ఆ రంగమున కృషి జేయ దొడగెను.

యునైటెడ్ స్టేట్స్‌కు 1884 లో వలస వెళ్లి కొంత కాలము ఎడిసన్ కంపెనీ (ఆరంజ్) లో పనిచేసి అమెరికన్ పౌరసత్వమును పొందెను. న్యూయార్క్ నగరమున లేబొరేటరీని వ్యవస్థాపించి, టెస్లా అవిరళ పరిశోధనలు సలిపి అధిక వోల్టేజీ విద్యుత్తు రంగమునకు మార్గదర్శి అయి, రేడియో ట్రాన్స్‌మిషన్, విద్యుత్తుశాస్త్రముల అభివృద్ధికి దోహద మొనర్చిన పెక్కు ఆవిష్కరణములను, కల్పనలను చేసెను. ఆర్క్‌లాంప్‌లు, టెస్లా ఇండక్షన్ మోటార్, ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంట్ ప్రసార పద్ధతి, టెస్లా కాయిల్, అధిక పౌనఃపున్యము గల జనరేటర్లు రేడియో సమాచార విధానము, తీగెలు లేకుండనే విద్యుచ్ఛక్తి ప్రసార విధానము మొదలగునవి టెస్లా ప్రధాన నిర్వాహములు; ప్రసిద్ధ నయాగరా జలపాతము నందలి విద్యుత్తు వ్యవస్థ టెస్లా రూపకల్పనయే.

ఇతని 80 వ జన్మదినోత్సవము 1936 లో పెక్కు యూరప్ నగరములందు సైంటిఫిక్ సంస్థలలోను, సదస్సులలోను జరుపబడినది. ఇతను 1943, జనవరి 7 వ తేదీన న్యూయార్క్ నగరమునందు మరణించెను. పా. ల. నా.

ట్రాన్సిస్టార్ : చూ. సెమీకండక్టర్.

డబ్బాలలో నిల్వ : చూ. ఆహారములు, నిల్వ - పు. 228.

డాగరీ, లూయీ జాక్వియస్ మాండీ (1789 - 1851) : ఫ్రెంచి జాతీయుడు, డాగరీ టైప్ అనబడు శాశ్వత చిత్ర నిర్మాణ పద్ధతిని సమగ్ర పరచిన వైజ్ఞానికుడు. ఇతడు 1822 లో ఒక పారిస్ ప్రదర్శనమునందు రెండు వైపుల చిత్రింపబడిన పారదర్శక కాన్వాసులను సందీపింప జేసి, చంద్రకాంతి యొక్క, ఇతర కాంతుల యొక్క అద్భుత ఫలితములను నిరూపించెను. 1827 లోనే ధాతువుపై చిత్రములను తయారుచేసిన నెసీఫోర్ నెపెక్ అను భౌతిక శాస్త్రవేత్తతో కలసి ఇతడు 1829 నుండి పని చేసెను. కాని, తన సహచరుని మరణానంతరముననే ఇతడు తన డాగరీ టైపును సమగ్ర పరచగలిగెను. ఆ. వెం.

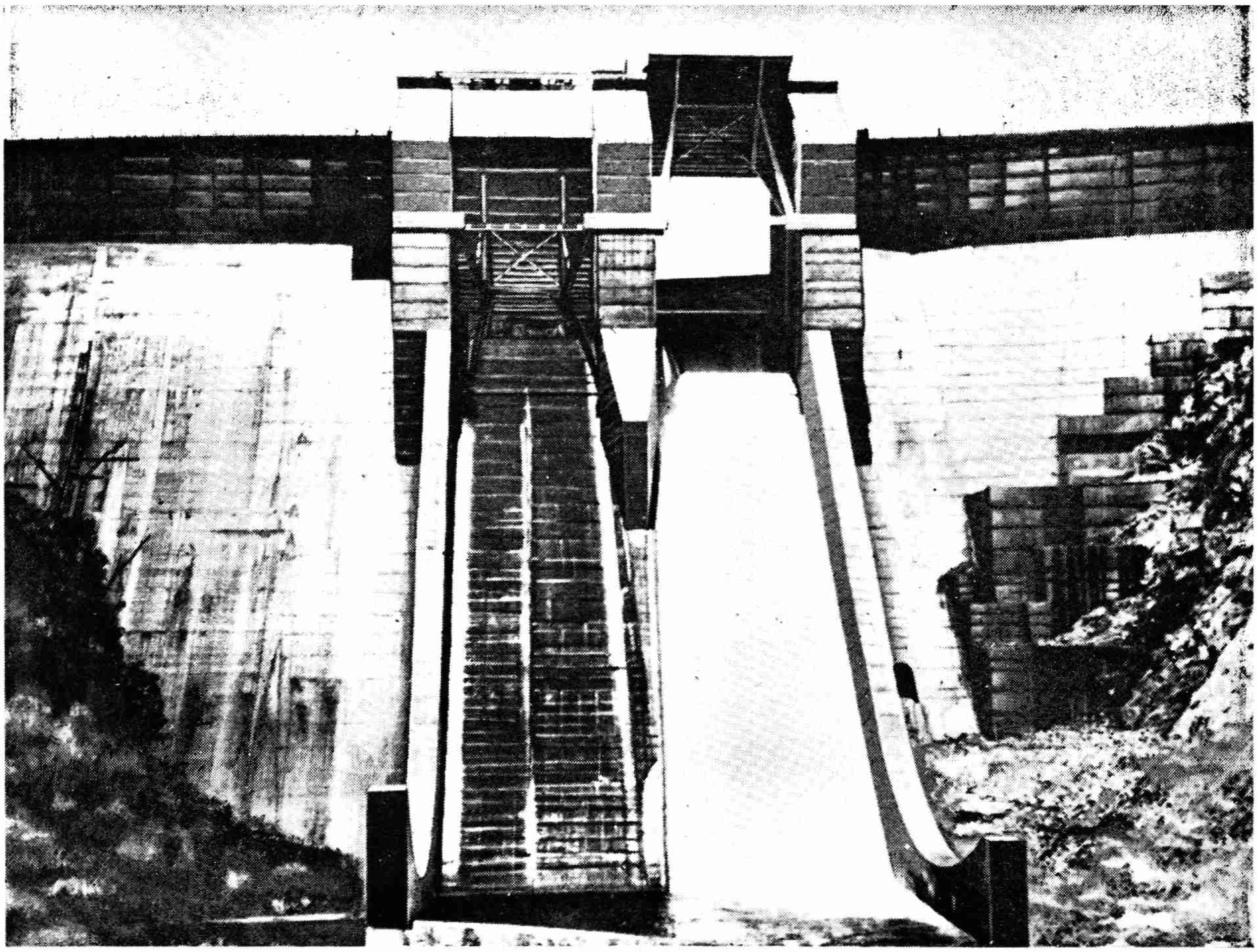
డాములు : నదీ ప్రవాహమును గోడవలె అరికట్టి, నీటిని నిల్వచేయుటకు నిర్మించు కట్టడమునకు 'డాము' (ఆనకట్ట) అని పేరు. నేడు తరుచు వ్యవహరింపబడు 'డాము' అను ఆంగ్ల పదమునకు తెలుగులో 'ఆనకట్ట' అని చెప్పవచ్చును. ఈ కట్టడము కొన్ని వందల మీటరుల ఎత్తు గల శాశ్వతమైన ఎత్తయిన జలనిర్మాణము మొదలుకొని తాత్కాలిక అవసరములకై నిర్మించబడు మట్టికట్టల వరకు పలు రూపములలో ఉండవచ్చును. నదీ ప్రవాహమును ఒక జలాశయములో నిల్వచేసి ఉంచుటయే ఈ డాముల ఆశయము. చిన్న వాగుపై నిర్మింపబడు ఊరి చెఱువు, 213 మీటరుల ఎత్తుగల భాక్రా డాము - ఈ రెండిటి ఆశయము ఒకటియే. 15 మీటరుల కంటె ఎత్తుగల కట్టడములను పెద్ద డాములు అని పిలుచుచున్నారు [చూ. ఆనకట్టలు, బరాజులు - పు. 202].

ఈ డాముల నిర్మాణము అనేక ప్రయోజనములకై జరుగవచ్చును. పంట నీటి సౌకర్యము, జలవిద్యుచ్ఛక్తి, మంచినీటి సౌకర్యము, వరద నివారణ మొదలగు వానిలో ఏ ఒక్కటికైనా గాని లేదా రెండు మూడు సౌకర్యములకు గాని ఈ కట్టడములు నిర్మింపబడవచ్చును. ఉదా : పోచంపాడు డాము (ఆంధ్రప్రదేశ్) నిర్మాణము కేవలము పంటనీటి సౌకర్యమునకై ఉద్దేశింపబడినది. మాచ్‌ఖండ్ జలాశయము విద్యుచ్ఛక్తికై ఏర్పడినది. భాక్రా డాము ఈ రెండు ప్రయోజనములను చేకూర్చుచున్నది. హీరాకుడ్ డాము ఈ రెండింటికే గాక వరద నివారణ కూడ ప్రధాన ఆశయముగా కలది. నాగార్జున సాగరు [చూ.] వంటి బహుళార్థ సాధకములగు డాములను నిర్మించుటయే ఎక్కువ పరిపాటిగా ఉన్నది.

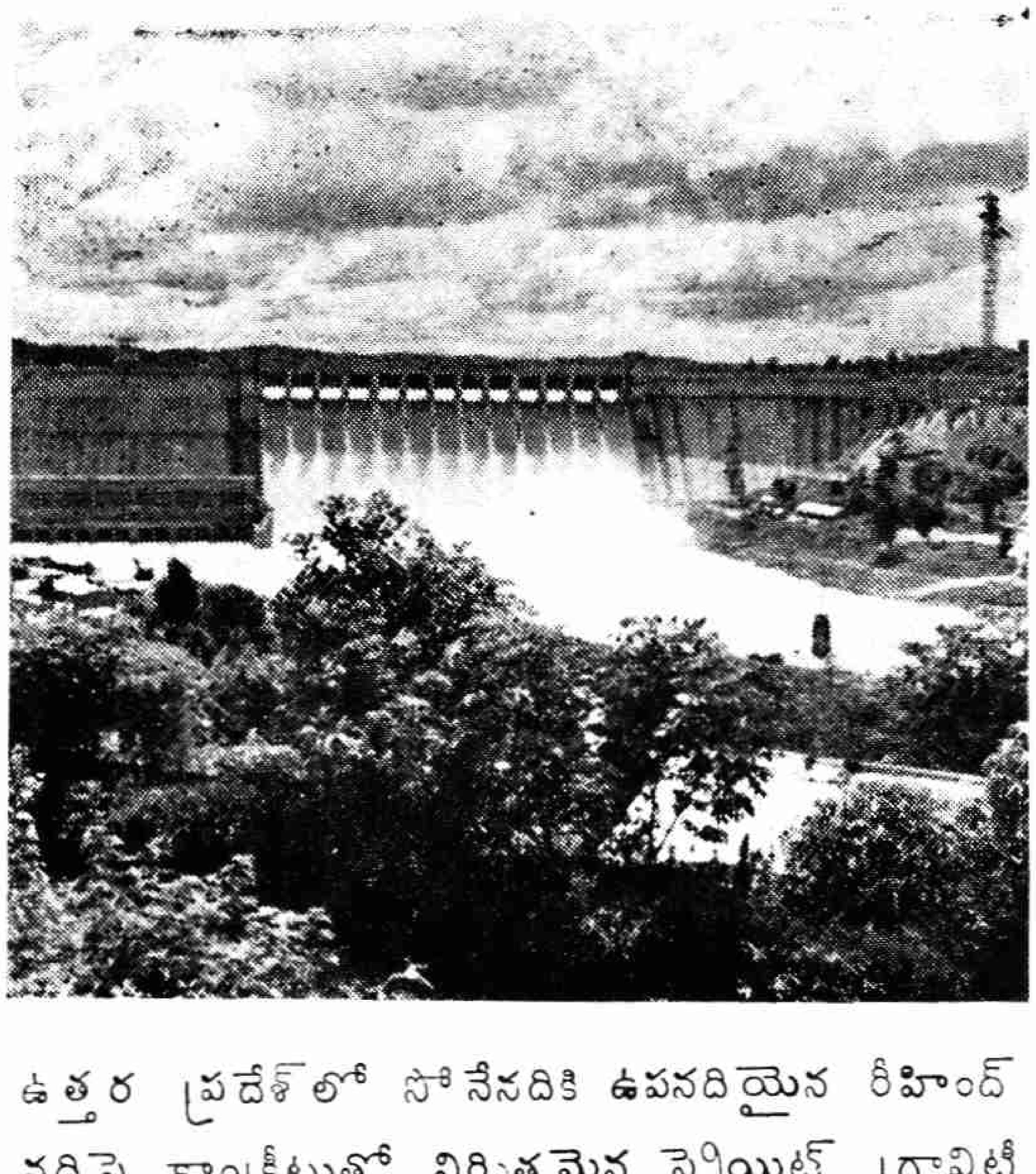
ఈ డాముల నిర్మాణము వేల సంవత్సరములుగా జరుగుచున్నది. క్రీ. పూ. 4 వేల ఏండ్ల క్రిందటనే ఈజిప్టు దేశపు ఫారో చక్రవర్తులు డాములను నిర్మించినట్లు తెలియుచున్నది. దక్షిణ ప్రాంతమున చోళరాజులు నిర్మించిన కావేరీ ఆనకట్ట పెద్ద ఎత్తయిన ఆనకట్ట కాకపోయినను అతిముఖ్యమగు పురాతనమైన ఆనకట్ట [చూ. ఆనకట్టలు, బరాజులు]. తెలుగు దేశములో కాకతీయుల కాలము నాటి పాకాల, రామప్ప చెరువులను పురాతనమైన ఆనకట్టలలో ఎంచవచ్చును [చూ. పు. 202].

కట్టడమునకు ఉపయోగించు నిర్మాణ సామగ్రిని బట్టి పెద్ద డాములను రెండు రకములుగా విభజించవచ్చును : 1. మట్టితోగాని లేదా గుట్టగా పోసిన రాళ్లతో గాని ఏర్పడు డాములు ; 2. రాతి డాములు. సాధారణముగా మనకు ప్రతిగ్రామమునందును కన్పించు చెరువు కట్టలు మట్టి డాములు. మట్టిని, రాతి ముక్కలను కలిపి గాని, గుట్టగా పోసిన రాళ్లతో గాని డాములను నిర్మించు పద్ధతి ఇటీవలనే వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఈ రకపు నిర్మాణములో సిమెంటు గాని, సున్నము గాని అవసరములేదు.

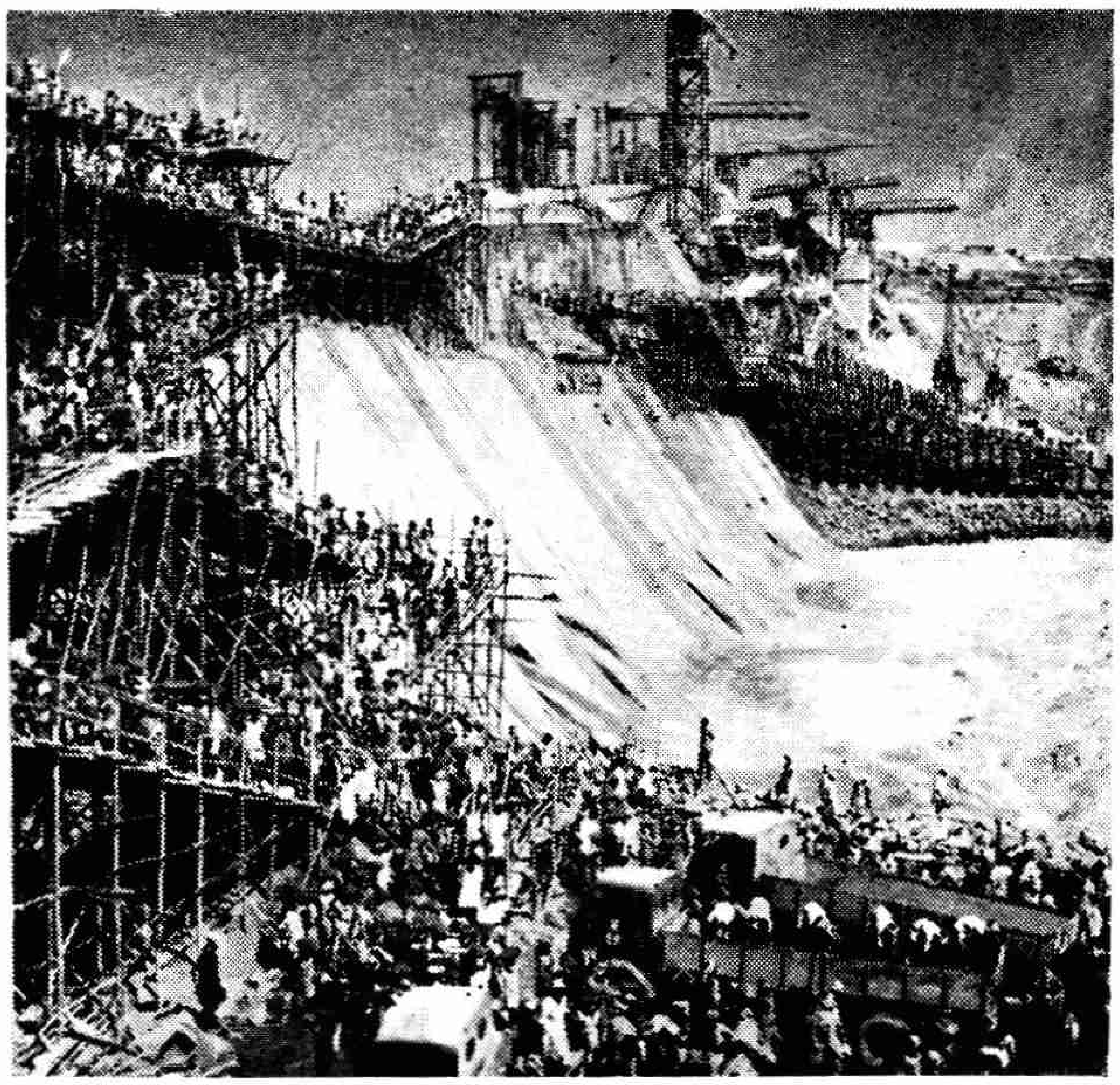
రాతి డాములను కట్టడపు రాళ్లతో గాని లేదా కాంక్రీట్‌తో గాని నిర్మించవచ్చును. నాగార్జున సాగరు డాములోని ఎక్కువభాగము కట్టుడు రాతిపనియే. ఈ రకపు కట్టడములో బండరాళ్లను ఒకదానిపై ఒకటి



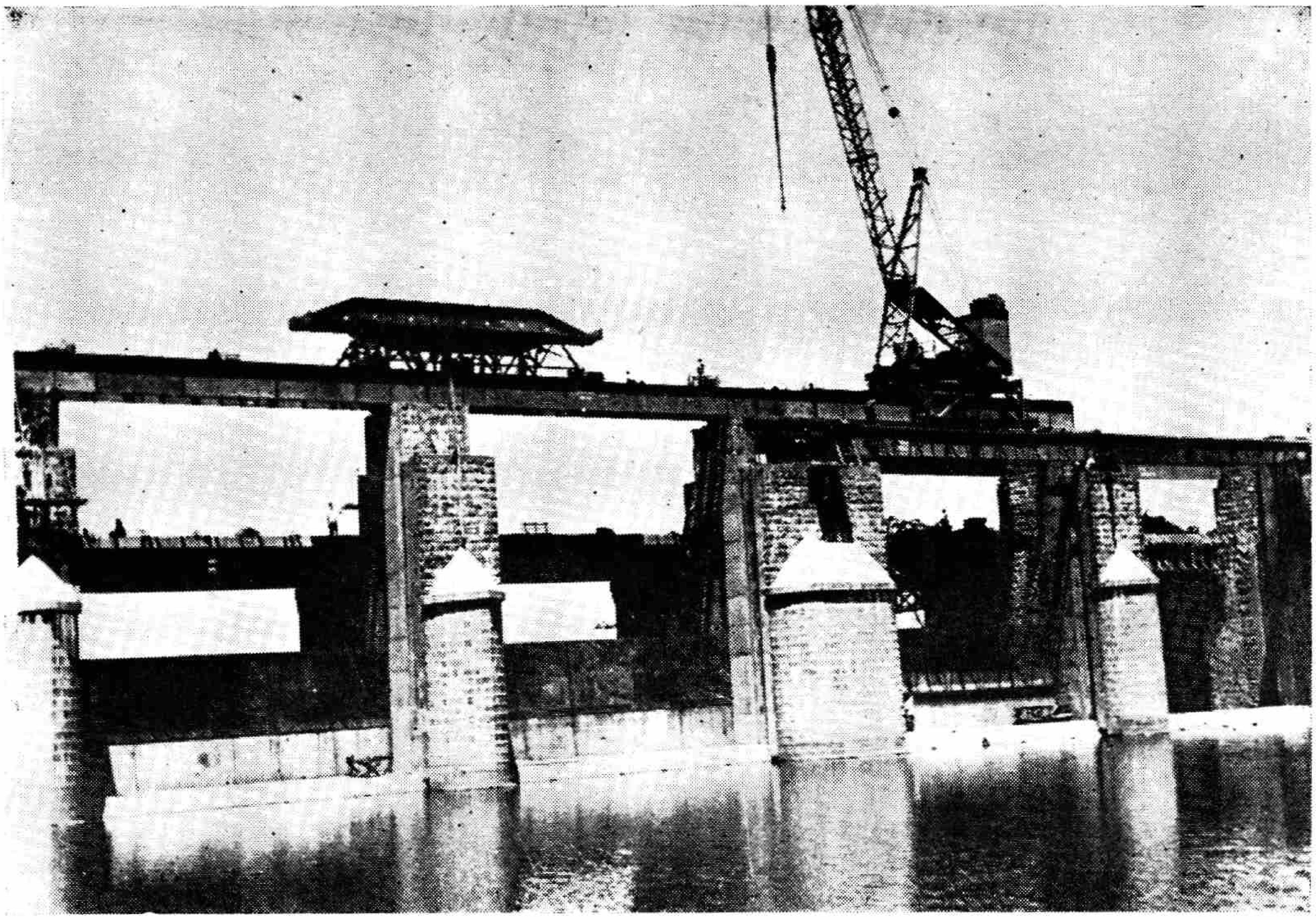
ఉమియామ్ డాము (బారాపానీ ప్రాజెక్టు): 12 మీ. 13 మీ. 76 మి. మీ. విద్యుత్తు సహాయమున పనిచేయు రేడియల్ గేట్ల జంట.



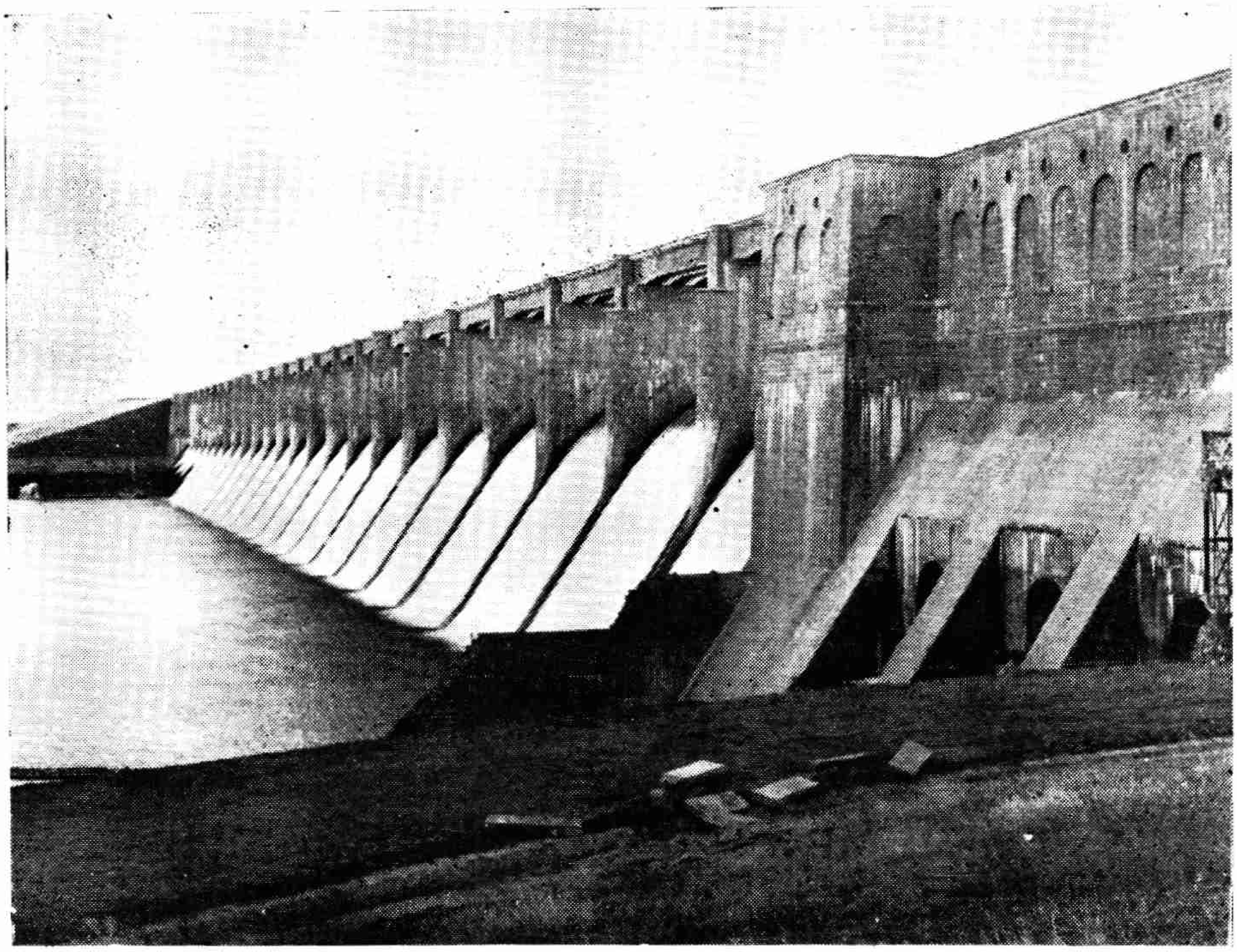
ఉత్తర ప్రదేశ్‌లో సోనేనదికి ఉపనదియైన రీహింద్ నదిపై కాంక్రీటుతో నిర్మితమైన స్ట్రెయిట్ గ్రావిటీ డాము. పొడవు 1,011 మీ.; ఎత్తు 93 మీ.



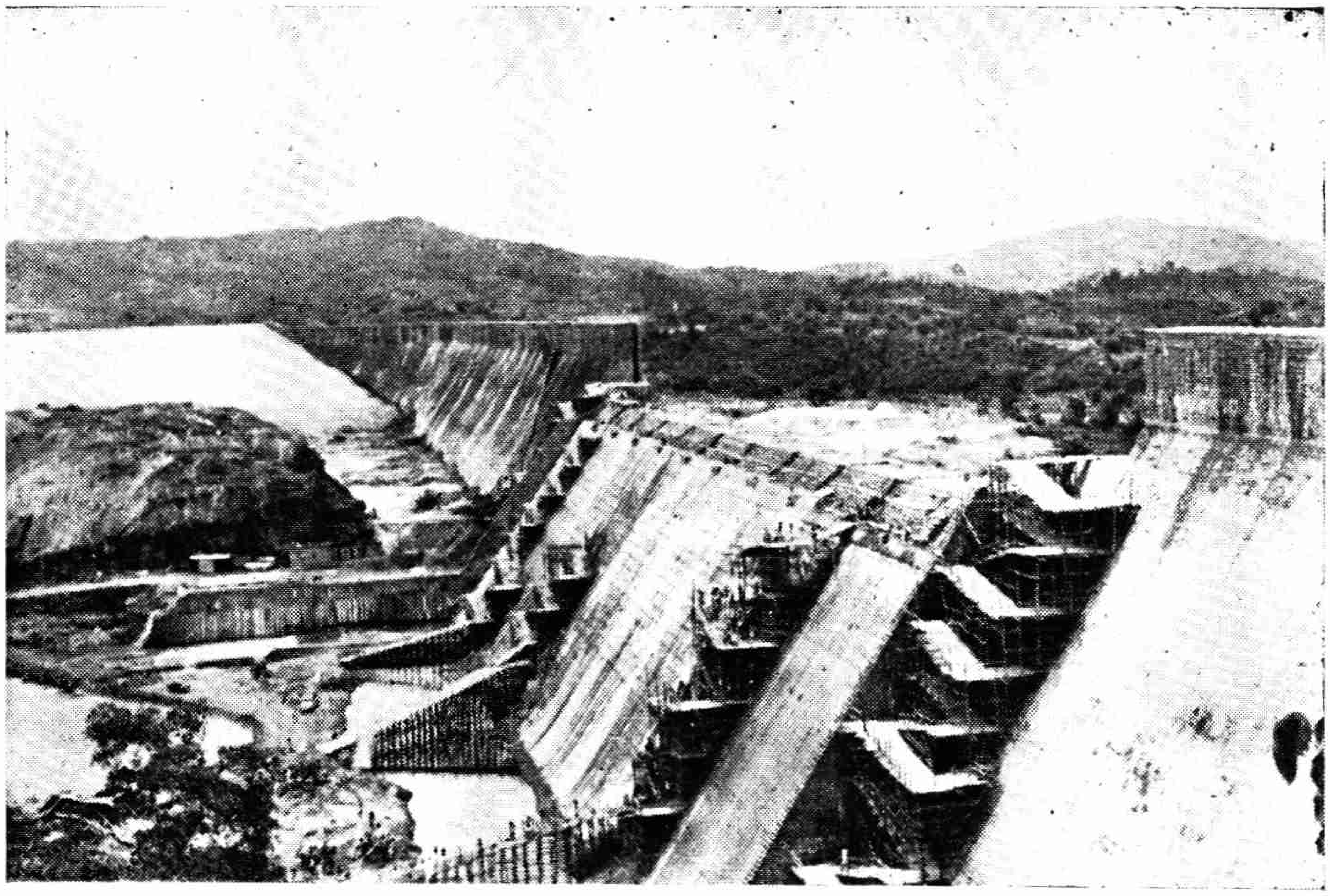
నాగార్జున సాగరు డాము: (చూ. పు. 480)



మధ్యప్రదేశ్‌లోని తావా డాము. ఇందు పైకి లేవనెత్తబడు గేట్ల నిర్మాణ దశ చూడనగును.

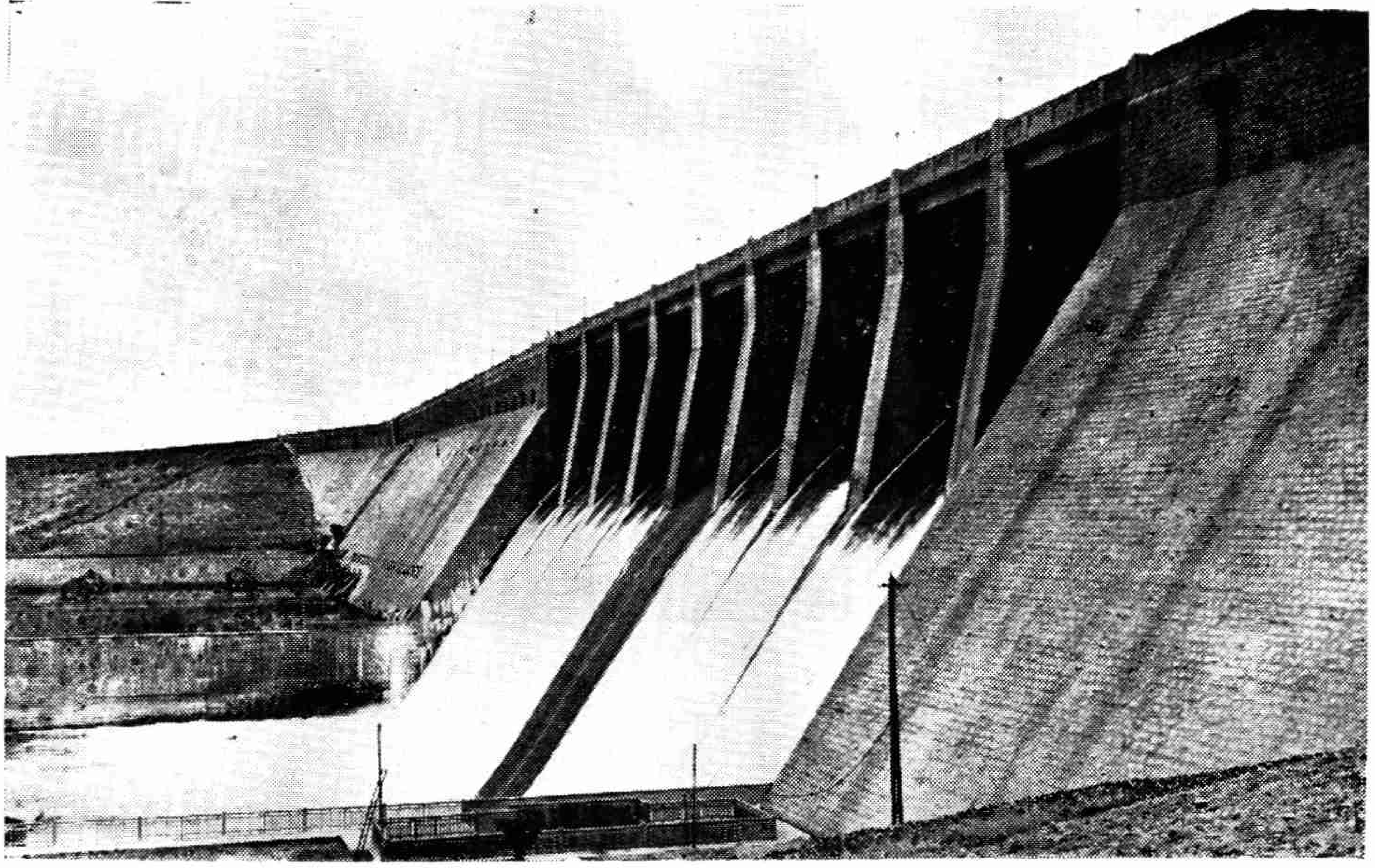


ఉత్తర ప్రదేశ్‌లోని ఝూన్సీకి 56 కి. మీ. నైరృతి దిశన ఉన్న బెట్వానదిపై నిర్మించిన డాము.

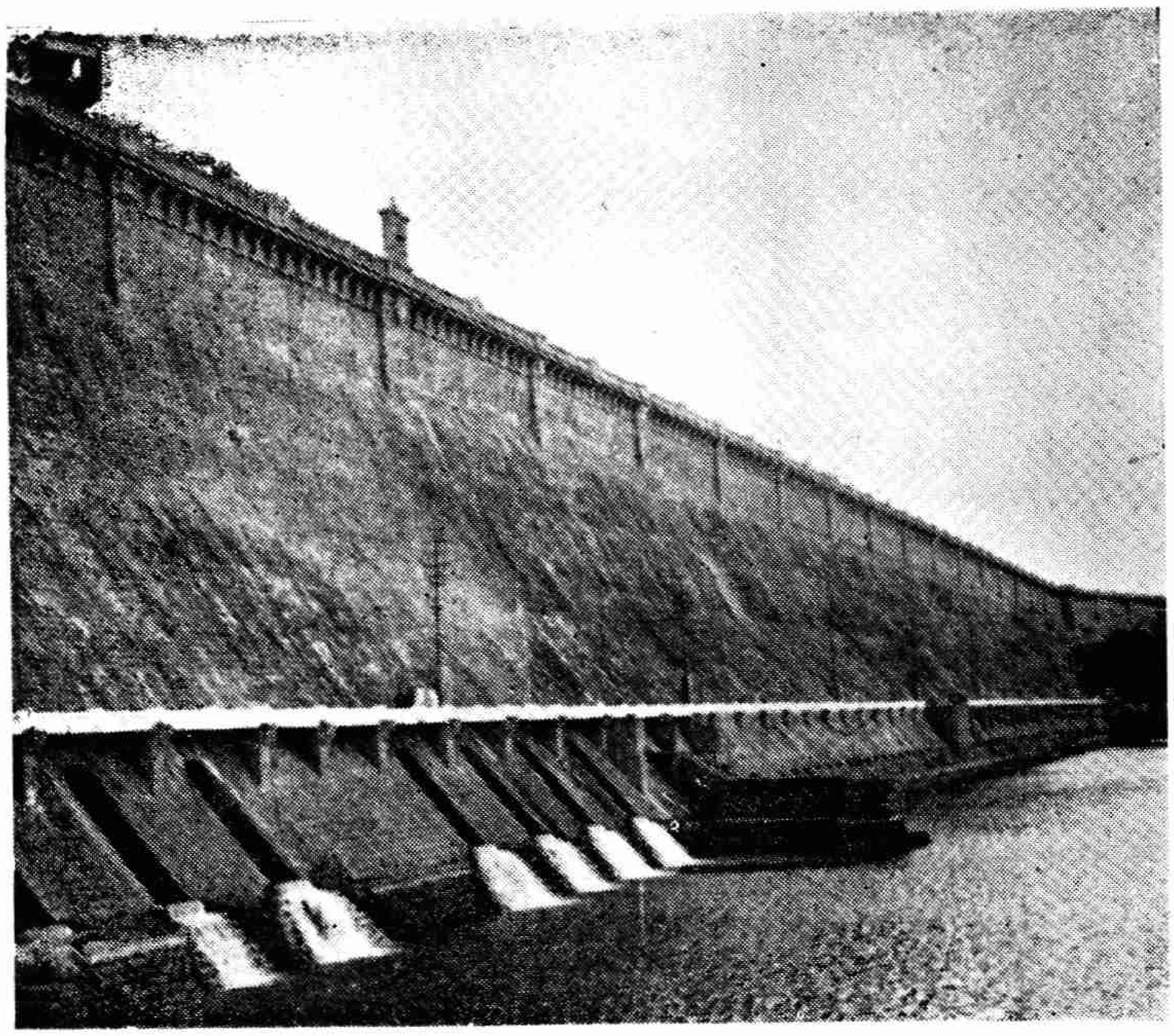


మైసూరు (షిమోగా జిల్లా) లోని జోగ్ జలపాతము సమీపమున జలవిద్యుత్తు కేంద్రము

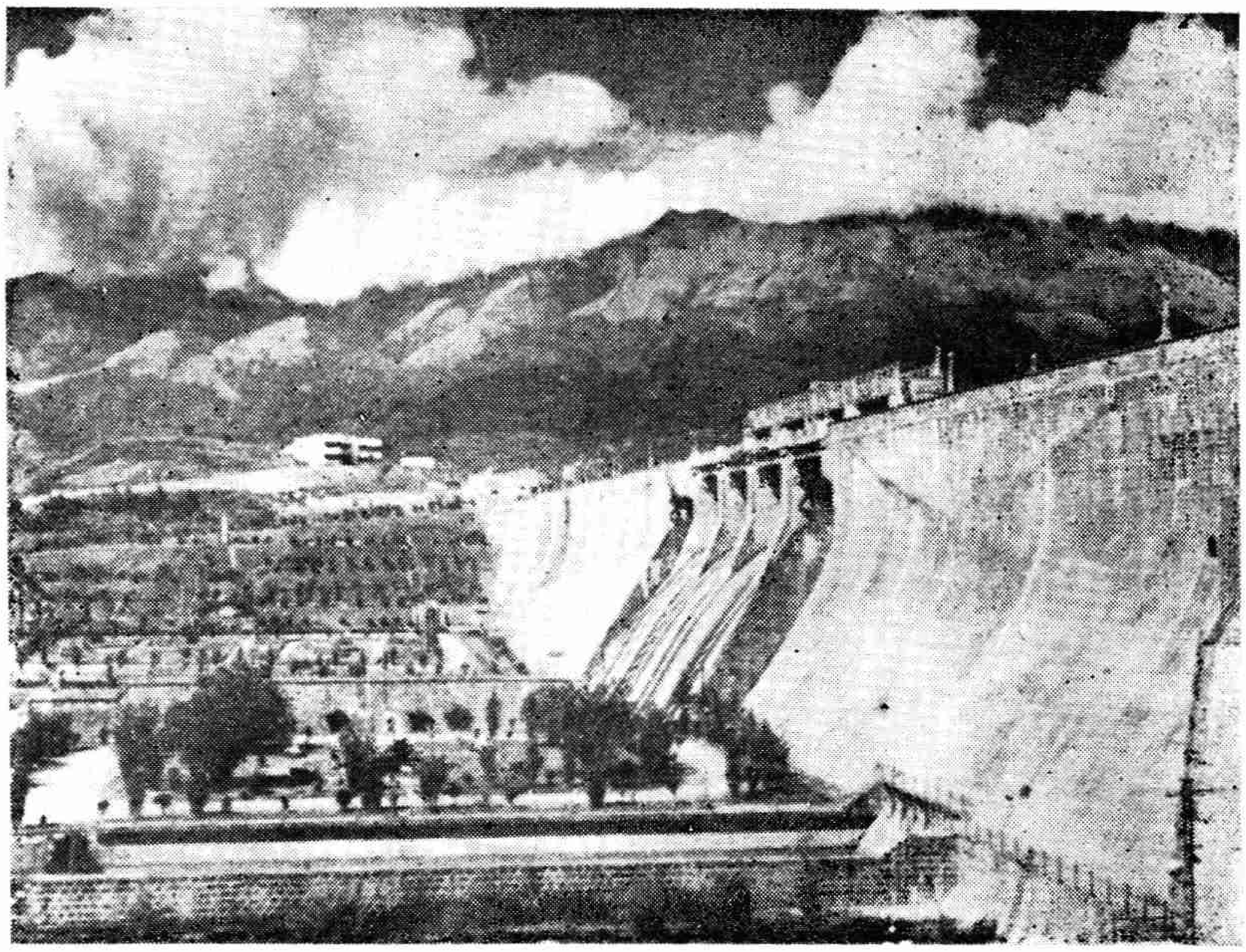
మైసూరు రాష్ట్రములోని మొల్లాపురము సమీపమున తుంగభద్రానదిపై స్ట్రెయిట్ గ్రావిటీ పద్ధతిని నిర్మించిన మేసనరీ డాము. పొడవు 2,133 మీ., ఎత్తు 48 మీ.



తమిళనాడులో భవానీ నది మోయార్ నదితో సంగమమైన చోటుకు దిగువన నిర్మించబడిన దిగువ భవానీ డాము. పొడవు 8,799 మీ. ఎత్తు 62 మీ.



భారతదేశ స్వాతంత్ర్యమునకు ముందు మైసూరు (నాటి సంస్థానము) రాష్ట్రమున కావేరీ నదిపై మోక్షగుండం విశ్వేశ్వరయ్య ఆధ్వర్యవమున నిర్మితమైన కృష్ణరాజ సాగరుడాము. (1931)
పొడవు : 2,620 మీ.; ఎత్తు : 42 మీ.



మలంపురఝా డాము (కేరళ) : ఈ డాము మలంపురఝా నదిపై నిర్మించబడినది. దీని పొడవు 1949 మీ.; ఎత్తు 38 మీ. దీని నిర్మాణము 1949 లో ప్రారంభమై 1967 కు ముగిసినది.

అమర్చి మధ్యన ఉన్న సందులను చెక్కనున్నముతో గాని, సిమెంటుతోగాని నింపుదురు. 1950 లో కాంక్రీటు డాములు వచ్చువరకు భారత దేశములో పెద్ద ఎత్తుగలవి రాతి డాములే - దాదాపు నూరేళ్లు - వాడకములో ఉండినవి. ఇటీవల కాంక్రీటుతో కూడ పెద్ద డాములను భారత దేశములో నిర్మించుచున్నారు.

రాతిని చిన్న ముక్కలుగా చితుకగొట్టి సిమెంటు, ఇసుకలతో పాళము చేసిన కాంక్రీటుతో డాములు నిర్మింపబడుచున్నవి. ఈ రకపు కట్టుడుకు యంత్రసాహాయ్యము అవసరము. భారత దేశములో కాంక్రీటుతో నిర్మించిన పెద్ద డాములలో ముఖ్యమైనది భాక్రా డాము [చూ.]. ఈ డాము నిర్మాణములో యంత్రములు విరివిగా వాడబడినవి.

ఈ డాముల ప్లానులను తయారు చేయుటలో అనుసరించు మూల సిద్ధాంతములను బట్టి రాతి డాములను మూడు తెగలుగా విభజించవచ్చును. మొదటివి గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతరీత్యా నిర్మింపబడు 'గ్రావిటీ' డాములు. ఇవి దాదాపు గోడలవలె నిలువుగా, నీటి ఒత్తిడిని తట్టుకొనుటకు నిర్మింపబడు కట్టడములు. ఈ సూత్రమును అవగాహన చేసికొనుటకు గోడనే తీసికొందము. ఈ గోడకు ఒక వైపున నీరున్నచో, ఆ గోడ నీటి ఒత్తిడిని తట్టుకొని నిలబడ వలయును. ఈ నీటి ఒత్తిడి గోడను పడవేయుటకు ప్రయత్నించుచుండును. కాని, గోడకు గురుత్వాకర్షణ బలమువలన సిద్ధించిన బరువు తగినంతగా ఉండుటవలన - గాలి దుమారములో నిలద్రొక్కుకొని ఉండెడి మనిషివలె - విరిగి పడక నిలువగలుగు చున్నది. ఇట్లు గురుత్వాకర్షణ సూత్రమును అనుసరించి నిర్మింపబడిన డాములే భారతదేశములో సర్వసాధారణములు.

ఈ సూత్రముపై ఆధారపడని రాతి డాములు 'కమాను' డాములు లేదా 'ఆర్చి' డాములు (ఆర్చిడాము). ఈ పద్ధతి కట్టడములో ఇమిడి ఉన్న సూత్రమును గ్రహించుటకు సాధారణముగా సింహద్వారముపై కనిపించు ఆర్చిలను తీసికొందము. ఈ ద్వారపు కమాను క్రింద గోడ లేదు కదా! కనుక ఆర్చిపైన ఉన్న బరువునంతటినీ గుమ్మమునకు ఇరుప్రక్కలా ఉన్న గోడ భరించవలసి ఉన్నది. గుమ్మమునకు పైన ఉన్న కట్టడపు భారము నంతటను మనము ఈ కమాను మూలమున ద్వారమునకు ఇరు ప్రక్కలను ఉన్న గోడలపై మోపగలుగుచున్నాము. ఈ ఉపాయముతోనే నీటిభారమునంతను ఆ డామే భరించవలసిన అవసరము లేకుండ నదికి ప్రక్కనే ఉన్న కొండలపై మోపగలుగుచున్నాము.

ఈ కమాను పద్ధతిని అనుసరించి, నదికి ఇరు వైపులా ఉన్న దిట్టమైన కొండలను కలుపుచూ ఆర్చివలె వ్రటువయగు ఉపరితలము గలిగిన డామును నిర్మించవచ్చును. ఈ పద్ధతి వలన డాముకు మందమును తగ్గించవచ్చును. దీని వలన నిర్మాణపు ఖర్చు కొంత తగ్గును. ఈ రకపు కట్టడములో నీటి బరువంతయు ఎక్కువగా నదికి ఇరు వైపుల ఉన్న కొండలే మోయవలసి ఉన్నందున, ఇరు పార్శ్వపు కొండలు దృఢముగా ఉండవలయును.

ఈ కమాను డాముల నిర్మాణము పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు మధ్యభాగములో ప్రారంభమయినది. దీనికి ప్లానులను వేయు పద్ధతి క్లిష్టమైనందువలన భారత దేశములో ఇది ఇంకను ఎక్కువ ప్రచారములోనికి రాలేదు. కేరళరాష్ట్రములో నిర్మింపబడుచున్న ఇడికి డాము భారతదేశములో మొదటి కమాను డాము అని చెప్పవచ్చును. దీని ఎత్తు 170 మీటరులు.

నది ఈ చివర నుండి ఆ చివరకు కలుపుటకు ఏకబిగిగా ఒకే ఒక పెద్ద ఆర్చితో కాక, అనేక చిన్న ఆర్చిలతో కూడ డామును నిర్మింపవచ్చును. ఈ కమానులకు వెన్ను తట్టు నిచ్చుటకు అడ్డు గోడలను కూడ కట్టుదురు. ఈ గోడల వలన కమాను కట్టడమునకు పుష్టి కలుగుటయే కాక, డాముకు మందమును కూడ తగ్గించవచ్చును. ఈ వెన్ను తట్టు గోడలు గురుత్వాకర్షణపు ఆనకట్టలలో కూడ ఉండవచ్చును. హైదరాబాదు సమీపమున గల మీర్ ఆలం చెరువు అనేక ఆర్చిలతో నిర్మింపబడిన డాముతో ఏర్పడినది. ఇది క్రిందటి శతాబ్దిలో ఫ్రెంచి ఇంజనీరుల ఆధ్వర్యవమున నిర్మింపబడినది.

స్థల నిర్ణయము : డాము నిర్మాణమునకు అనువగు స్థలమును నిర్ణయించుటకు అనుభవము, నేర్పు కావలసి ఉన్నది. నిర్మాణ స్థలమున నది ఎక్కువ వెడల్పుగా ఉండక నిట్రపు కొండల మధ్యగా ప్రవహించుచుండవలెను. నదీ గర్భమునుండి ఎక్కువ లోతు పోనక్కర లేకుండ గట్టి పునాది రాయి దొరకవలయును. నిర్మాణమునకు కావలసిన నిర్మాణ సామగ్రి సమీపముననే దొరకవలయును. డాము వలన ఏర్పడు జలాశయ ఫలితముగ మునుగు భూభాగము ఎంత తక్కువయిన అంత మంచిది. ఈ వివిధ విషయములను కూలంకషముగా పరిశీలించిన తరువాత డాముకు అనువైన స్థలమును నిర్ణయించ దగును.

డాముకు స్థల నిర్ణయము జరిగిన పిమ్మట, ప్లానులను తయారు చేయుదురు. లభ్యమగు నిర్మాణ సామగ్రి, స్థల స్వభావము, స్థానికముగా ఉండు ప్రత్యేక సమస్యలు వీటన్నిటిని దృష్టిలో ఉంచుకొని అనువగు ప్లానులను

వేయుదురు. వివిధ రకములకు చెందు డాముల బాగోగులను, నిర్మాణ విశేషములను ఇక్కడ స్థూలముగా చర్చించ నగును.

మట్టి డాములు : పూర్వము మట్టి డాములను ఒకే రకమునకు చెందిన మట్టితో నిర్మించెడివారు. మనము సాధారణముగా గమనించు చెరువు కట్టలన్నియు ఈ తెగకు చెందినవే. ఈ పద్ధతితో ఎక్కువ ఎత్తగు కట్టడమును నిర్మించుటకు వీలుండెడి కాదు. ఎక్కువ ఎత్తుగా ఉండు మట్టి డాముల నిర్మాణము సాంకేతిక విజ్ఞానాభివృద్ధి వలన ఈ శతాబ్దిలోనే ప్రారంభమయినది. ఈ నిర్మాణములో గర్భ భాగము బంకమన్ను, ఒండుమన్ను లేదా వీని మిశ్రముతో ఉండును. ఈ భాగము నీటిని చొరనీయకుండుటకు వీలైనంత అభేద్యముగా ఉండవలయును. ఈ జల అభేద్య భాగమునకు ఇరు పార్శ్వములు గులకరాళ్లు, కంకర మొదలగు వస్తువులతో నిర్మింపబడును. మట్టి డాములలో పార్శ్వములు ఎక్కువ నిటమముగా కాక, దాదాపు బల్ల పరుపుగా ఉన్నట్లు కనిపించును. భూ గర్భములోని నీరు పునాదులలోనికి ఇంకి, డాము దిగువ భాగమునకు చేరుకొన్నచో డాముకు ముప్పు. కనుక, ఇది సంభవించ కుండ తగిన కట్టు దిట్టములు చేయవలెను. డాము దిగువ భాగమున వాలు తగ్గించి, పీఠమును పెద్దది చేయుట, డాముకు అడుగున లోతుగా ఇనుపరేకులను దింపుట మొదలగు పద్ధతులవలన నీరు డాము దిగువ వైపునకు చొరకుండ చూచుకొనవచ్చును. ఈ మట్టి డాముల నిర్మాణమునకై ప్రత్యేకముగా పునాదికై మంచిరాయి కావలయుననెడి నిర్బంధము లేదు. నిర్మాణ వ్యయము కూడ తక్కువ.

మట్టి డాముల నిర్మాణములో యంత్రములను వాడుట వలన, డాములోనికి వేయు మట్టిని, చెమ్మను పరిశోధనాలయములో నిర్ణయించుట వలన పని త్వరగా జరుగుటయే కాక, బాగుగా ఉండగలదు. మట్టి, రాతి ముక్కలు మొదలగు నిర్మాణ సామగ్రిని సుమారు 228 మి. మీ. మందమునకు పేర్చి, దానిని యంత్రముల సాయముతో దిమ్మిసా చేయుదురు. ఈ పొర బిగిసిన పిదప దానిపైన మరియొక పొరను ఇదే విధముగ పరచి డామును పైవరకు కట్టుదురు. తమిళనాడు (మద్రాసు) లోని భవానీసాగరు ఆనకట్టను భారతదేశములో శాస్త్రీయ పద్ధతులపై నిర్మించిన మొదటి పెద్ద మట్టి డాముగా పరిగణించ వచ్చును. ఒరిస్సాలోని హీరాకుడ్ డాము భారతదేశములో పెద్ద మట్టి డామే గాక, ప్రపంచము లోని ముఖ్య కట్టడములలో ఒకటిగా చెప్పబడినది. ఈ రెండును కూడ దాదాపు 60 మీ. ఎత్తు గలవి. కాని, ఇటీవల సాధించిన విజ్ఞాన ప్రగతి వలన 152 మీ. పైబడి కూడ మట్టి డాములను నిర్మించుచున్నారు.

మట్టికి బదులు రాళ్ళను గాని లేదా నదిలో లభ్యమగు గుండ్రాళ్లను గాని పేర్చి లేదా మట్టితో కలిపి గాని డాములను నిర్మించుట యునైటెడ్ స్టేట్స్ మొదలగు దేశములలో కొన్ని సంవత్సరములుగా జరుగుచున్నదే. వీనిని చాలవరకు మట్టి డాము క్రిందనే జమకట్టవచ్చును. వీటికి రాతి డాములకన్న నిర్మాణ వ్యయము తక్కువ. కాని, సంరక్షణ ఎక్కువ. ఈ డాములలో – ముఖ్యముగా మట్టి డాములలో – ఒక భాగము ఏ కారణముచేతనైనను క్రుంగుట మొదలిడినచో డాము అంతయు ప్రమాదమునకు గురి కాగలదు.

రాతి డాములు : ఈ తెగకు చెందిన డాములను గూర్చి ఇంతకు ముందు కొంచెము చర్చించితిమి [చూ. పు. 58]. రాతి డాములు ప్రక్కనుంచి చూచినచో దాదాపు సమకోణ త్రిభుజమువలె కన్పించును. జలాశయమునకు ఆనుకొని ఉండు డాము ముఖము దాదాపు నిట్టనిలువుగా ఉండి, డాము దిగువ భాగము మాత్రము ఏటవాలుగా ఉండును. డాము పునాదులవద్ద వెడల్పుగా ఉండి పైకి పోయిన కొలది మందము తగ్గుచుండును. రాతి డాములను సాధారణముగా నదికి ఈ ప్రక్కనుండి ఆ ప్రక్కకు ఒకే సరళరేఖలో ఉండు గోడవలె నిర్మించుదురు. కాని, ఈ డాము ఒకే సరళరేఖలో ఉండవలననెడి నియమము లేదు. నదీ గర్భమున ఒకే సరళ దిశలో తగిన పునాది రాయి లభించనిచో డామును నాలుగైదు ఖండములుగా ఒకదాని నొకటి కలుపుకొనుచు నిర్మింపదగును. క్రిందటి శతాబ్దిలో నిర్మించిన ఖడక్‌వాస్లా, లాయిడ్ డాము మొదలైన పెద్ద నిర్మాణములు ఒకే సరళరేఖలో కాక, ఖండములుగా కనిపించును. ఇప్పుడు పునాదులకు సంబంధించిన విజ్ఞానము పురోభివృద్ధి నొందిన కారణమున తిన్నగా ఒకే సరళ రేఖలో పోవు డాములు ఎక్కువగా వచ్చినవి.

రాతితో నిర్మింపబడు డాములను బారుబారున ఏకాండ ముగా ఉంచక మధ్య మధ్య 'జాయింట్లు' ను పెట్టుదురు. వీటివలన డాము శీతాతపపరిస్థితులవలన ఏర్పడు పగుళ్లను నిరోధించగలదు. డాము నిర్మాణము 'బ్లాకు (ఖండముల)' పద్ధతిపై జరుగును. నిర్మాణ స్థలము నంతటిని 30 లేదా 45 మీ. బారు గల ఖండముల క్రింద విభజింతురు. ప్రక్కప్రక్కనే ఉన్న ఖండములలో ఒకే సారి పని తలపెట్టక, పని జరుగుచున్న రెండు ఖండములకు మధ్య ఒక ఖాళీఖండమును ఉంచుదురు. ఇట్లు చేయుట

వలన కట్టడములో ఉపయుక్తమగు సిమెంటు పదార్థములు చక్కగా బిగిసికొనుటకు అవకాశము కలుగును. రాతి డాములను చాలవరకు నిపుణులైన తాపీమేస్త్రీలు చేతితోనే కట్టుదురు. కాని, డాములో కట్టుడుపని ఎక్కువ అయినచో సౌలభ్యమునకై యంత్రములను కూడ వాడుదురు.

కాంక్రీటు డాముల నిర్మాణములో మాత్రము యంత్ర సాహాయ్యము అవసరము. రాళ్లను చిన్నవిగా చితుక గొట్టుట, ఇసుకను శుభ్రముచేయుట, వీనిని సమపాళ్లలో సిమెంటుతో కలిపి ఆడుట, తయారైన కాంక్రీటును నిర్మాణ స్థలమునకు చేరవేయుట ఇవన్నియు సాధారణ ముగా యంత్ర సహాయముననే జరుగును. కాంక్రీటు డాముల నిర్మాణములో తోడుకొనుసమయమున శ్రద్ధ వహించవలసి ఉండును. సిమెంటు గోడలను కట్టిన పిమ్మట బీటలు ఏర్పడకుండుటకు చల్లని నీళ్లతో తడిపినట్లే, కాంక్రీటు డాములోకూడ అటువంటి ఏర్పాటు చేయవలసి ఉన్నది. కాంక్రీటును డాములో వేయుటకు ముందు చల్లపరచుట గాని లేదా డాములో సన్నని గొట్టములను ఇమిడ్చి చన్నీటిని ప్రవహింపజేయుట గాని చేయవచ్చును.

రాతి డాములలో సాధారణముగా తణిఖీ గ్యాలరీ అమర్చబడును. ఇది డాము కుడివైపునుండి ఎడమవైపు వరకు పోవు సొరంగము వంటి కట్టడము. నిర్మాణము పూర్తయిన పిమ్మట ఈ సొరంగమునుండి డాము మంచి చెడుగులను ఎప్పటికప్పుడు పరీక్షించి, అవసరమయినచో సిమెంటు ద్రవమును ఒత్తిడితో సిమెంటు నిర్మాణములోనికి ఎక్కించి మరమ్మతు పనిని చేయవచ్చును. దీనిని 'గ్రౌటింగ్' అందురు. ఇటువంటి సొరంగములను నిర్మాణ దశలో సిమెంటు ద్రవమును లోనికి ఎక్కించి పునాదులను గట్టి చేయుటకు కూడ వినియోగింతురు. ఈ సొరంగము కేవలము తనిఖీకే కాక, డాము లోనికి దిగు నీటిని ప్రోగుచేసి బయటకు పంపుద్వారా తోడివేయు ఏర్పాటునకు కూడ వాడుదురు.

డాము స్వరూపము : డాములో సర్వసాధారణముగా మనకు కనిపించు నిర్మాణఖండము వెల్లువ మార్గము (స్పిల్ వే). డాముకు ఎగువన ఏర్పడు జలాశయములో వరదసమయమున నీరు అమితముగా ఎక్కువ అయిన ఎడల డాము దెబ్బతినవచ్చును. ఇట్టి అవాంతరములను నివారించుటకు వెల్లువ మార్గము అవసరము. పాతరకపు డాములలో ఈ వెల్లువ మార్గమునకై డాము గోడలోనే తూములను అమర్చెడివారు. ఇప్పటి డాములలో డాము శిఖరముపైననే వెల్లువ మార్గమును ఏర్పాటుచేసి, దానికి తలుపులను అమర్చుదురు. ఈ కట్టడము డాముకు ఒక ప్రక్కగాని లేదా మధ్యనగాని ఉండవచ్చును. డాము మిక్కిలి పొడవుగా ఉన్నచో రెండు వెల్లువ మార్గములను ఏర్పాటు చేయుటకూడ పరిపాటి. ఈ వెల్లువ మార్గపు తల మట్టము డాము తల మట్టముకన్న తక్కువగా ఉండును. ఇట్లుండుట వలన డాము పైవరకు నీరు నిండకమునుపే వెల్లువ మార్గముగుండా వరద నీటిని బయటకు వదలివేసి, డాముకు ప్రమాదము లేకుండా చూచుకొనవచ్చును. వెల్లువ మార్గముపైన తలుపులను అమర్చుటవలన జలాశయమున మరింత నీటిని నిల్వచేయవచ్చును. వరద నీరు ఎక్కువగా వచ్చినచో తలుపును దింపి వెల్లువ నీటిని వదలివేయవచ్చును.

మట్టితో నిర్మించిన డాములలో కూడ ఈ వెల్లువ మార్గము అవసరము. చిన్న సైజు మట్టి డాములలో కూడ వెల్లువ మార్గము ఆవశ్యకము. మట్టి డాములలో ఈ వెల్లువ మార్గపు కట్టడము ఉండు భాగమును సామాన్య ముగ రాతితో నిర్మింతురు.

తణిఖీ గ్యాలరీ, వెల్లువ మార్గము, శిఖరపు తలుపులు మొదలగునవి డాములో క్లిష్టమగు కట్టడముల క్రింద జమకట్టవచ్చును. వీనిని నిర్దుష్టముగా రూపొందించుటకు నమూనాలపై పరిశోధన జరుపవలసి ఉండును. ఈ పరిశోధనల సహాయమున రూపకల్పనయేకాక, తలుపులు మొదలైన కట్టడ భాగములను పనిచేయించుటకు కావలసిన నియమిత క్రమమును కూడ తయారు చేయవచ్చును [చూ. హైడ్రాలిక్ నమూనాలు].

డాము నిర్మాణ సమయమున నది నీటిని నదీ గర్భము నుండి మళ్లించి, డాము స్థలమును పొడిగా ఉంచవలసి ఉన్నది. దీనికై నిర్మాణ స్థలమునకు ఎగువన - దిగువన కూడ తాత్కాలికపు డాములను నిర్మింతురు. దానిని కాఫర్ డాము అందురు. నదికి ఈ చివరనుండి ఆ చివర వరకు పని ఒకేసారి తలపెట్టక, ఒక సమయమున నదిలో ఒక ప్రక్కనే పని ప్రారంభించిన ఎడల, రెండవ వైపున ఉన్న నదీ భాగమునుండి నీటిని మళ్లించుటకు సౌకర్యము కలుగును. డాము ప్రదేశమున నది ఎక్కువ వెడల్పు లేనిచో నిర్మాణకాలములో నది నీటిని మళ్లించుటకు ప్రక్కన ఉన్న కొండలగుండా సొరంగములుచేసి; సొరంగములనుండి నీటిని మళ్లించవచ్చును [చూ. తరలింపుసొరంగములు].

పెద్ద డాములకు ప్లానులు వేయుటకు, వానిని నిర్మించు టకు విశేషానుభవము, క్రొత్త పోకడలను ఆకళింపు చేసికొనగల సామర్థ్యము కావలయును. నిర్మాణ వ్యయ మును తగ్గించుటకై కల్పనలోను, నిర్మాణపు పద్ధతులలోను అవిరళముగ కృషి జరుగుచున్నది. వీని సత్ఫలితములను వెనువెంటనే స్వీకరించి, అమలులోనికి తెచ్చుచు పురోగ

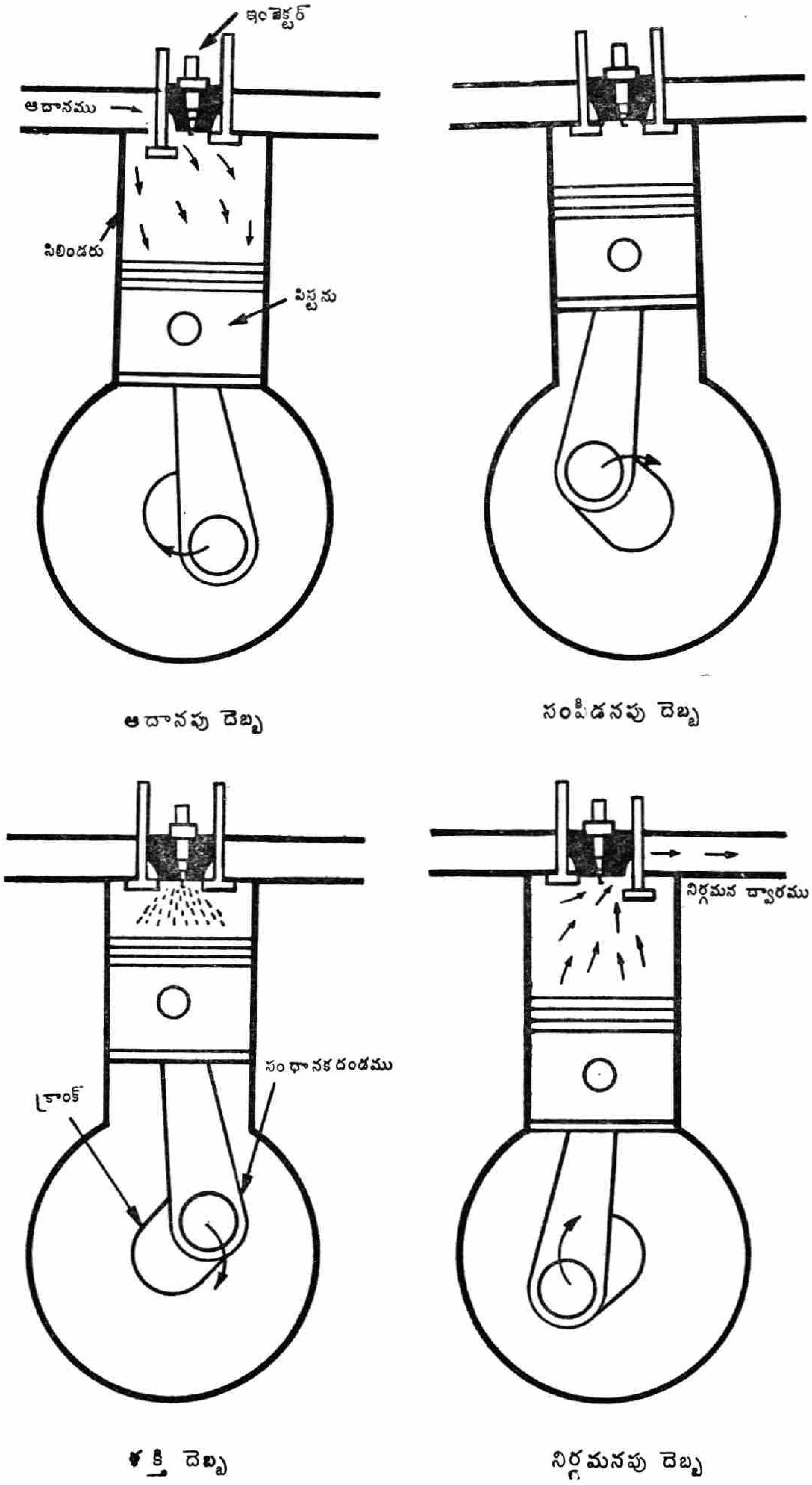
మించుటయే ఇంజనీరు కర్తవ్యము [చూ. కేంద్ర జల విద్యుచ్ఛక్తి సంస్థ - పు. 300].

జి. వెం. రా.

డీలింటరులు : చూ. వస్త్రోత్పత్తి.

డీసెల్ ఇంజనులు: డీసెలు ఇంజనును జర్మను ఇంజనీరు రుడాల్ఫ్ డీసెల్ 1892 లో నిర్మించెను. ఇది కదలుచున్న ముషలకముచే ఉన్నత ప్రేషమునకు అదుమ(సంపీడింప) బడిన గాలిలో డీసెల్ నూనెను మండించి, శక్తిని ఉత్పాదించు యంత్రము. ఇంధన దహనము ఇంజను లోపలనే జరుగుటచే ఇది అంతర్దహన ఇంజను [చూ. పు. 152].

ప్రతి డీసెల్ ఇంజనులోను గాలిని సంపీడించుటకు, దానిలో నూనెను ప్రవేశపెట్టుటకు, ఆ మిశ్రమునకు నిప్పు అంటించి శక్తిని ఉత్పాదించుటకు కొన్ని అంగములు ఉండవలెను. వాటిలో ప్రధానమైనది సిలిండరు. దానిలో బిగువుగా అమర్చబడిన ఒక ముషలకము (పిస్టన్) లోనికి, వెలుపలికి జారుచు దెబ్బలను పూర్తి చేయుచుండును. ముషలకము ఒక సంధానక దండము ద్వారా క్రాంక్ యంత్రాంగమునకు అనుసంధింపబడును. సంధానక దండమునకు రెండు బేరింగులు ఉండును. ఈ బేరింగులే క్రాంక్‌ను ముషలకముతో అనుసంధించును. క్రాంక్ యంత్రాంగము ముషలకము యొక్క అంతర్బహిశ్చలనములను క్రాంక్ షాఫ్ట్ యొక్క భ్రమణ గమనముగా మార్చును. తాజాగాలిని సిలిండరులోనికి ప్రవేశపెట్టుటకు, దాని లోని వ్యర్థవాయువులను వెలుపలికి నెట్టుటకు అవసరమగు కవాట యంత్రాంగము; ఇంధన తైలమును సన్నని తుంపురుగా సిలిండరులోని సంపీడిత వాయువులోనికి ప్రవేశపెట్టు ఇంజక్షన్ పంపు సిలిండరునకు అమర్చబడి ఉండును.



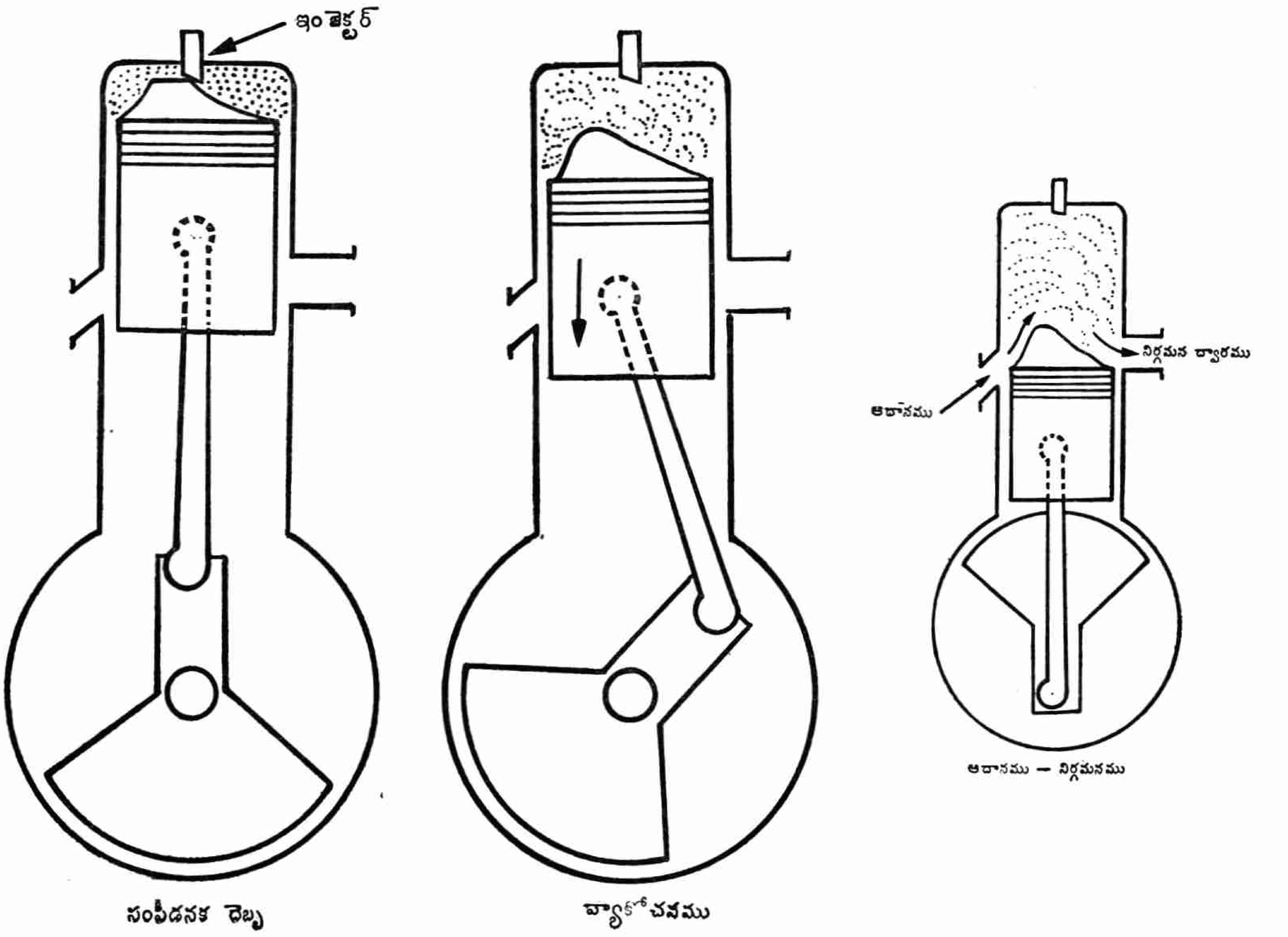
చిత్రము - 1

నాలుగు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజను

నాలుగు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజను : ఈ ఆవృత్తి ప్రారంభమున ముషలకము సిలిండరు నడినెత్తిపైన ఉన్నదనియు, సిలిండరులోనికి తాజాగాలిని తీసికొనుటకు సిద్ధముగా ఉన్నదనియు అనుకొందము. అప్పుడు ప్రవేశక కవాటము తెరచుకొనును; నిర్గమన కవాటము మూసికొనును. క్రాంక్ షాఫ్ట్ కదలగానే ముషలకము సిలిండరు లోనికి దిగి, ప్రవేశక కవాటము ద్వారా కొంత తాజాగాలిని లోనికి తీసికొనును. ముష

లకము తన దెబ్బలో అడుగు భాగమును చేరుకొనుటతో ప్రవేశక కవాటము మూసికొనును. క్రాంక్ మరికొంత కదలుటతో ముషలకము సిలిండరులోని గాలిని సంపీడనమునకు గురిచేయుచు, తన లోపలి దెబ్బను ప్రారంభించును. ఇందువలన ఆ గాలియొక్క ప్రేషము 16 రెట్లు పెరుగును; దాని తాపక్రమము దాదాపు 1000° F కు హెచ్చును. ఈ దెబ్బకు సంపీడనపు దెబ్బ అని పేరు. ఈ క్షణమున సంపీడింపబడినగాలిలోనికి ఇంధనమును ఇంజక్టు చేయగా అది కాలి, విస్తారమైన వేడిమిని పుట్టించి, వాయువుల ఆయతనమును విస్తరింప జేయును. ఆ వాయువులు ముషలకమును ముందుకు త్రోయగా, అది సంధానక దండము ద్వారా ఆ బలమును క్రాంక్ షాఫ్టనకు ప్రసారము చేయును. ఇందువలన క్రాంక్ షాఫ్ట్ పరిభ్రమించు ఇంజనుచే నడుపబడుచున్న యంత్రమునకు శక్తిని జారీ చేయును. ముషలకము తన శక్తి దెబ్బను పూర్తి చేయుటతో వాయువులు తమ త్రోపుడు శక్తిని గోలుపోవును. ఈ సమయమున నిర్గమనకవాటము తెరచుకొనగా, ముషలకము లోనికి పోవుచు, ఆ కవాటముల ద్వారా వ్యర్థ వాయువులను బయటికి నెట్టును. ఇంతటితో ఒక ఆవృత్తి పూర్తియై సిలిండరు తరువాతి ఆవృత్తిని ఆరంభించును. ఇటుల పనిచేయు ఇంజను నాలుగు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజను అని చెప్పబడును. పెక్కు అంతర్దహన ఇంజనులు ఈ ఆవృత్తితోనే పని చేయును.

అయితే, ఈ ఆవృత్తిలో శక్తి దెబ్బ ఒక్కటే ఉన్నది. నాలుగు దెబ్బలలోను ఆ దెబ్బ యందే క్రాంక్ షాఫ్ట్ పని చేయుటకు వలయు శక్తి ఉత్పాదింపబడును. మిగిలిన మూడు దెబ్బలలోను అది పని చేయుటకు కావలసిన శక్తిని దానికి అమర్చబడిన ఒక గతి నియంత్రక చక్రము (ఫ్లైవీల్) సరఫరాచేయును. ఈ చక్రము శక్తి దెబ్బ సమయమున వాయువులనుండి గ్రహించి నిల్వచేసిన శక్తిని మిగిలిన మూడు దెబ్బల సమయమున విడుదలచేయును. అనేక సిలిండరులు కలిగి, వాటి ముషలకములు అన్నియు ఒకే క్రాంక్ షాఫ్టుకు అనుసంధింపబడిన ఇంజనులు కూడకలవు. ఇట్టి ఇంజనులలో శక్తి దెబ్బల ఆవృత్తి కాలవ్యవధియందు హెచ్చుతగ్గులు లేకుండ చూతురు [చూ. అంతర్దహన ఇంజను - పు. 152].



చిత్రము - 2

రెండు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజను

రెండు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజను: పై ఆవృత్తి ఇంజనునందు వచ్చిన అభివృద్ధి ఫలితమే ఈ ఇంజను. ఇందు ముషలకము యొక్క ప్రతి రెండు దెబ్బలలోను ఒకటి శక్తి దెబ్బ; గాలిని తీసికొను దెబ్బ, దానిని విసర్జించు దెబ్బ మినహాయింపబడును. ఇందుకు ప్రత్యేకముగా ఒక గాలి తిత్తిని వినియోగింతురు. అది గాలిని గ్రహించి, కొద్దిగా సంపీడించి, దానిని సిలిండరులోనికి పంపును. కవాటయంత్రాంగమునకు బదులు ఇందు సిలిండరు చెరి యొక ప్రక్క ప్రవేశక, నిర్గమనద్వారము (పోర్ట్) లు అమర్చబడును. ముషలకము తన క్రిందివైపు దెబ్బ పూర్తి చేయగానే రెండు పోర్టులును తెరచుకొని, వెంటనే గాలి తిత్తి నుండి ప్రవేశక పోర్టు ద్వారా గాలి విసురుగా సిలిండరులోనికి చొరబడి, క్రిందటి దెబ్బలోని వ్యర్థ వాయువులను నిర్గమన పోర్టు ద్వారా బయటికి నెట్టును. తరువాత ముషలకము రెండు పోర్టులను కప్పివేసి మీదికి జరుగుచు గాలిని సంపీడించును. ఈ దెబ్బ చివర సిలిండరు లోనికి ఇంధనము ప్రవేశపెట్టబడుటతో శక్తి దెబ్బ ఆరంభమగును [చూ. 421 వ పుటలోని చిత్రము - 2].

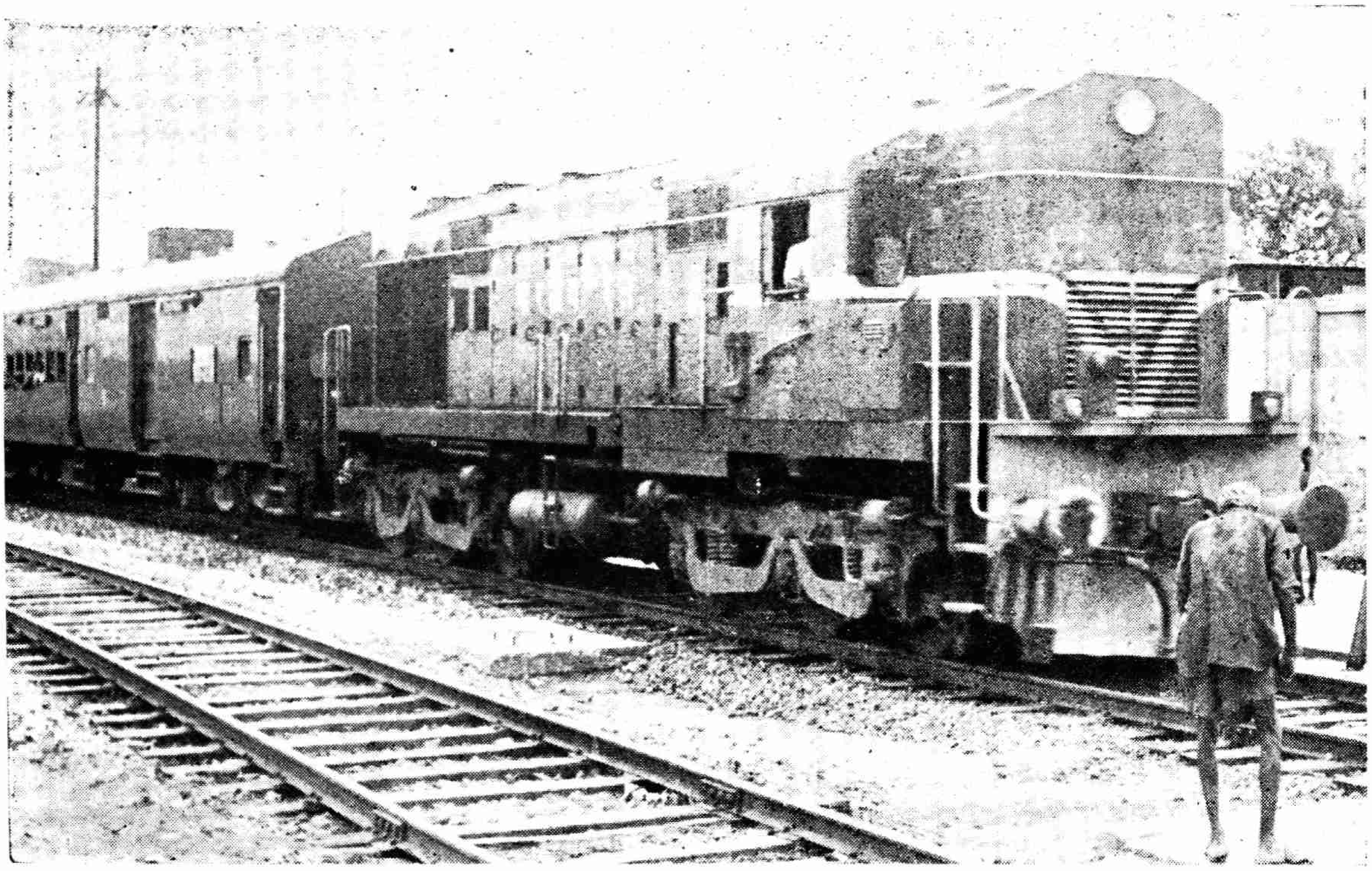
అన్ని ఉష్ణ ఇంజనులలోను అధికతమ సామర్థ్యము కలది, ఎక్కువలాభసాటి అయినది డీసెల్ ఇంజను. ఇతర నూనెలతో సరిపోల్చి చూచినచో డీసెల్ నూనె చౌకైనది, ప్రేలనిది, అల్ప జ్వలన శీలమైనది. ఈ ఇంజనులను శీఘ్రము గను, శీతలపరిస్థితులలోను కూడ బయలుదేర జేయ వచ్చును. అయితే, అవి ఉన్నత ప్రేషములకు తట్టుకొన గలుగునంత దృఢముగ ఉండవలెను గనుక వాటి నిర్మాణ వ్యయము చాల అధికము.

వినియోగములు: ప్రస్తుతము చాల రైలు ఇంజనులను డీసెల్ ఇంజనులతో నడుపుచున్నారు. ఇప్పుడున్న ఆవిరి రైలు ఇంజనుల స్థానమున క్రొత్త డీసెల్ రైలు ఇంజను లను ప్రవేశపెట్టుటకు కూడ ప్రయత్నములు సాగుచున్నవి. సాధారణముగ ట్రక్కులు, బస్సులు, ట్రాక్టర్లు, నిర్మాణ యంత్రములు, భూమి త్రవ్వకపు యంత్రములు నేడు డీసెల్ ఇంజనులతోనే పనిచేయుచున్నవి. ఇంధన వ్యయమును ఆదాచేయుటయే డీసెల్ ఇంజనుల వాడుకకు ముఖ్య హేతువు. ఎక్కువ భారములను లాగగల్గుట కూడ ఆ ఇంజనుల మరియొక లాభము. నిర్విరామముగ, సమర్థ ముగ పనిచేయ వలసి ఉండు నౌకలలో డీసెల్ ఇంజనులను వాడుట తప్పనిసరి. పి. శ్రీ. రా.

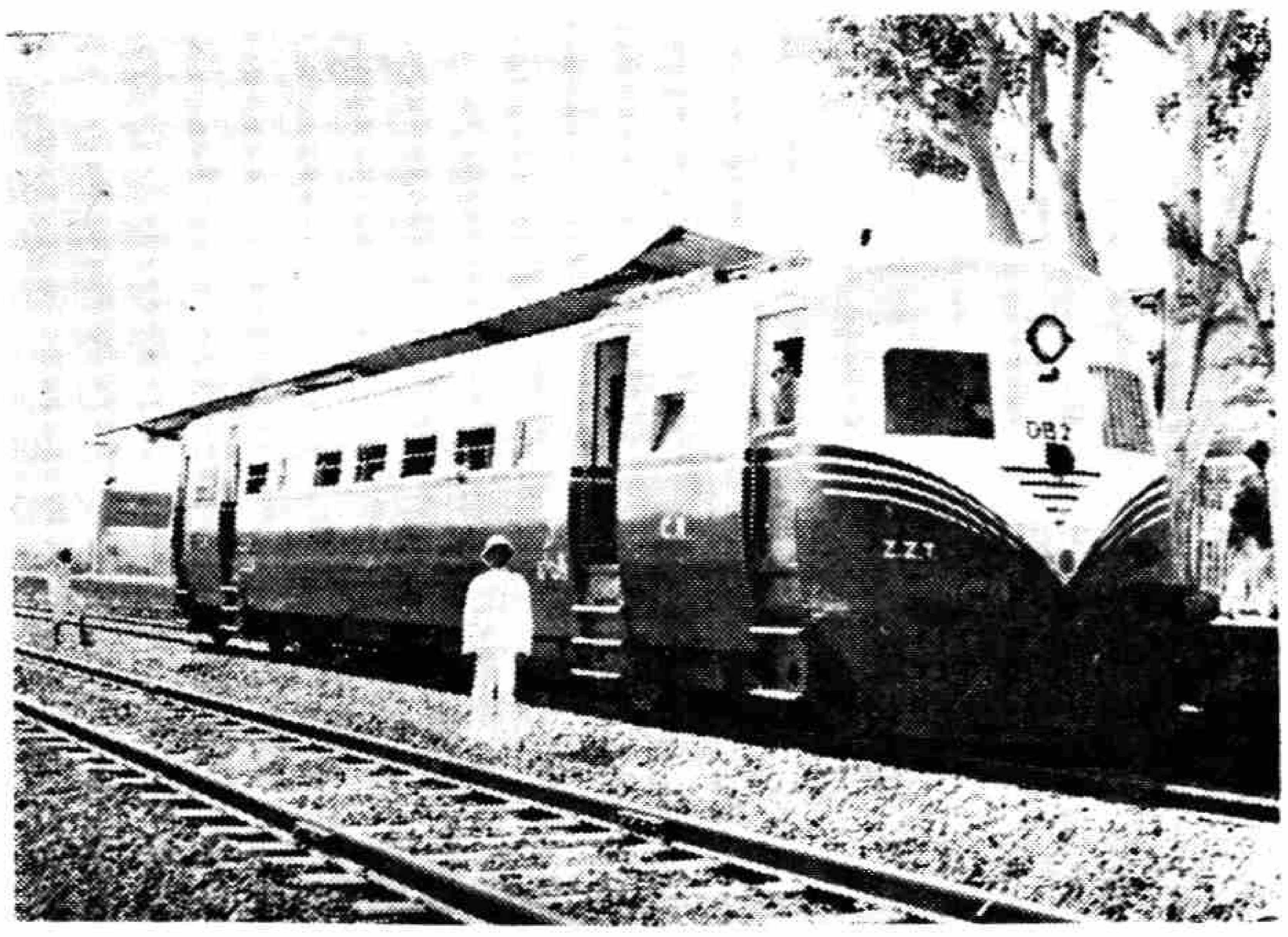
డీసెల్, రుడాల్ఫ్ (1858 - 1913): ప్రముఖ జర్మనీ ఇంజనీరు. డీసెల్ ఇంజను నిర్మాత. ఇతడు 1858, మార్చి 18 న పారిస్ నగరమున జన్మించెను. పారిస్, ఆగ్స్‌బర్గ్, మ్యూనిక్ నగరములందు విద్యను అభ్యసించి, 1880 నుండి 1890 వరకు పారిస్ నగరమున రిఫ్రిజరేటింగ్ పరిశ్రమకు మానేజర్‌గా పనిచేసెను. తరువాత మ్యూనిక్‌కు తిరిగివచ్చి 1893 లో 'ది థియరీ అండ్ కన్‌స్ట్రక్షన్ ఆవ్ ఏ రేషనల్ హీట్ మోటార్' అను గ్రంథమును ప్రచురించెను. దీనిని ప్రాతిపదికగా చేసికొని డీసెల్ చేసిన పరిశోధనల ఫలితమే డీసెల్ ఆయిల్ ఇంజను. అదే సంవత్సరమున క్రప్, ఆగ్స్ బర్గ్ ఫ్యాక్టరీ లందు డీసెల్ ఇంజను నిర్మాణమును అతడు ప్రారంభించెను. తన ప్రయత్నములపై వచ్చిన విమర్శనలను, నిర్మాణ కృషిలో ఎదురైన వైఫల్యములను లెక్కచేయక అవిరళ కృషి సలిపి 1897 లో డీసెల్ ఇంజను నిర్మాణము పూర్తి కావించెను. 1898 లో ప్రప్రథమముగా మ్యూనిక్ నగరము నందు డీసెల్ ఇంజను ప్రదర్శింపబడినది. ఈ ఇంజనుల నిర్మాణమునకై 1899 లో ఆగ్స్‌బర్గ్ నందు ఒక ఫ్యాక్టరీని వ్యవస్థాపించి, శేషజీవితము అంతయు దానిలోని లోపము లను సవరించి, పరిపూర్ణత కలిగించుటకు డీసెల్ కృషి చేసెను. 1904, 1912 సంవత్సరములలో యునైటెడ్ స్టేట్స్ దర్శించి పెక్కు విజ్ఞాన ఉపన్యాసములను ఇచ్చెను. బ్రిటిష్ అడ్మిరాలిటీ ఆహ్వానముపై ఇంగ్లండు వెళ్లుచు 1913, సెప్టెంబరు 29 - 30 రాత్రి ప్రమాదవశాత్తున స్టీమర్ నుండి ఇంగ్లీషు చానల్‌లో పడిపోయి డీసెల్ మరణించెను [చూ. డీసెల్ ఇంజనులు]. పా. ల. నా.

డీసెల్ రైలు ఇంజను: ఇనుప పట్టాలపై నడచు చక్రములపై అధిష్ఠింపబడి, ఒక డీసెల్ ఇంజను నుండి చలన శక్తిని గ్రహించి, ప్రయాణీకుల లేదా సరకుల బండ్లను లాగుటకు ఉపకరించు ఇంజనుకు డీసెల్ రైలు ఇంజను అని పేరు. ఇందు శక్తి ద్రవేంధన దహనము వలన యాంత్రికశక్తిగా పరివర్తింపబడి, ఇంజను యొక్క ముషలకము (పిస్టను) చే భ్రమణము ద్వారా వంకర ఇరుసు కమ్మి (క్రాంక్ షాఫ్ట్) కి అందింపబడును. తరువాత ఆ దండముద్వారా రైలు ఇంజను చక్రములకు ప్రసారితము చేయబడును. డీసెల్ ఇంజను యొక్క ప్రధాన దండము నుండి చక్రముల ఇరుసులకు ఈ ప్రసరణము మూడు మార్గములలో జరుగును. మొదటిది కేవలము ఒక క్లచ్ యొక్క యాంత్రిక పరికరము. ఇచట రెండు రేకులు కలసి పనిచేయునపుడు రెండును కట్టబడి ఉండును; పని చేయని సమయమున దూరముగా త్రోయబడును. రెండు రేకుల నడిమి ఘర్షణ వలన డీసెల్ ఇంజను వేగము చక్రముల వద్ద కావలసిన పరిమితికి తగ్గింపబడును. రెండవది ఒక హైడ్రాలిక్ పద్ధతి. మూడవ దానిలో డీసెల్

డీసెలు రైలు ఇంజను



డీసెలు రైలు ఇంజను ప్రయాణీకుల బోగీలను లాగుట



డీసెలు రైలు కారు

డీసెలు రైలు ఇంజను

Blank Page

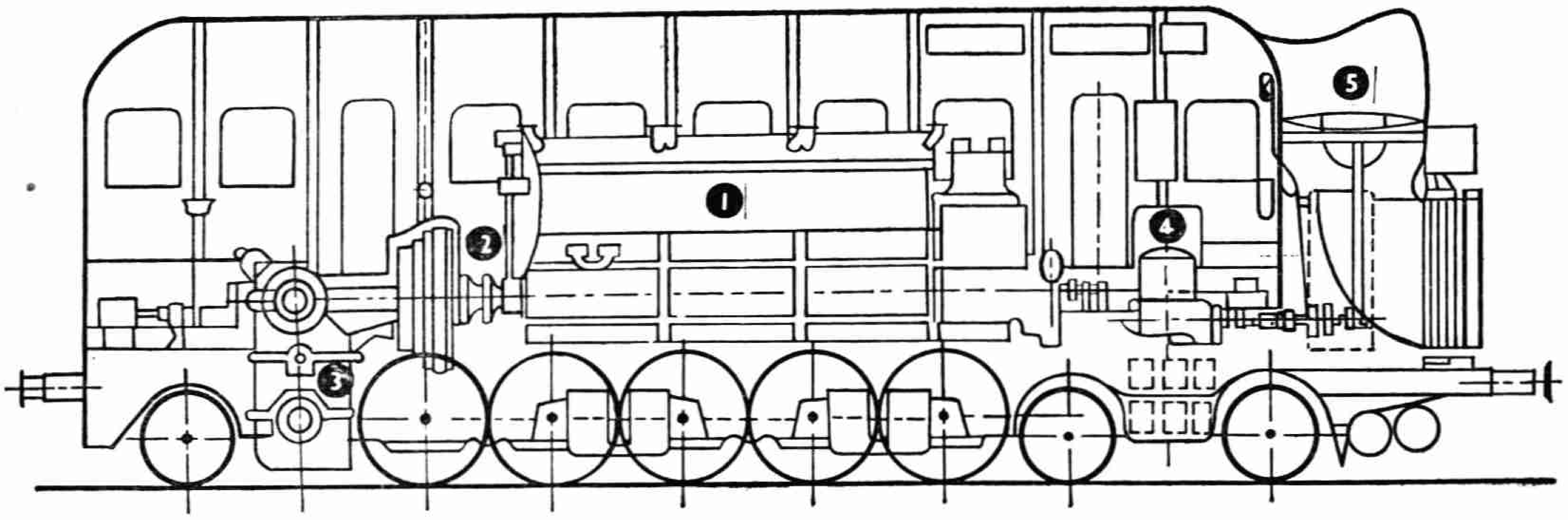
ఇంజను ఒక విద్యుత్తు జనిత్రమును నడుపును. దీని నుండి పుట్టిన విద్యుత్తు ప్రవాహము ఇరుసుల ద్వారా నడచు చక్రములను త్రిప్పును.

భారతదేశమున ఒక నూతన ప్రసార విధానము అభివృద్ధి చేయబడినది. అది దానిని ప్రవేశ పెట్టిన విజ్ఞాని పేర 'సూరి ప్రసారము' అని వ్యవహరింపబడును.

చారిత్రక విషయములు : రైల్వేలలో డీసెల్ రైలు ఇంజనులను ప్రవేశపెట్టుట 1912 లో ప్రారంభింపబడినను 1924 వరకు వాటిని వాడుటకు తీవ్రకృషి జరుగలేదు. ఉన్నత శక్తికల మొట్టమొదటి డీసెల్ రైలు ఇంజను ఆ ఏట జర్మనీలో నిర్మింపబడెను. మరుసటి సంవత్సరము మరియొక రైలు ఇంజను నిర్మింపబడెను. అప్పటినుండి డీసెల్ ఇంజనులచే రైలు బండ్లను లాగించుటకు ప్రయత్నములు సాగినవి. అయితే, ఆ నాటి డీసెల్ ఇంజనులు ఆటోమొబైల్ వాహనముల పెట్రోలు ఇంజనుల కంటె ఎక్కువ బరువు, తక్కువ వేగము కలవిగ ఉండెను. అందువలన అవి రవాణావ్యవస్థలలో విరివిగా వినియోగింపబడకుండెను. కాని, ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలమునకు ముందు, ఆ యుద్ధకాలమునను జర్మనీ, స్విజర్లండ్

ఇంజనులు అత్యంత సమర్థములు, ప్రయోజనకరములునై ఉన్నవి. రైల్వేల అవసరములకు అనుగుణముగా అవి నేడు వివిధ సైజులలో తయారగుచున్నవి. ఉన్నత శక్తిమంతములైన డీసెల్‌ల నిర్మాణములో నేడు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌దే పైచేయిగా ఉన్నది.

డీసెల్ రైలు ఇంజనుల వలన లాభములు : 1. ఉన్నత శక్తితో ప్రయాణము ప్రారంభింపగలుగుట ; 2. ప్రతి చక్రము మరి ఏ ఇతర చక్రముతో సంబంధము లేకుండ తిరుగుట, అందువలన పట్టాలపై బరువు తౌల్య విరుద్ధముగా ఉండకుండుట ; మార్గమునకు అరుగుదల తగ్గి, వంతెనల మీద, మదుముల మీద చక్రములు అధికతర వేగముగా పయనింపగలుగుట ; 3. అల్పతర వేగ పరిధులలో కూడ త్వరణము హెచ్చుగ ఉండుట ; 4. తక్కువ సిబ్బందితో పని చేయగలుగుట ; 5. ప్రయాణీకులకు అసౌకర్యకరములైన ఆవిరి, పొగ లేకుండుట ; 6. ఇంజనును పనిలో పెట్టుటకు చాల తక్కువ కాలము పట్టుట, అందువలన అది ఎక్కువ కాలము ఉపయోగపడుట ; 7. తిరుగుప్రయాణము శీఘ్రముగా ముగియుట ; బూడిదను తొలగించి ఇంజనును శుభ్రపరచ నక్కరలేకుండుట. నీటి తొట్టెలను నింపనక్కర



1925 లో సోవియట్ రష్యా సిద్ధపరచిన 1200 బి. హెచ్. పి. గల డీసెల్ రైలు ఇంజను

1. డీసెల్ ఇంజను ; 2. విద్యుత్తు అయస్కాంత క్లచ్ ;
3. గేర్ బాక్స్ ; 4. మరొక డీసెల్ ఇంజను ; 5. రేడియేటర్ వంకా.

దేశములలో అధిక వేగవంతములైన డీసెల్ ఇంజనులు నిర్మింపబడినవి. ఈ ఇంజనులలో ఇంధనము అందు పద్ధతిని, బహిర్గతవాయువులను ఉపయోగమునకు తెచ్చు పద్ధతిని సమగ్రపరచి, అవి అత్యధిక శక్తిమంతములు కావింపబడినవి. అందువలన మొదట రోడ్డు రవాణాలోను, తదుపరి రైల్వే రవాణాలోను వాటిని ప్రవేశపెట్టుటకు అవకాశము కలిగెను. నేడు యావత్ ప్రపంచమున వాడబడుచున్న ప్రధాన చలన యంత్రములలో డీసెల్

లేకుండుట. ప్రయాణకాలములో చాల కొద్దిచోట్ల, చాల తేలికగా ఇంజనులో ఇంధనపు చమురు నింపగలుగుట ; 8. విడి భాగముల బరువు బహు తేలిక కాబట్టి నిర్వహణకు అవసరమగు మరమ్మత్తులు, పూర్తి మరమ్మత్తులు చేయుటకు తేలికైన (అనగా మిత వ్యయముతో కూడిన) క్రేన్‌లను ఉపయోగింప వచ్చుట ; 9. నీళ్లు పోయుటకు, బూడిదను గోతులలో నింపుటకు, బొగ్గును నిల్వచేయుటకు ఏర్పాట్లు చేయ పనిలేకపోవుట ; 10. ఇంజనులను తయారుచేయు ప్రాంత

మునకు గాని, ప్రయాణముచేయునపుడు ఆ యా ప్రాంతములకు గాని ఆవిరి ఇంజనులలోవలె చిమ్నీద్వారా వచ్చు నిప్పురవ్వలవలన అగ్ని ప్రమాదములు లేకుండుట; 11. డ్రైవరుకు, అతని సహాయకునకు పని సౌకర్యముగ ఉండుట; 12. రెండు గాని, అంతకు ఎక్కువగా గాని రైలు ఇంజనులను సంయుక్తముగ పనిచేయింపవచ్చుట. ఇందువలన సిబ్బంది వ్యయము తగ్గుటకు, ఎక్కువగ బరువులు లాగించుటకు, ప్రయాణము ఎక్కువ సాఫీగా సాగుటకు వీలుకలుగుట; 13. పనిచేయని కాలమున ఇంజనును ఆపివేయవచ్చును. కాబట్టి, ఆ కాలమున దానికి అగు ఖర్చు లెక్కలోనికి రాకుండుట. పనిచేయనికాలమున కూడ ఆవిరి ఇంజనులలో బాయిలర్లను ఆపివేయ వీలులేదు. బొగ్గువేసి ఎల్లపుడు జ్వలింపజేయుచునే ఉండవలెను; 14. పనిచేయక, ఆపివేయబడి ఉన్నపుడు దానిని పర్యవేక్షించుటకు, కాపలా కాయుటకు ఎవ్వరిని నియమింప నక్కర లేకుండుట; 15. ఇంధన వ్యయము తక్కువగుట.

లోపములు: 1. నిర్మాణ వ్యయము అత్యధికము; 2. ఆవిరి ఇంజనులలో సిబ్బంది బొగ్గును ఎక్కువగ ఉపయోగించి, ఆవిరిని ఎక్కువగ ఉత్పాదించి, ఏ వేగమునకైన ఇంజను శక్తిని పెంపొందింపవచ్చును. డీసెల్ ఇంజనులలో మోటారు శక్తి నిర్ణీతపరిధికి మించుట సాధ్యము కాదు; 3. ఆవిరి ఇంజనులో విడిభాగములు తక్కువ సంఖ్యలోను, సరళతరముగను ఉండును. కావున వాటి నిర్వహణము, మరమ్మత్తులు తక్కువ వ్యయముతో జరుపవచ్చును. డీసెల్ రైలు ఇంజనులలో ఈ వ్యయము హెచ్చు. విడిభాగముల సంఖ్య కూడ హెచ్చు. అవి అధిక క్లిష్టములు; 4. ఆవిరి ఇంజనులను తక్కువ పెట్టుబడితో నిర్మింపవచ్చును. అందు పనిచేయు కార్మికులకు నైపుణ్యముతో అంతగా పనిలేనందువలన జీతబత్తెముల వ్యయము తగ్గును. దానివలన నిర్వహణ వ్యయము కూడ తగ్గును; 5. ఆవిరి రైలు ఇంజను నిర్మాణము చౌక అగుటచే పెట్టుబడి తక్కువ; అదిగాక రెంటిని పోల్చిన డీసెల్ ఇంజను నడుపుటకు డ్రైవరుకు జటిల సాంకేతిక శిక్షణ అవసరము.

ముఖర్జీ.

డేవిస్, జాన్ (ర. 1550 - 1605): ఆంగ్ల నావికుడు. మార్టిన్ ప్రోబిషర్ విడిచిపెట్టిన కృషిని కొనసాగించి, వాయవ్య మార్గమును అన్వేషించుటకు అతడు 1585 లో తన తొట్టతొలి సముద్రయానమును కావించెను. ఈ ప్రయాణములో డేవిస్ బాఫిన్ ద్వీపమునకు చెందిన కంబర్ లాండ్ సౌండ్‌ను కనుగొనెను; 1586, 1587 సంవత్సరములలో తాను చేసిన తదుపరి ప్రయాణములకు ప్రాతిపదికలైన భూపరిశోధనలు కూడ కావించెను. మూడవ ప్రయాణములో డేవిస్ జలసంధి గుండా బాఫిన్ అఖాతములోనికి ప్రవేశించి, హడ్సన్ జలసంధి తూర్పు కొనమీదుగా అతడు బాఫిన్ ద్వీపతీరమును చేరుకొనెను; అచ్చటి ఉత్తర సముద్రప్రాంతముయొక్క భౌగోళిక పరిస్థితులను కూడ విశదముగా పరిశీలించెను. 1591లో డేవిస్ మెజెల్లాన్ జలసంధిని గూర్చి దక్షిణముగా పయనించి, 1592 లో ఫాక్‌లాండ్ ద్వీపముల కనుచూపు మేరకు పోయెను: తరువాత తూర్పు ఇండియా దీవులను చేరుకొని, అచ్చట జపాన్ ఓడదొంగల తోడి పోరాటములో ప్రాణములు కోల్పోయెను. అతడు కనిపెట్టిన క్వాడ్రెంట్ ఒక శతాబ్దముపైగా వాడుకలో ఉండెను. అతడు 'నావికుని రహస్యములు' (సీమన్స్‌సీక్రట్స్) అను చిన్న గ్రంథమును వ్రాసెను. ఆ. వెం.

డేవీ, హంఫ్రీ (1778 - 1829): ఇంగ్లీషు రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు. డేవీ రక్షక దీప నిర్మాత. ఒక పేద వడ్రంగి పుత్రునిగ పెంజెన్స్‌నందు 1778, డిసెంబరులో జన్మించి, పెంజెన్స్‌లోను, ట్రూరోలోను విద్యను అభ్యసించెను. తండ్రి మరణానంతరము (1794) పెంజెన్స్‌నందలి ఔషధములు విక్రయించు ఒక సర్జన్‌కు సహాయకుడుగ పనిచేయుచు అతిభౌతికశాస్త్రము, నీతి శాస్త్రము, గణిత శాస్త్రము అభ్యసించెను. 1797 వ సంవత్సరాంతమున తన దృష్టిని రాసాయనిక శాస్త్రము వైపునకు మరల్చి నికల్సన్, లవ్వాజేల గ్రంథములను అభ్యసించి రాసాయనిక శాస్త్రమునందు అసంఖ్యాక ప్రయోగములు చేసెను.

క్లిఫ్టన్ నందలి న్యూమాటిక్ ఇనిస్టిట్యూట్ లేబొరేటరీ డైరెక్టర్ (1798 - 1801) గ ఉన్న సమయమున హాస వాయువుయొక్క ధర్మములను పరిశోధించెను. లండను నందలి రాయల్ ఇనిస్టిట్యూషన్‌నందు ఇతడు లెక్చరర్ (1801) గను, ప్రొఫెసర్ (1802 - 13) గను పనిచేసెను. తోళ్లు పదునుచేయుటకు రాసాయనిక సూత్రములను వివరించుచు పెక్కు ఉపన్యాసములను ఇచ్చెను. ఓక్ పట్టాకు బదులు అంతకంటె చాల చౌకయిన కాచూను ఉపయోగించవచ్చునని నిరూపించెను. బోర్డ్ ఆవ్ అగ్రికల్చర్ వారి కోరికపై 1803 నుండి వరుసగా 10 ఏండ్లు వ్యవసాయ రాసాయనిక శాస్త్రముపై పెక్కు ఉపన్యాసములను ఇచ్చి, తుదకు వానిని 1813 లో 'ఎలిమెంట్స్ ఆవ్ అగ్రికల్చరల్ కెమిస్ట్రీ' అను పేరున ప్రచురించెను. 50 ఏళ్ల వరకు అది ప్రమాణ పాఠ్యగ్రంథముగ ప్రసిద్ధినొందినది.

కాని, రాయల్ ఇనిస్టిట్యూషన్‌నందు ఇతని ప్రధాన పరిశోధనలు విద్యుత్తు రాసాయనిక శాస్త్రమునందు జరిగినవి. ఈ శాస్త్రమునందు ఇతని పరిశోధనల ఫలితముగ

పొటాసియమ్, సోడియమ్ (1807 నందు), కాల్సియమ్, బేరియమ్, బోరాన్, మగ్నీషియమ్, స్ట్రాన్షియమ్ (1808 లో) వంటి మూలద్రవ్యములు మొదటిసారిగా వాటి యౌగిక రూపములనుంచి వేరుచేయబడినవి. ఆక్సీ మురియాటిక్ ఆసిడ్ మూలద్రవ్యము అని నిరూపించి దానికి 'క్లోరిన్' అని పేరిడెను. హైడ్రోజన్ టెలురైడ్, హైడ్రోజన్ ఫాస్ఫైడ్ మొదలగు పెక్కు యౌగికములను డేవీ ఆవిష్కరించెను. గనులందు పనిచేయువారి రక్షణకై డేవీ నిర్మించిన డేవీ రక్షణ దీపము [చూ. భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములు, సం. 2-పు. 359] అతనికి శాశ్వత కీర్తిని ఆర్జించిపెట్టినది. 1812లో 'సర్' బిరుదు, 1818లో బారొనెట్ బిరుదు ఇతనికి ఒసంగ బడినవి. రాయల్ సొసైటీకి కార్యదర్శిగ (1807 - 1812) ను, ప్రెసిడెంట్ (1820 1826) గను డేవీ ఉండెను. 1829, మే 29 న డేవీ మరణించెను.

పా. ల. నా.

డైనమో : చూ. భౌతిక, రాసాయనిక సంపుటము– పు. 337.

డ్రాయింగు పరికరములు : ఈ శీర్షికలో డ్రాయింగు తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడు పరికరముల గురించి సంగ్రహముగ తెలిసికొందము.

డ్రాయింగు బోర్డు : ఇది బాగుగా ఆరిన మృదువైన చెక్కపలకతో దీర్ఘ చతురస్రాకారముగ నిర్మింపబడును. వంపులు రాకుండుటకు బోర్డుకు క్రింది భాగమున రెండు భద్రమైన అడ్డుపలకలు బిగింపబడును. డ్రాయింగు గీయునపుడు బోర్డు ఎడమ అంచుపైననే T - మట్టము జరుగును. కాబట్టి, ఈ అంచున దృఢమైన చేవ చెక్కను అమర్తురు. ఇట్లు చేయుట వలన డ్రాగుయింగ బోర్డు చాల కాలము మన్నుటయే కాక చక్కని బుజు రేఖలు గీయుటకు కూడ వీలుపడును. ఇండియన్ స్టాండర్డ్స్ ఇనిస్టిట్యూషన్ నిర్ణయించిన కొలతలు దిగువ పట్టికలో ఈయబడినవి.

డ్రాయింగు బోర్డు కొలతలు

నంబరు	కొలతలు (మి. మీ.)	ఉపయోగములు
B_0	1250 × 900	డ్రాయింగు ఆఫీసులలో ఉపయోగింతురు.
B_1	900 × 650	
B_2	650 × 500	విద్యా సంస్థలలో ఉపయోగింతురు.
B_3	500 × 350	

T - మట్టము (టీ - స్క్వేర్) : దృఢత్వము, నాణ్యము గల చెక్కలతో 'T' ఆకారముగ చేయబడిన మట్టము. కాబట్టి, దీనిని T- మట్టము అని అందురు. పొడవు బద్దలోని పై అంచును బుజు రేఖలను అడ్డముగా గీయుటకు ఉపయోగింతురు. కాబట్టి, ఈ అంచును చాల జాగ్రత్తగా వాడవలయును. పొట్టిగా ఉన్న అడ్డు బద్దను డ్రాయింగు బోర్డు ఎడమ అంచు మీద జరుగు లాగున ఉంచి, పొడుగు బద్ద పై అంచు వెంబడి ఆ బుజు రేఖలను అడ్డముగా గీయుదురు. T - మట్టము పొడుగు డ్రాయింగు బోర్డుకు సరి పోవునట్లు ఉండవలెను.

మూలమట్టములు (సెట్ స్క్వేర్స్): ఇవి త్రిభుజాకారముగ ఉండును. వీటిని చెక్క పలకలతో గాని, ప్లాస్టిక్‌తో గాని, సెల్యులాయిడ్‌తో గాని తయారు చేయుదురు. సెల్యులాయిడ్‌తో చేసిన మూలమట్టములు పారదర్శకముగ ఉండును. ఇవి రెండు రకములు. ఒక రకమును 30°/60° మూలమట్టము అనియు, రెండవ రకమును 45°/45° మూలమట్టము అనియు పిలుతురు. అనగా మొదటి రకపు మూల మట్టములో 30°, 60°, 90° (కోణములు), రెండవ రకపు మూలమట్టములో 45°, 45°, 90° ఉండును. మూల మట్టమును T - మట్టము పైన ఉంచి, నిలువు రేఖలు గీయవచ్చును. అదే విధమున 30°, 45°, 60° ఏటవాలు గీతలు కూడ గీయవచ్చును.

వృత్తలేఖిని (కాంపస్) : ఇది వృత్తములు, చాపములు గీయుటకు ఉపయోగపడును. దీనికి రెండు కాళ్లు ఉండును. ఒక కాలిలో వాడి సూదిని, రెండవ కాలిలో పెన్సిలు ముక్కను అమర్చుటకు వసతి ఉండును. మొదటి కాలిని వృత్త కేంద్రముగా చేసి, పెన్సిలు కాలితో వృత్తమును గాని, చాపమును గాని గీయవచ్చును. వృత్త లేఖినిని కావలసిన వ్యాసార్ధమునకు అమర్చవచ్చును. పెన్సిలు కాలిని పొడిగించుటకు, తగ్గించుటకు ప్రత్యేక భాగములు కూడ కలవు.

విభాగిని (డివైడర్స్): ఇది వృత్తలేఖిని మాదిరిగనే ఉండును. కాని, దీని రెండు కాళ్లకు సూది ముక్కలే ఉండును. డ్రాయింగులో సమభాగములు గుర్తించుటకు, ఒకే కొలతను అనేక పర్యాయములు ఉపయోగించుటకు విభాగిని అవసరము.

కోణమాని (ప్రొట్రాక్టర్): సెల్యులాయిడ్‌తో తయారయిన కోణమాని గాజువలె పారదర్శకముగ ఉండును కాబట్టి, రేకుదానికంటె ఇది ఎక్కువగ ఉపయోగకరము. ఇది అర్ధ వృత్తాకారములోను, పూర్ణ వృత్తాకారములోను లభించును. అయితే, అర్ధ వృత్తాకారపు కోణమానియే వ్యాప్తిలో ఉన్నది. ఇది కోణములు గుర్తించుటకు, కొలుచుటకు ఉపయోగపడును.

క్లినోగ్రాఫ్; దీనిని చెక్కతో గాని, సెల్యులాయిడ్‌తో గాని చేయుదురు. ఏటవాలులో సమానాంతర రేఖలు గీయుటకు క్లినోగ్రాఫ్ చాల ఉపయోగపడును.

కొలతబద్దలు (స్కేలు): డ్రాయింగు పనికి చెక్కతో గాని, అట్టలతో గాని తయారు చేసిన కొలత బద్దలను సామాన్యముగ ఉపయోగింతురు. చెక్కతో చేయబడినవి అడ్డు కోతలో త్రిభుజాకారముగ ఉండును. అట్టలతో చేయబడినవి చౌక. దీనిని 'స్కేలు పెట్టె' అందురు.

సిరాకలము (ఇంకింగ్ పెన్): ఇది సిరాతో డ్రాయింగును గీయుటకు వాడబడు పరికరము. వృత్తములు, చాపములు గీయుటకు ప్రత్యేక కలములను ఉపయోగింపవలెను. పెన్సిలుకు బదులు కలమును వృత్తలేఖనికి తగిలించవచ్చును.

డ్రాయింగు పెట్టె: వృత్తలేఖిని, దాని అనుబంధ పరికరములు, విభాగిని, సిరాకలములు, కోణమాని మొదలైన వాటిని ఒక పెట్టెలో పెట్టి అమ్ముదురు. అదియే డ్రాయింగు పెట్టె.

డ్రాయింగు కాగితములు: ఎన్నో రకములైన డ్రాయింగు కాగితములు కలవు. ఐ.ఎస్. ఎస్. వారు స్థిరీకరించిన కాగితపు కొలతలు క్రింది పట్టికలో ఈయబడినవి.

నెంబరు.	కొలత మి. మీ.
A_0	814 × 1189
A_1	594 × 814
A_2	420 × 594
A_3	297 × 420
A_4	210 × 297
A_5	148 × 210

పెన్సిలుతో వేయు డ్రాయింగులకు ఏవిధమైన డ్రాయింగు కాగితమునైనను ఉపయోగించవచ్చును. సిరాతో వేయునపుడు పరీక్షించి సిరా ఇంకని నాణ్యమయిన (కెంట్) కాగితమును ఎంచుకొనవలెను. దిట్టమైన కాగితమును ఉపయోగించినచో అది చాల కాలము మన్నును.

ట్రేసింగ్ కాగితము, ట్రేసింగ్ గుడ్డ: పారదర్శకమయిన కాగితమును 'ట్రేసింగ్ కాగితము', పారదర్శకమైన గుడ్డను 'ట్రేసింగ్ గుడ్డ' అని అందురు. డ్రాయింగును వీటిపై గీసి, బ్లూ ప్రింట్ గా గాని, అమోనియా ప్రింట్ గా గాని డ్రాయింగు నకళ్లను చేయవచ్చును. ట్రేసింగ్ గుడ్డపై సిరాతోనే డ్రాయింగు వేయవలెను.

డ్రాయింగు పిన్నులు: డ్రాయింగు వేయునపుడు కాగితమును గాని, గుడ్డను గాని డ్రాయింగు బోర్డుపై అదిమి ఉంచుటకు నాలుగు మూలలను డ్రాయింగు పిన్నులను గ్రుచ్చవలయును. అయితే, పిన్నుల వలన కాగితముపైనే కాక, డ్రాయింగు బోర్డుపై కూడ రంధ్రములు పడును. రంధ్రములు పడకుండవలెనన్న పిన్నులకు బదులు డ్రాయింగు క్లిప్పులను గాని, సెలోటేప్ లను గాని వాడవలెను.

పెన్సిళ్లు: చౌకరకపు పెన్సిళ్లు డ్రాయింగు పనికి బాగుండవు. అందుకు ప్రత్యేకమైన డ్రాయింగు పెన్సిళ్లను వాడవలెను. అవి B, HB, H, 2H, 3H, 4H అని పలు రకములు. H అనునది కాఠిన్యమును, B అనునది నలుపుదనమును సూచించును. సాధారణముగ H, 2H పెన్సిళ్లు డ్రాయింగునకును, అక్షరములు, కొలతలు వ్రాయుటకు HB పెన్సిళ్లను వాడుదురు. పెన్సిలు మొనను చెక్కుటకు ప్రత్యేక శ్రద్ధ అవసరము.

ఇండియన్ సిరా: డ్రాయింగులు అందముగా ఉండవలెనన్న వాటిని ట్రేసింగ్ గుడ్డపై సిరాతో వేయవలెను. అందుకు ఉపయోగింపబడు సిరాను 'ఇండియన్ సిరా' అని పిలుతురు. ఇది చిన్న చిన్న సీసాలలో దొరుకును.

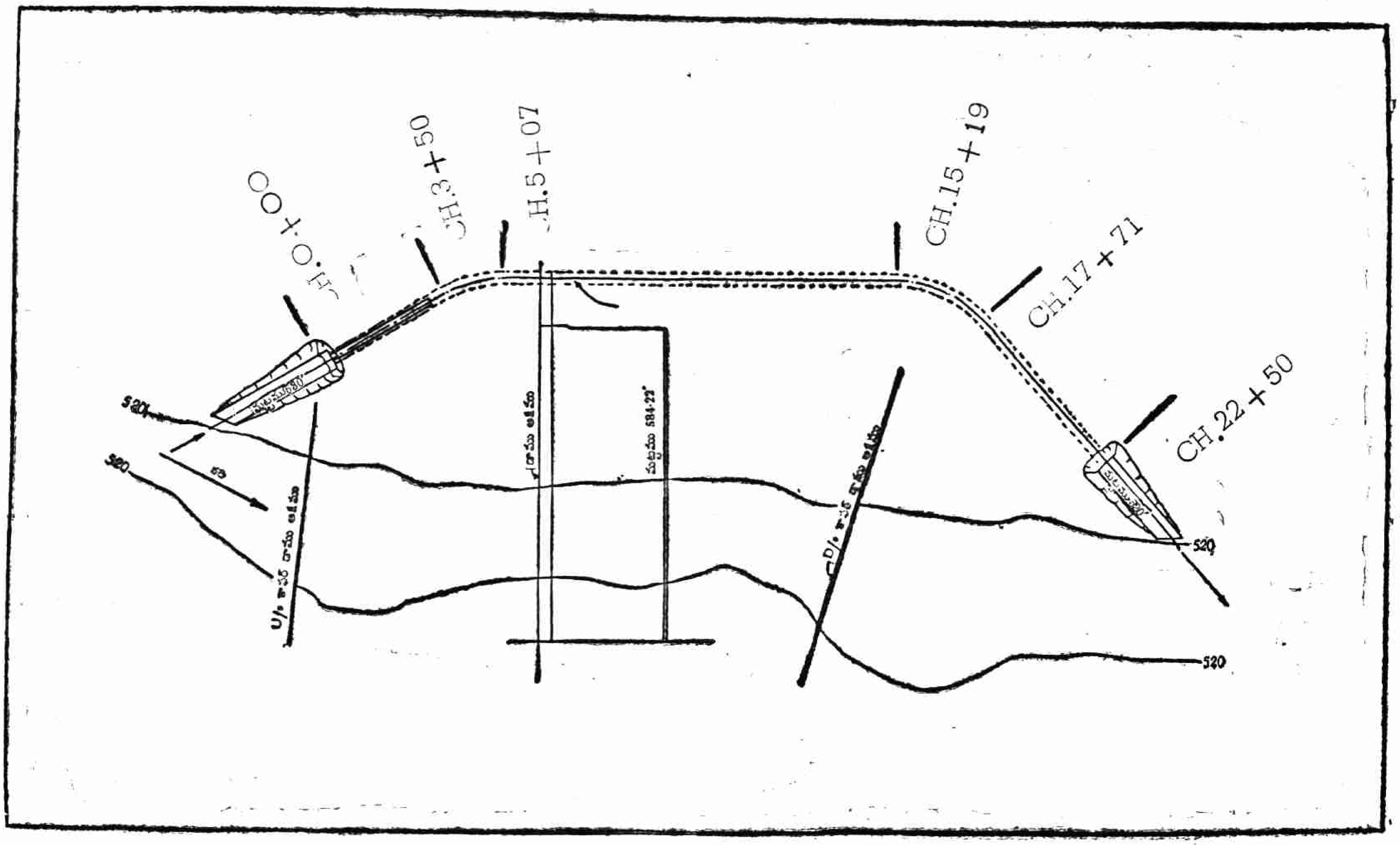
వక్రరేఖా పరికరములు: ఇవి క్రమపద్ధతిలో లేని వక్రరేఖలను గీయుటకు చాల ఉపయుక్తములు.

మౌళి.

డ్రైనేజ్: చూ. జలనిర్గమన పద్ధతులు - పు 845.

తరలింపు సొరంగములు: ఒక నదిపై డామును గాని, బరాజును గాని కట్టునపుడు ఆ నదిని దాని సహజ మార్గమునుండి తరలింపవలసి వచ్చును. నదీ ప్రవాహము నుండి విడుదల అగు నీరు డాము పైనుండి పొరలి పారునట్లు చేయుట సాధ్యముకానిచో, ఆ ప్రవాహమును తరలించుటకు సొరంగములు, కరకట్టలు నిర్మింపవలెను. ఈ తరలింపు సమస్య యొక్క మేర నది సైజునుబట్టి, ప్రవాహ సంభవనీయతనుబట్టి మారుచుండును. డాము నిర్మాణ సమయమున నదిని దిగువ చెప్పిన నాలుగు సాధారణ పద్ధతులలో తరలింపవచ్చును: 1. తరలింపవలసిన యావత్ ప్రవాహమును సొరంగముల ద్వారా తరలించుటకు వీలుగా ప్రవాహమునకు ఎగువను, దిగువను కరకట్టలతో సహా ఒకటి లేదా ఎక్కువ తరలింపు సొరంగములను నిర్మించుట; 2. తరలింపవలసిన యావత్ ప్రవాహమును పంపుటకు చాలినట్లుగ డాము లోపల గాని, క్రిందను గాని కాలువలు నిర్మించుట; 3. తరలింప వలసిన యావత్ ప్రవాహమును తరలించుటకు వీలుగా డాము గుండా గాని, దానికి దూరముగ గాని తాత్కాలికముగ కాలువలు నిర్మించుట; 4. శీతకాల ప్రవాహమును సొరంగముల ద్వారాను, వర్షాకాల ప్రవాహమును డాము యొక్క బ్లాకుల మీదుగాను తరలించుట; రెండవ పక్షమున బ్లాకులను పై కెత్తు పని నిర్విరామముగా కొనసాగింపవలెను.

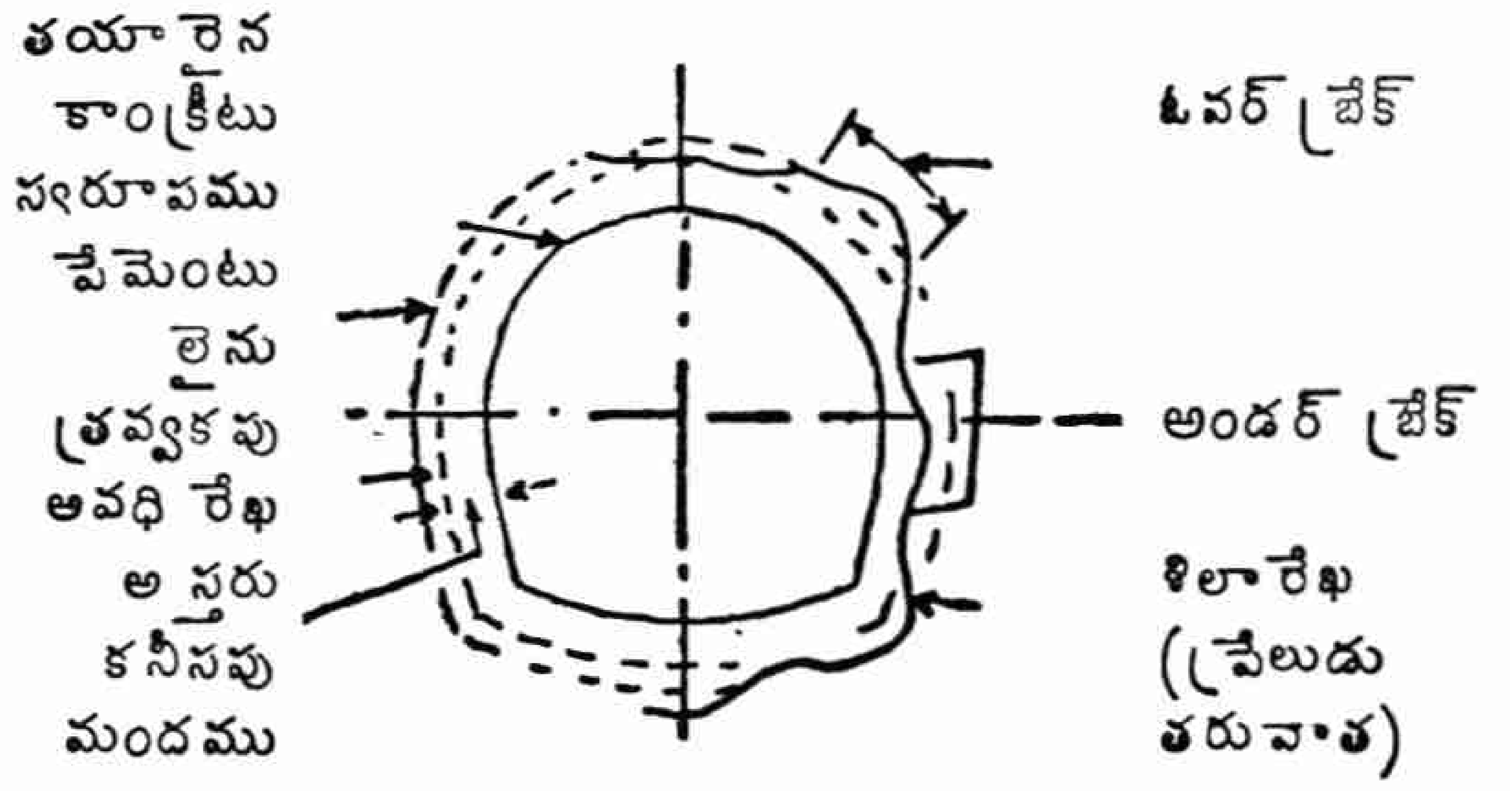
ఒక స్థలమున లోగడ సంభవించిన లేదా ముమ్ముందు సంభవింపవచ్చునని తలంచిన గరిష్ఠ ప్రవాహమును తరలింప జూచుట ఆర్థికముగ అలవికాదు. తరలింపు పద్ధతిని ఎంచుకొనుటకు ముందు క్రింది విషయములను పరిగణింపదగును: 1. పని పూర్తి అగుటకు పట్టు కాలములో నదికి ఎన్నిసారులు వరదలు రావచ్చును; 2. సమాప్తమైన పనికి గాని, సాగుచున్న పనికి గాని వరదల వలన సంభవింపగల మొత్తము నష్టము; 3. వరద దెబ్బతినిన భాగముల మరమ్మతుల మూలమున నిర్మాణము పూర్తి అగుటకు పట్టు కాలహరణము వలన కలుగగల నష్టము— ఇందు కంట్రాక్టరుల పనిముట్ల నిర్బంధ నిరుపయోగము వలన వచ్చు నష్టమును కూడ చేర్చవలెను-; 4. కార్మికుల, ప్రవాహము దిగువన గల జనావాసముల భద్రత, ప్రవాహమును తరలించు పద్ధతులు ఆ ప్రవాహము యొక్క పరిమాణము మీద, నేలయొక్క భౌతిక లక్షణముల మీద, నిర్మింపవలసిన డాము రకము మీద, వెల్లువ మార్గము, జలధారులు వంటి అనుబంధపు పనుల మీద, నిర్మాణ క్రియాకలాపముల వరుస క్రమము మీద ఆధారపడి ఉండును. ఈ తరలింపు పనులు కనీసము నష్టముతోను, కనిష్ఠ విలంబముతోను డాము నిర్మాణ కార్యక్రమములో చేర్చుటకు వీలుగ ఉండవలెను. ఎబట్ మెంట్ లలోని సొరంగముల ద్వారా ప్రవాహములను తరలించుటయే సాధారణ ఆచారము. ఈ సొరంగములు 'తరలింపు సొరంగములు' అని చెప్పబడును. సొరంగములకు స్పిల్ వేలు లేదా బహిర్మార్గములు ఏర్పాటు చేసినప్పుడు లేదా తరలింపు తరువాత సొరంగములను విద్యుత్తు సొరంగములుగా వినియోగించినప్పుడును ఈ తరలింపు పద్ధతి ఆర్థికముగ చాల లాభదాయకము. పై బహిర్మార్గముల పొడవు సాధ్యమైనంత తక్కువగ ఉండదగును. తరలింపు సొరంగముల నిర్మాణ వ్యవస్థ క్రింది రెండు చిత్రములలో చూపబడినది. తరలింపవలసిన ప్రవాహము కరకట్ట పై నుండి పొరలి పారకుండ సొరంగముల ద్వారానే పోవుటకు వీలుగా తరలింపు సొరంగముల సైజు, ఆకారము, పొడవు వంటి పరిమాణములను నిర్ణయింపవలెను. తరలింపు సొరంగముల లోపల జలప్రేషము తరుచుగా తక్కువ. సొరంగముల లోపలి గోడలను కాంక్రీటుతో కట్టుదురు. సొరంగములో ప్రవాహవేగము సెకనుకు సుమారు 12 - 15 మీ. ఉండును.



చిత్రము - 1. తరలింపు సొరంగముల నిర్మాణ వ్యవస్థ.

తరలింపు సొరంగముల నిర్మాణము మట్టిని త్రవ్వుటతో గాని, రాతిని తొలుచుటతోగాని ఆరంభమగును. త్రవ్వకపు పద్ధతులు తొలగింపబడవలసిన ద్రవ్య స్వరూపమును బట్టి మారుచుండును. కావున, ముందుగ ఆ ప్రదేశమును భూ శాస్త్రీయ సమగ్ర పరిశీలనకు గురిచేయుట ఆవశ్యకము. ఇందు ఆ మన్ను యొక్క లక్షణములు, మన్నులోని ఖనిజ ఘటకములు, సంభవనీయ ప్రమాదములు నిర్ణయింప

బడవలెను. గట్టిగనుండు రాతినేలలో సొరంగములను తొలుచుటకు ప్రేలుడు మందులను ఉపయోగింపవలెను. రాయి మెత్తనిదైనచో సొరంగము కూలిపోకుండ తన్ను కర్రలు నిలబెట్టవలెను. మన్నుగుండా త్రవ్వబడిన సొరంగములకు ప్రేలుడు మందులు వాడనక్కరలేదు. కాని, వాటికి కమాను తన్ను కర్రలు నిలబెట్టుట దాదాపు అన్నిచోట్ల అవసరమగును. సొరంగముల త్రవ్వకము పూర్తి అగుటకు వాటి పొడవును దిగువ చెప్పిన పనులు వరుసగా పునరా



చిత్రము - 2

వృత్తి చేయుచు పోవలెను: 1. ప్రేలుడు సామగ్రిని దట్టించుటకు రంధ్రములు తొలచుట; 2. తొలచిన రంధ్రములలో ప్రేలుడు సామగ్రిని దట్టముగా దట్టించుట; 3. ప్రేలుడు సామగ్రికి నిప్పుపెట్టుట, ప్రేలుడు పొగలను ఖాళీ చేయించుట; 4. ప్రేలి పగిలిన రాతి ముక్కలను పైకి తొలగించుట. ప్రేలుడు పొగలను తొలగించుటకే కాక, సొరంగములలో కార్మికులకు తాజా గాలి సదుపాయము లభించుటకు కూడ తగిన ఏర్పాట్లు చేయుట అవసరము. సొరంగ ముఖమున గాలి కొలుములను నెలకొల్పి, వాటివలన భారీ గొట్టముల ద్వారా మంచి గాలిని లోనికి ప్రసరింప జేయవచ్చును. ఈ కొలుములనే తాత్కాలికముగ ఎదుటివైపు నుండి పని చేయించి, ప్రేలుడు పొగలను కూడ ఖాళీ చేయించవచ్చును. మన్నును, రాతి ముక్కలను ప్రత్యేకములైన తొలగింపు సాధనములతో గాని, పలు రకముల యాంత్రిక సాధనములతో గాని బయటికి తీయవచ్చును.

రాతిలో సొరంగములను తొలుచుటకు అనేక పద్ధతులు కలవు. రంధ్రము యొక్క సైజు, స్థల పరిస్థితులు లేదా నిర్మాణ పరిస్థితులు, అందుబాటు కాగల ఉపకరణ సామగ్రి, కావలసిన తన్ను కర్రల మేర, తొలగింపు విధానము - వీటిని బట్టి ఉచితమైన పద్ధతిని ఎంచుకొనవలెను.

అప్పుడప్పుడు డాము నిర్మాణ కాలమున దాని దిగువను కల భూములకు నీటి పారుదల సౌకర్యములను సమకూర్చుటకు తరలింపు సొరంగములు అవసరమగుట కలదు. నాగార్జున సాగరు డాముకు అనుబంధముగ కృష్ణానదీ ప్రవాహమును తరలించుటకు, కృష్ణ డెల్టా భూములకు 20,000 క్యూ సెక్కుల నీటిని అవిచ్ఛిన్నముగ సరఫరా చేయుటకు 8. 2 మీ. (27') వ్యాసము, గుర్రపు నాడా ఆకారము గల సొరంగము నిర్మింపబడినది. దీనిని ఇంత కన్న ఎక్కువ నీటిని గ్రహించగల దానితో బాటు మెడ నాళికతో కలిపి, డెల్టా అవసరములు పూర్తిగా తీరుటకు ప్రాజెక్టు యొక్క శాశ్వత అంగముగా ఉంచుట కూడా జరిగినది. బృహత్తర నాగార్జున సాగరు డాముకు ఎగువన నిర్మింపబడనున్న శ్రీశైలము విద్యుచ్ఛక్తి ప్రాజెక్టుకు కూడ నిర్మాణ సమయమున కృష్ణా జలములను తరలించుటకు 9.1 మీ. (30')వ్యాసముతో ఒక వలయాకార సొరంగము నిర్మింపబడినది. దీనిని పై విధమున ప్రాజెక్టుకు శాశ్వత అంగముగా ఉంచు ప్రతిపాదనకూడా కలదు. కరుణాకర్.

తరిమణి యంత్రములు: చూ. లేత్ యంత్రములు.

తాపస్థాపకము (థెర్మోస్టాట్): తాపక్రమమును కావలసిన విలువవద్ద నిలుకడగా స్థాపించి ఉంచుటకు ఉపకరించు ఉపకరణమునకు 'తాపస్థాపకము' అని పేరు. అనేక పరిశ్రమలలోను, పరికరములలోను, ప్రతిక్రియలలోను - అవి ఫలప్రదములగుటకు—తాపక్రమమును ఒక విలువ వద్ద నిలిపియుంచుటయో, నియంత్రించుటయో అవసరమగును. తాపస్థాపకము తాపక్రమ వ్యత్యాసములకు ప్రతికరించు పరికరము కనుక అది తాపక్రమ నియంత్రణమునకు వినియోగింపబడును.

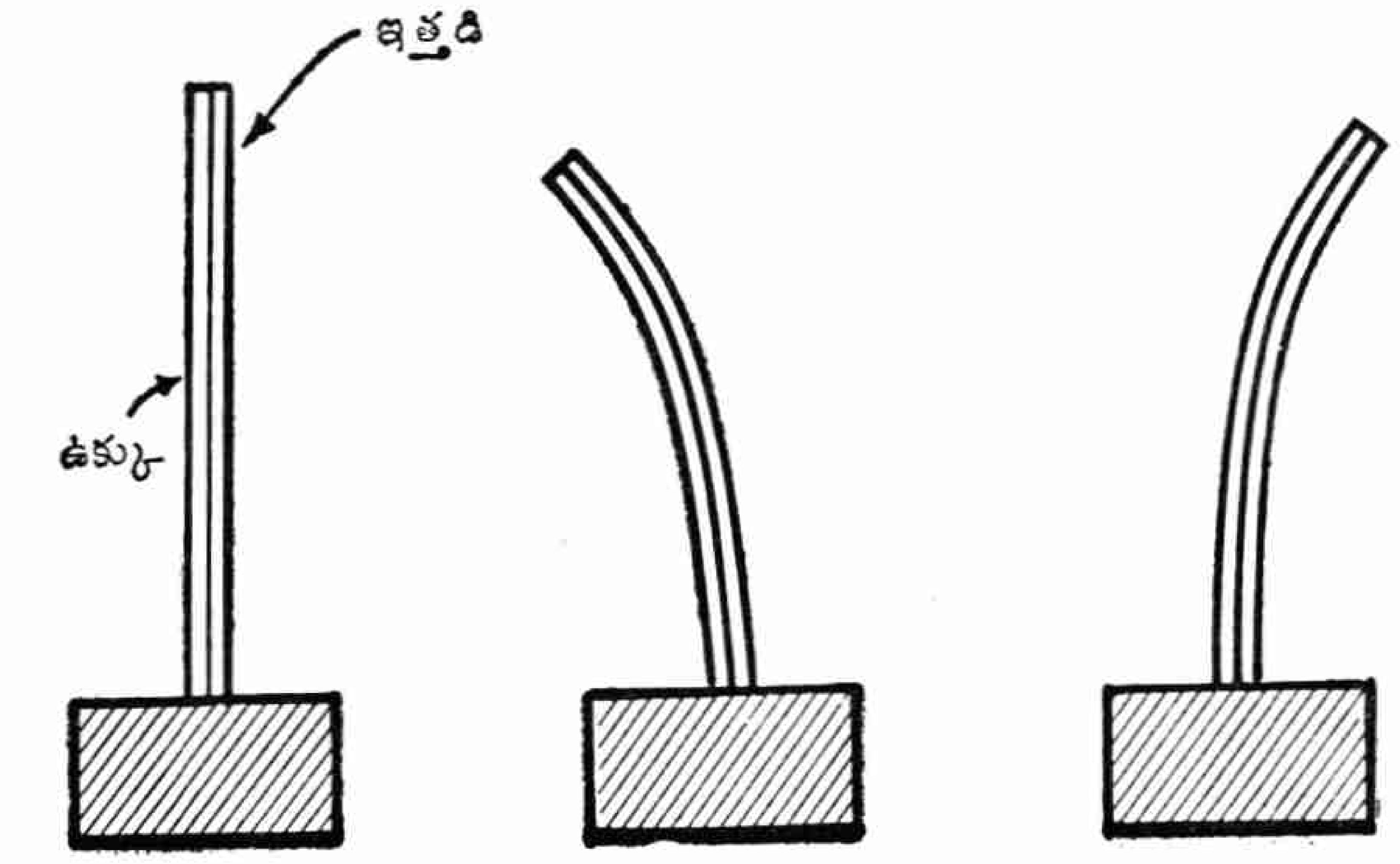
తాపస్థాపకము 1885 ప్రాంతమున వినియోగమునకు తేబడినది. 1917 నాటికి నియంత్రణ పరిశ్రమ పటిష్ఠముగా స్థాపితమయ్యెను. 1928 నాటికి నూనె బర్నరులు, స్టాక్‌లు, గాస్ బర్నరులు, విద్యుత్తు శీతలీకరణ యంత్రములు గృహములలో తాపనమునందు, శీతలీకరణమునందు పెద్ద మార్పులు ప్రవేశపెట్టెను. యూనిట్ హీటర్‌లు కూడ అభివృద్ధి పరచబడినవి. తాపక్రమ నియంత్రణ మీదనే అవి అన్నియు సక్రమముగా పనిచేయగలవు కనుక, తాపస్థాపకములకు గిరాకీ పెరిగెను. ఇందుకుతోడు విజయవంతముగా వెలుగు చూచిన వాతానుకూలనము(ఎయిర్ కండిషనింగ్) కూడ తాపస్థాపకముల వాడుకను పెంచి, పూర్తిగా ఒక క్రొత్త ఆవశ్యకమును నిర్బంధముగా కొనితెచ్చినది. వాతానుకూలిత స్థలములో సమరూపత నెలకొనుటకు వేరువేరుగ పనిచేయు యంత్రాంగముల తాపక్రమములను నియంత్రించుటయే ఆ నూతన ఆవశ్యకము.

తాపస్థాపకములలో మౌలిక రకములు రెండు కలవు. మొదటిది ఆన్, ఆఫ్ రకము, రెండవది క్రమేణ పనిచేయు

రకము. ఈ రెండురకములును ఏదో ఒక రూపమున ఒక కంట్రోలును పనిచేయించుటకు ఘనపదార్థముల లేదా ద్రవముల లేదా బాష్పముల వ్యాకోచనముపై ఆధార పడును. ఒక ధాతుదండమును ఉష్ణమునకు గురిచేసి, దాని వ్యాకోచనమును-అవసరమగు నపుడు దానిని తగురీతిని అధికీకరించి – ఒక నిర్ణీత తాపక్రమమువద్ద ఒక కంట్రో లును పనిచేయించుటకు ఉపయోగింతురు. ఈ వ్యాకో చనము లేదా సంకోచనము ఆ నిర్ణీత తాపక్రమమువద్ద రెండు విద్యుత్తు స్పర్శలను తెరచునట్లు గాని, మూయు నట్లుగాని చేయవచ్చును. మొదటిరకము నూనె బర్నర్ లు, స్టౌక్ లు, యూనిట్ హీటర్ లు, శీతలీకరణ యంత్రములు, స్వతశ్చలిత కవాటములు మున్నగువాటిని పని ప్రారంభింప జేయుటకు గాని, మానిపించుటకు గాని ఉపకరించును.

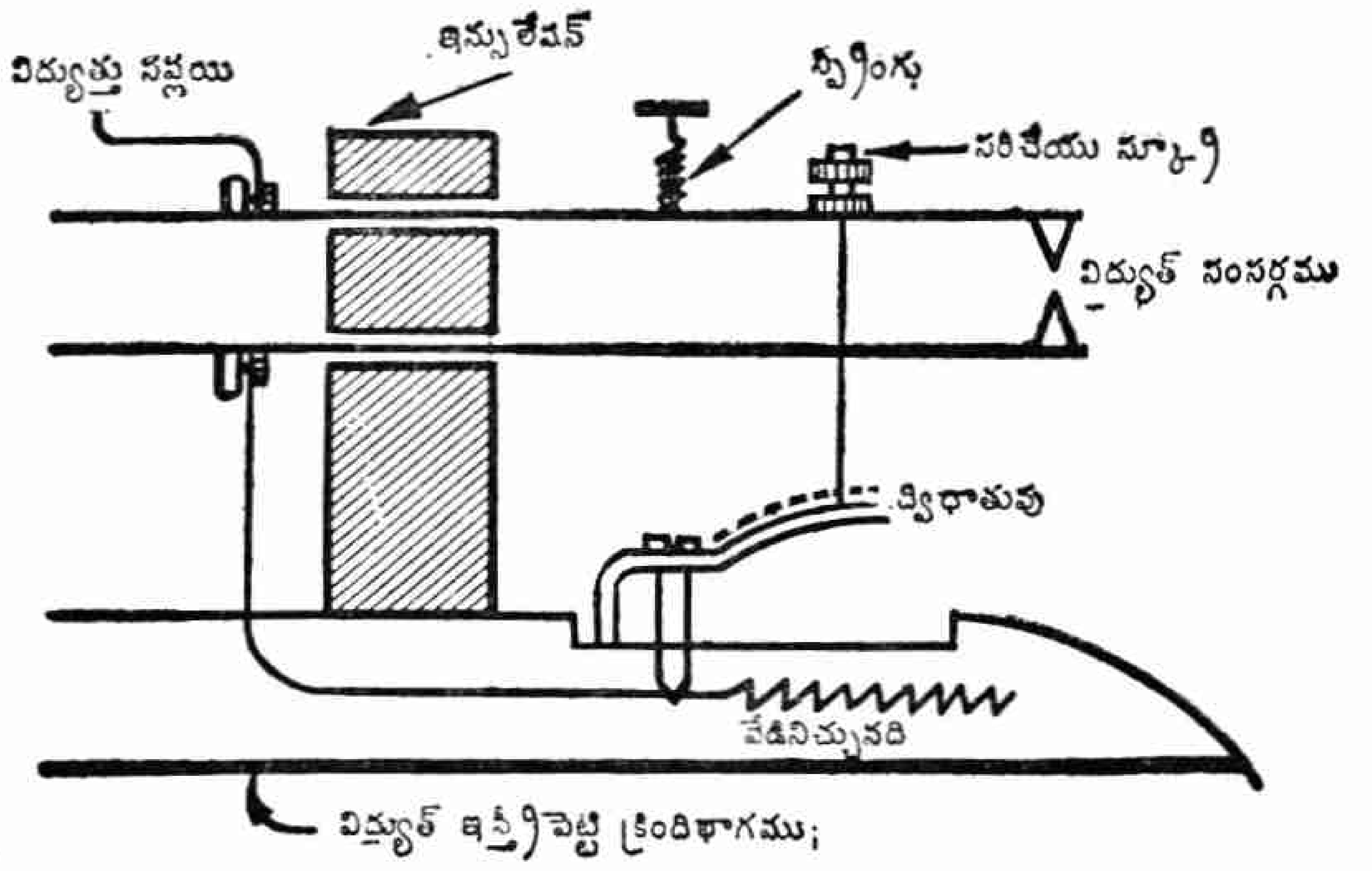
రెండవరకపు తాపస్థాపకములు సాధారణముగ మొదటి రకపు వాటికంటె తక్కువ వేగముతో పనిచేయును. అవి ఒక ఆవృత్తిని ముగింపక మునుపు దిశను అటునుండి ఇటు త్రిప్పగలవు; ఒక మధ్య బిందువువద్ద ఆపి, తరువాత ఆ దిశ లోనే వెళ్ళగలవు లేదా దిశను తారుమారు చెయ్యగలవు.

తాపస్థాపక నియంత్రణ పద్ధతులు: 1. వాయువు; 2. విద్యుత్తు; 3. ఎలక్ట్రానిక్; 4. (క్వాచిత్కముగా) హైడ్రాలిక్ అను నాలుగు రకములు. మూడు ప్రసిద్ధరకముల తాపస్థాప కములు నేడు వినియోగమునందున్నవి [చూ. చిత్రము-1].



చిత్రము-1: ద్విధాతుక తాపస్థాపకము

ద్విధాతుక తాపస్థాపకము: 'ద్విధాతుక చీలిక' అను దీని పేరు సూచించునట్లుగా ఇది రేఖీయ వ్యాకోచన గుణ కము (లీనియర్ కోయఫిషెంట్ ఆవ్ ఎక్స్పాన్షన్) లలో విస్తృత వ్యత్యాసము కల రెండు విభిన్న ధాతువులతో కూడి ఉండును [చూ. చిత్రము-1ఏ]. తరుచుగా ఈ రెండు ధాతువులు ఇత్తడి ($d = 20 \times 10^{-6} O_c^{-6}$), ఉక్కు ($d = 10{\cdot}4 \times 10^{-6} O_c^{-6}$) అయి ఉండును. రెండిటిని అతికి గాని, చీలలతో బిగించి గాని ఒక సంయుక్త చీలికగా తయారు చేయుదురు. ఇత్తడి యొక్క రేఖీయ వ్యాకోచన గుణకము ఉక్కు దానికన్న $1\frac{1}{2}$ రెట్లు హెచ్చు గనుక, రెండిటి తాపక్రమములను ఒకే విలువకు మార్చినపుడు ఇత్తడి చీలిక ఉక్కు చీలిక కంటె $1\frac{1}{2}$ రెట్లు వ్యాకోచించు టయో, సంకోచించుటయో జరుగును. ఇందువలన వేడి చేసినను, చల్లబరచినను సంయుక్త చీలిక చాపముగా వంగును. సంయుక్త చీలికను వేడిచేసినపుడు అధిక రేఖీయ వ్యాకోచన గుణము కల ఇత్తడి చీలిక చాపము బయటను, చల్లబరచినపుడు చాపము లోపలను ఉండును. ఈ ద్విధా తుక చీలికకు ఒక విద్యుత్తు సంయోగమును సంధించినచో ఆ తాపక్రమము వద్ద ఆ చీలికచే సర్క్యూట్ ఏర్పడునట్లుగాని, తెగిపోవునట్లుగాని చేయవచ్చును [చూ. చిత్రము-1 బి,సి]. రెండు స్పర్శల మధ్య ఉండు ఎడమును సర్దుబాటుచేసి తాప క్రమమును కూడ సర్దుబాటు చేయవచ్చును. ద్విధాతుక తాపస్థాపకమును ఇండ్లలోవాడు ఎలక్ట్రిక్ ఇస్త్రీపెట్టెలలో స్వతశ్చలన తాపక్రమ నియంత్రణకు ఉపయోగించవచ్చును [చూ. చిత్రము-2). ద్విధాతుక చీలికను ముందుగా నిర్ణ

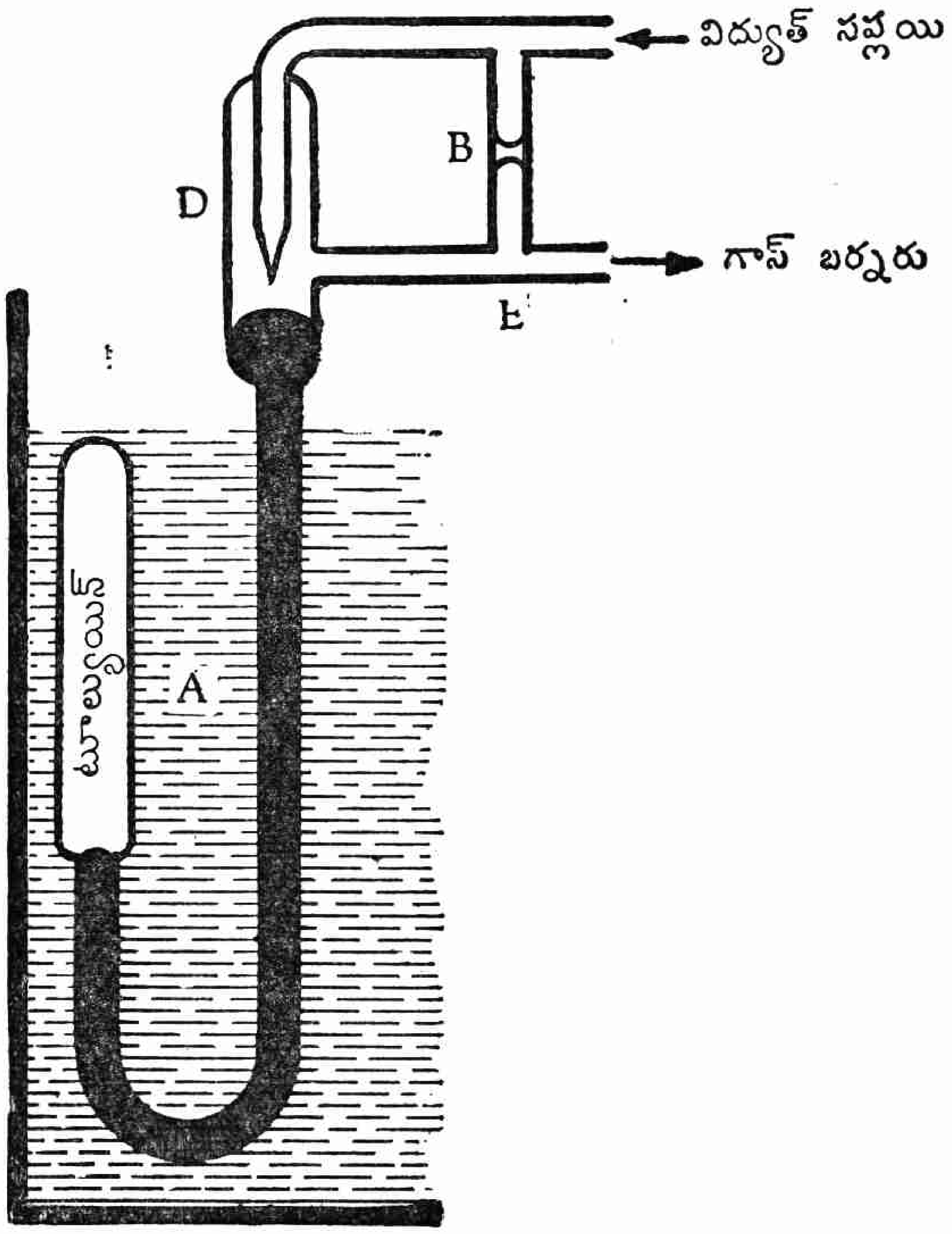


చిత్రము-2: స్వతశ్చలన తాపక్రమ నియంత్రణము

యించుకొన్న తాపక్రమమునకు పైబడి వేడిచేయగా, అది మీది వైపు వంగును. దానితో ఇస్త్రీ పెట్టెకు విద్యుత్తు సర ఫరా తెగిపోవును. ఆ చీలికను ఒక నిర్ణీత తాపక్రమము దిగువకు చల్లబరచినచో విద్యుత్తు తిరిగి సరఫరా అగును.

టాల్యుయిన్ద్రవతాపస్థాపకము: ఇది పనిచేయుసూత్రము 430 పుటలోని చిత్రము-3లో చూపబడినది. గాజుబల్బు Aలో ఉన్నత ఘనవ్యాకోచ గుణకము కల టాల్యుయిన్ ద్రవము పోయబడును. ఒక నిర్ణీత తాపక్రమమునకు పైగా వేడి చేసినచో టాల్యుయిన్ వ్యాకోచించి, పాదరసమును నాళ ములో ఎగువకు త్రోసి, హీటర్ కు గాస్ సరఫరాను D, Eల

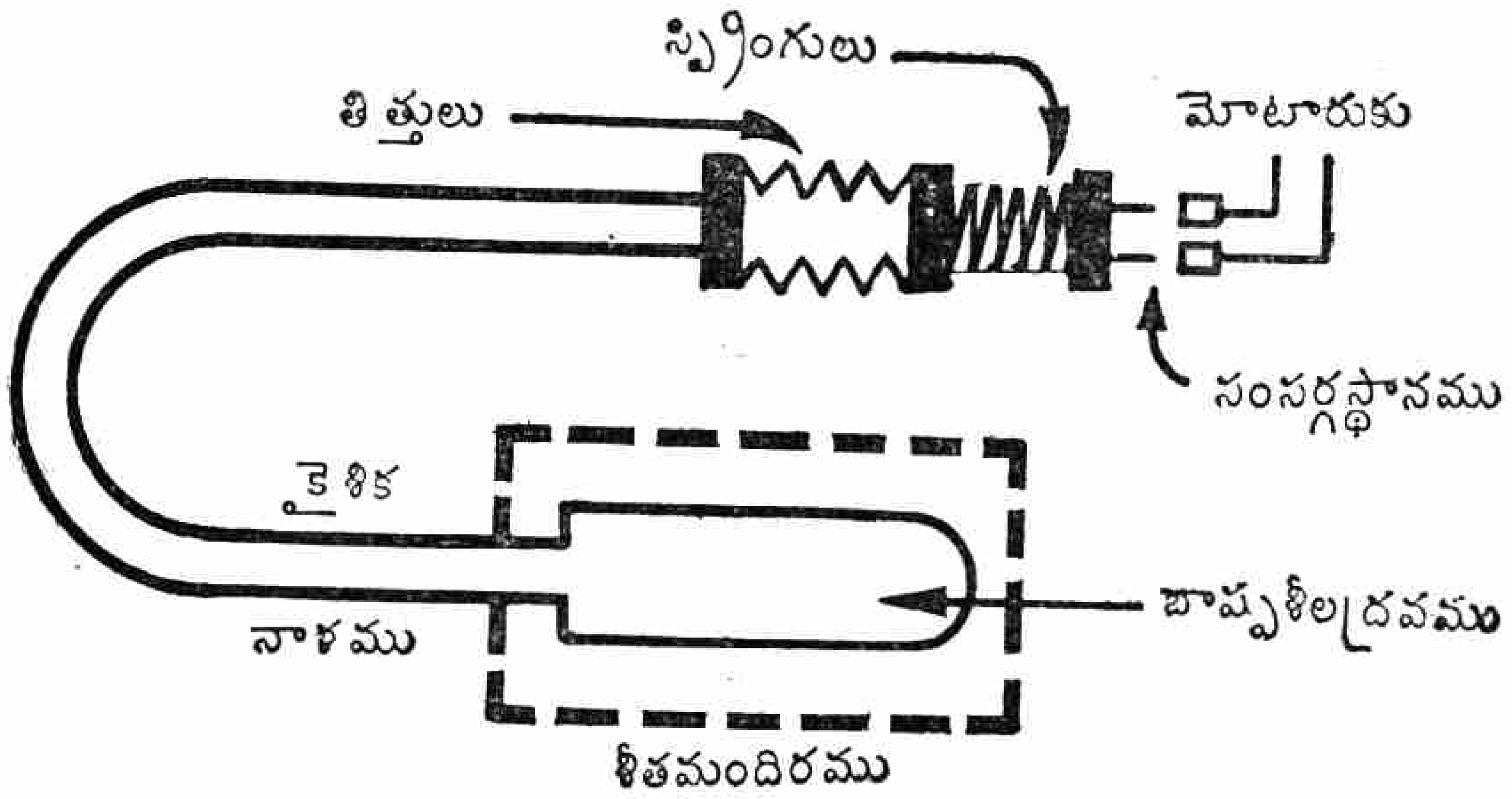
ద్వారా నిలిపివేయును. అయితే, గాస్ సరఫరా పూర్తిగా తగ్గిపోకుండా అందు ఒక ఉప సరఫరా మార్గము B



చిత్రము-3: టాల్యుయిన్ ద్రవతాపస్థాపకము

ఏర్పాటు చేయబడినది. తాపక్రమము, దానితోపాటు పాదరసమట్టము పడిపోయినచో గాస్ తిరిగి పూర్తిగా సరఫరా అగుట సుస్పష్టమే.

బాష్ప తాపస్థాపకము : శీతలీకరణయంత్రములలో తరుచుగా వాడబడు ఇట్టి తాపస్థాపకము పనిచేయు సూత్రము



చిత్రము-4: బాష్పతాపస్థాపకము

చిత్రము4-లో చూపబడినది.ఒకబాష్పశీలద్రవముతో కూడిన ఒక బల్బు శీతలీకరణయంత్రము యొక్క శీతలమందిరములో ఉంచబడును. మందిరము యొక్క తాపక్రమము పెరిగినపుడు బాష్ప ప్రేషము కూడ పెరిగి, అది బల్బులోని కైశికనాళము ద్వారా వంగెడు స్వభావము కల ధాతు నిర్మిత కొలిమితిత్తులకు ప్రసరింపబడును. అప్పుడు కొలిమితిత్తులు వ్యాకోచించి, విద్యుత్తు సర్క్యూట్‌ను తెగగొట్టుటతో రిఫ్రిజరేటరు మోటారు పని ప్రారంభించును. కొంతసేపైన తరువాత బాష్ప ప్రేషము తగినంతగా తగ్గి, కొలిమితిత్తులు సంకోచించుటతో సర్క్యూట్ మరల ప్రారంభమై మోటారు ఆగిపోవును. వి. వి. ఎల్. రావు.

తాపీ పని : చూ. నిర్మాణములు—పు. 481.

తీగె వార్తా విధానము : చూ. టెలిఫోను-పు. 392.

తుంగభద్ర డాము : వాల్మీకి రామాయణమున వర్ణింపబడిన పంపయే నేటి తుంగభద్ర. మైసూరు రాష్ట్రములో దక్షిణ కెనరా ప్రాంతపు కొండలలో పుట్టిన తుంగ, భద్ర అను రెండు నదులు షిమోగా జిల్లాలో కుండలివద్ద సంగమింపగా ఏర్పడినది తుంగభద్ర. ఈ నది చివరకు దక్షిణ భారతదేశములోని రెండవ పెద్దనది యగు కృష్ణలో అలంపురము సమీపమున కలియుచున్నది. తుంగభద్ర మొత్తము పొడవు 640 కి. మీ; దాని పరీవాహప్రాంతము రమారమి 70,000 చ. కి. మీ.

తుంగభద్ర ప్రాజెక్టు బహూళార్థ సాధక ప్రాజెక్టు. దీనిని 1946, ఫిబ్రవరి 28 వ తేదీనాడు అప్పటి ఉమ్మడి మద్రాసు ప్రభుత్వము, హైదరాబాదు సంస్థాన ప్రభుత్వము సంయుక్తముగా ప్రారంభించినవి. తదుపరి రాష్ట్రముల పునర్వ్యవస్థీకరణ ఫలితముగా ఏర్పడిన ఆంధ్ర, మైసూరు ప్రభుత్వములు సంయుక్తముగా ఆ కృషిని పూర్తిచేసినవి. జలవిద్యుత్తు కేంద్రముల నిర్మాణముతో సహా, ఈ ప్రాజెక్టుకు దాదాపు రూ. 100 కోట్లు ఖర్చయినవి. మల్లాపురము వద్ద కట్టబడిన డాము; కుడి, ఎడమ కాలువలు; డామువద్ద, కాలువల పొడవున అనేక స్థలముల వద్ద ఏర్పాటు చేయబడిన జలవిద్యుత్తు కేంద్రములు తుంగభద్ర ప్రాజెక్టులోని ముఖ్యాంగములు.

డాము, రిజర్వాయరు : ఇది ఒక మధ్యరకపు తిన్నని గ్రానిటీ డాము. ఇందు మూడు భాగములు కలవు. 1. నదికి అడ్డముగ రాయి, సున్నముతో 1,941 మీ. పొడవున నిర్మింపబడిన ప్రధాన డాము. ఇందులో ఎడమ చివరన 81 మీ. పొడవు కల ఒక అవిభక్త డాముతో సహా మధ్య భాగమున అదనపు వరదనీరు పోవుటకు వీలుగా 700 మీ.పొడవున ఒక వెల్లువ మార్గము(స్పిల్ వే) ఏర్పాటు చేయబడినది; 2. ప్రధాన డామునకు ఎడమవైపున కల కొండలో ఉన్న చిన్న సందును మూయుటకు 152 మీ.

పొడవున కట్టిన మన్నుడాము; 3. ఎడమ తట్టు చివరన 465 మీ. పొడవున కట్టబడిన ఒక అవిభక్త డాము. పునాది అట్టడుగు నుండి డాము గరిష్ఠపు ఎత్తు 49.3 మీ; డాము గోడ పై భాగమున వెడల్పు 6.7 మీ. పూర్తి రిజర్వాయరు మట్టమున, అనగా +1633 అడుగుల*వద్ద రిజర్వాయరులో 3. 766 శ. కో. ఘ. మీ. నీరు నిల్వ ఉండును. కాని, సాధారణముగ నీరు తీసికొను వీలగు కనిష్ఠ మట్టమున, అనగా +1555 అడుగుల వద్ద రిజర్వాయరులో 3.681 శ. కో. ఘ. మీ. నీరు ఉండును. జలవిద్యుత్తు కేంద్రములోనికి, పంటకాలువల లోనికి నీరు పారించుటకు జలదారు (పెన్‌స్టాక్)లు, తూములు కూడ డాములో ఏర్పాటు చేయబడినవి.

కుడి కాలువ: ఇది ప్రధాన కాలువ. దీని మొత్తము పొడవు 362 కి. మీ. దీనిలోనికి 1550 అ. మట్టమున నీరు పారును. ఇందులో మొదటి 22. 5 కి. మీ. భాగము విద్యుత్తు కేంద్రపు కాలువ అని పిలువబడును. ఈ ప్రాంతమున గల ఆయకట్టు భూమికి రాయ, బసవన్న కాలువలు అనబడు పూర్వకాలపు కాలవలద్వారా నీరు సరఫరా అగుచున్నది.

విద్యుత్తుకేంద్రపు కాలువ తీసికొని పోవు 2,500 క్యూసెక్కుల నీటిలో విద్యుత్తు ఉత్పాదనలో రెండవ దశ తరువాత దిగువ కృష్ణాడెల్టా అవసరముల నిమిత్తము 700 క్యూసెక్కుల నీటిని తుంగభద్రలోనికి తరలింప వలయును. విద్యుత్తు కేంద్రపు కాలువ తరువాత ఈ కాలువ అల్పమట్టపు (లో లెవెల్) కాలువ అని పిలువబడును. దీని గర్భము వెడల్పు 22 మీ. ఇది బళ్ళారి, కర్నూలు జిల్లాల గుండా పోవుచు బళ్ళారి జిల్లాలో 37, 370 హెక్టేరులకు, కర్నూలు జిల్లాలో 42,44,000 హెక్టేరులకు పంట నీరు సరఫరా చేయును. అందువలన సాలీనా 98,000 టన్నుల ఆహార ధాన్యములు ఉత్పత్తి అగును. డాము, తత్సంబంధమైన నిర్మాణములు కాక కుడికాలువలో 155 కి. మీ. మైసూరులోను, మిగిలిన కాలువ ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోను కలవు.

కుడివైపు హై లెవెల్ కాలువ: డాములో 1 . 8 మీ.× 3.6 మీ. సైజున 10 ఉన్నత మట్టపు తూములను నిర్మించి, ఉన్నత మట్టపు భూములకు కూడ కాలువల ద్వారా పంట నీరు అందించుటకు ఏర్పాటులు చేయబడినవి. ఈ హై లెవెల్ కాలువల వ్యవస్థలోని భాగములు : 1. డాము నుండి బయలుదేరి పెన్నా నదిలో కలియు కాలువ, గుంటకల్ ఉపకాలువ - ఇది కూడ పెన్నా నదిలోనే చేరును; 2. పెన్నా నది మీదుగా ఉత్తర, దక్షిణ కాలువలతో కూడిన మధ్య పెన్నా రెగ్యులేటర్; 3. మైలవరము వద్ద పెన్నా నది మీద గండికోట డాము; 4. ఉత్తర, దక్షిణ కడప కాలువలు.

హై లెవెల్ కాలువ రెండు దశలలో పూర్తి చేయబడును. మొదటిదశ రెండు రాష్ట్రములలోను 68-69 నాటికి ముగియును. దీని పొడవు 187 కి. మీ. ఇందులో మొదటి 110 కి. మీ. మైసూరులోను, మిగిలినది ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోను ఉండును. దీనివలన బళ్ళారిజిల్లా (మైసూరు) లో 81,000 హెక్టేరులకు; అనంతపురము, కడప, కర్నూలు జిల్లాలలో 61,000 హెక్టేరులకు పంటనీరు అంది, సాలీనా 1,60,000 టన్నుల ఆహారధాన్యములు పండును.

ఎడమ కాలువ: ప్రధాన ఎడమ కాలువ పొడవు 204 కి.మీ. దీనిలోనికి +1560 అడుగుల మట్టమునుండి నీరు తీసికొనవచ్చును. దీనిగుండా మొదటి 24 కి. మీ. పొడవున విద్యుత్తు ఉత్పాదనకు 7,000 క్యూసెక్కులు,తరువాత పంట నీటికి 3,100క్యూసెక్కుల నీరును పారును. ఈ కాలువలో 40 కి.మీ.నుండి నౌకాయానమును కూడ ఏర్పాటు చేయు సంకల్పము కలదు. దీని వెడల్పు 25 6 మీ. ఇది పూర్తిగా మైసూరు రాష్ట్రమునందే ఉన్నది. దీనివలన సాలీనా 2.35,000 హెక్టేరులు సాగులోనికి వచ్చి, 3,15,000 టన్నుల ఆహారధాన్యములు పండును.

విద్యుత్తు ఉత్పాదన: నదికి రెండు ప్రక్కల నిర్మింపబడిన విద్యుత్తు కేంద్రముల నుండి చివరిదశలో 72,000 కిలోవాట్టులును, కాలువల ప్రక్క పెక్కుచోట్ల ఏర్పాటు చేయబడిన కేంద్రములనుండి 1,00,500 కిలోవాట్టులును విద్యుత్తు ఉత్పాదింపబడును. కుడివైపు విద్యుత్తు ఉత్పాదన రెండు దశలలో పూర్తి చేయబడును. మొదటి దశలో డాము వద్ద ఉన్న విద్యుత్తు కేంద్రములలో రెండు యూనిట్లును, హంపి విద్యుత్తు కేంద్రములో మూడు యూనిట్లును నెలకొల్పబడును. ఒక్కొక్క యూనిట్ ఉత్పాదన శక్తి 9,000 కిలో వాట్టులు; మిగిలినవి రెండవ దశలో పూర్తి చేయబడును:

ఎడమవైపు విద్యుత్తు ఉత్పాదనలో మొదటి దశలో డామువద్ద ఉన్న విద్యుత్తు కేంద్రములలో మూడు యూనిట్లును, తక్కిన యూనిట్లు రెండవ దశలోను నెలకొల్పబడును.

కె. వి. కృ.

తులా మానములు: కొలతలు, తూనికలు కచ్చితముగ, అన్యూనాతిరిక్తముగ నిర్వహింపగల దక్షత, అట్టి అన్యూనాతిరిక్తతను సర్వ మానవ కార్యకలాపములకు అనువర్తింపజేయుట మానవ నాగరకతా పురోగమనము

* ఒక అడుగునకు 0.304 మీటరు.

నకు అత్యావశ్యకములు. ఈ మాట స్థూల దృష్టికి అత్యుక్తిగా తోచవచ్చును. సూక్ష్మ పరిశీలకులు మాత్రమే దానిని నగ్నసత్యమని గుర్తింపగలరు. వస్తువులను కచ్చితముగ కొలవగలుగుట, దూరమునుండియే జంతువులను వేటాడుటకు అనువగు సాధనములను నిర్మించుకొనుట, దూరములను ఆకళించికొని, తదనుగుణముగా ఆయుధములను ప్రయోగించుట, సరుకులను - సమాచారమును మార్పిడి చేసికొనుట మొదలగు దక్షతలవల్లనే మానవుడు మిగిలిన జంతుజాలముపై ఆధిక్యమును ఆర్జించెను.

మానవమేధ కాలక్రమమున కొలతలకు, తూనికలకు ప్రమాణములను రూపొందించి, ఉమ్మడి సాంకేతిక భాషలో వర్తకమునకు, వృత్తులకు సంబంధించిన సమాచారమును సమాజమునకు అందించెను. అప్పటినుండి మానవుడు కొలతల, తూకముల పునాదులపై వర్తకము, పరిశ్రమ, సైన్సు, టెక్నాలజీ, తదితర మానవ వ్యాపారములు కలసిన ఒక విస్తృత క్లిష్ట ఆర్థిక వ్యవస్థను వికసింపజేసెను. కొలతలకు, తూనికలకు సంబంధించిన సాంకేతిక ప్రక్రియలను మెరుగుపరచుకొనుట వల్లనే మానవుడు చంద్రమండలముపై అనుకొన్నచోట రాకెట్లను దింపగలుగుచున్నాడు [చూ రోదసీ విజ్ఞానము].

వైజ్ఞానికముగ ముందంజవేసిన దేశములు కొలమానములకు ఒక ఏకీకృత పద్ధతిని అవలంబించి, దానిని చక్కగా సంస్కరించి, ప్రజలకు వారి దైనందిన జీవితములో ఆ సంస్కరణ ఫలితములను క్రియారూపమున అందించుచున్నవి. భారత దేశమున ఇటీవలివరకు వందలాది కొలమాన పద్ధతులు వాడుకలో ఉండెడివి. ఈ పద్ధతులు రాష్ట్రము నుండి రాష్ట్రమునకు, జిల్లానుండి జిల్లాకు, మార్కెట్టు నుండి మార్కెట్టుకు, ఒకే మార్కెట్టులో సైతము సరకు నుండి సరకునకు వేరు వేరుగ ఉండెడివి. కొలమానములకు ఏకీకృత పద్ధతి లోపించుటచే భారతదేశము వైజ్ఞానిక, సాంకేతిక ప్రగతి సాధించలేక పోవుట ఆశ్చర్యకరము కాదు.

భారతదేశమున కొలమానముల విషయమున ఈ తికమక (గందరగోళము) కడచిన రెండువేల ఏండ్లలో ఏర్పడి ఉండవచ్చును. 5000 వేల ఏండ్ల క్రిందట 1,500 కి. మీ. పొడవు, అంతే వెడల్పు కల విస్తృత ప్రాంతములో వెలసిన సింధులోయ నాగరకతలో ఒకే ఒక ఏకీకృత కొలమాన పద్ధతి అనుసరింపబడుచుండెననియు, బహుశా ఆ పద్ధతిని ప్రభుత్వమే అమలుపరచెననియు సూచించు సాక్ష్యాధారములు కనిపించినవి. పురాతత్త్వ శాస్త్రీయ నిదర్శనములను బట్టి ఆ ప్రాచీన నాగరకతలో ఆ పద్ధతి రెండువేల ఏండ్లకుపైగా అమలునందుండెననియు, ఆ పద్ధతి నేటి శాస్త్రీయ ప్రమాణములను పట్టి చూచినను అత్యద్భుతమైనదనియు, అత్యంత సమర్థమైన ఒక కేంద్రీయ వ్యవస్థ ద్వారా తప్ప అట్టి నిర్దుష్ట పద్ధతిని ఆ విశాల ప్రాంతమంతట అవిచ్ఛిన్నముగ అమలు పరచుట అసాధ్యమనియు తెలియవచ్చినది. మానవ నాగరకతా చరిత్రలో తొలిసారిగ సువ్యవస్థీకృత కొలమాన పద్ధతిని ప్రవేశపెట్టుట సింధులోయ నాగరకతలోనే జరిగి ఉండవచ్చునని విశ్వసింపనగును.

సింధులోయ నాగరకత అస్తమించిన నాటినుండి చంద్రగుప్త మౌర్యుని కాలమువరకు భారతదేశమున గల కొలమానములకు సంబంధించిన పురాతత్త్వ శాస్త్రీయ సాక్ష్యాధారములు మృగ్యములనియే చెప్పవచ్చును. చంద్రగుప్తుని మంత్రులలో ముఖ్యుడు, సుప్రసిద్ధుడు అగు కౌటిల్యుడు (చాణక్యుడు) తన అర్థశాస్త్రములో తూనికలకు, కొలతలకు ఒక పద్ధతిని, దానిని అమలుపరచుటకు వలయు వ్యవస్థను నిర్దేశించెను. ఆ పద్ధతి భారతదేశము, పెక్కు ఇరుగు పొరుగు దేశములతో కూడిన మౌర్య సామ్రాజ్యమున రమారమి రెండువందల ఏండ్లపాటు వాడుకయందుండెను. మౌర్య సామ్రాజ్యము క్షీణించిన తరువాత దేశమున శక్తిమంతమైన కేంద్ర ప్రభుత్వము కరవయ్యెను. చిన్న చిన్న రాజ్యములు అనేకములు ఏర్పడెను. ఈ రాజులు ఎవరికి వారు తమ రాజ్యములలో వేరువేరు కొలమాన పద్ధతులను ప్రవేశపెట్టిరి. భూమిని కొలచుటకు గూడ తమ పేరనో, తమ కులదైవతముల పేరనో ప్రమాణపు కొలతలను — మానదండములను — కూడ ఏర్పరిచిరి. ఈ మానదండములు ప్రజలకు సులువుగా అందుబాటులో ఉండుటకు వీలుగా వాటిని రాతిగోడల మీదనో దేవాలయ స్తంభముల మీదనో చెక్కించుచుండిరి. పూర్వకాలపు రాజుల మానదండములు చెక్కింపబడి ఉన్న దేవాలయములు దక్షిణ దేశమున నేటికిని కలవు. ఉదా: ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో ప్రత్తిపాడు వద్ద దండేశ్వర స్వామి ఆలయములో 'జేన (వితస్తి)' అని పేరుగల మానదండము యొక్క నిడివి 457.2 మి. మీ. దీనిపైన ఆధారపడిన నేలకొలతల పట్టిక కూడా ప్రజల సౌకర్యమునకై సమీపముననే చెక్కబడినది.

మౌర్యసామ్రాజ్య పతనానంతరమున కొలమాన పరిస్థితులలో దాపురించిన అస్తవ్యస్తతను తరువాత వచ్చిన చాళుక్యులు, పల్లవులు, విజయనగర సామ్రాట్టులు, అక్బరు, మహారాష్ట్రులు శక్తిమంతులే అయినను చక్కదిద్దలేక పోయిరి. బ్రిటిషు పరిపాలకులు కూడ కొలమానములను యావద్దేశమున ఏకీకృత పద్ధతిని అనుసరించుటకు కావించిన అనేక ప్రయత్నములలో కృతకృత్యులు కాలేకపోయిరి;

మెట్రిక్ పద్ధతి ప్రాతిపదికగా కొలమానములను ఏకీకరించుటకు 1870 లో బ్రిటిషువారు ఒక తీవ్ర యత్నము చేసి, అవసరమగు చట్టమును కూడ ఆమోదించిరి. దూరదృష్టి కల రిచర్డ్ స్ట్రాచీ అను ఆంగ్ల ఉద్యోగి ఉత్సాహము ఫలితముగా జరిగిన ఈ కృషికి కూడ ఇంగ్లండులోని వ్యతిరేక శక్తుల మూలమున పురిటిలోనే సంధి కొట్టెను. తరువాతి ప్రయత్నములు హృదయ పూర్వకముగ జరిగినవి కావు.

స్వతంత్ర భారత ప్రభుత్వము 1955 లో దేశమున రెండువేల ఏండ్ల నుండి ఏర్పడిన ఈ తికమక పరిస్థితిని తొలిగించి, మెట్రిక్ పద్ధతి కొలమానములను ప్రవేశపెట్టినది. ఇటీవల దేశమున వర్తకము, పరిశ్రమ, సైన్సు, టెక్నాలజీ, విద్య మొదలగు సమస్త మానవ క్రియాకలాపములలోను తూనికలకు, కొలతలకు మెట్రిక్ పద్ధతి వినియోగింపబడుచున్నది. ఇతర పద్ధతులు క్రమముగా స్వస్తి చెప్పబడుచున్నవి. ఇటుల దేశమున సుస్థిరముగ నిలద్రొక్కుకొని అవలంబింపబడుచున్న మెట్రిక్ పద్ధతి కొలమానములలోని ప్రధాన యూనిట్ల వైజ్ఞానిక పూర్వచరిత్రను గూర్చి తెలిసికొందము. అది ఆసక్తిదాయకము.

మెట్రిక్ మానపద్ధతి మానవభావనా శక్తికి ఒక విజయపతాక. ఈ పద్ధతి అవతరింపకమునుపు 1795 వరకు వ్రేలు, జాన, మూర, చెయ్యి వంటి మానవ శరీరాంగములను వివిధ నిష్పత్తులలో కొలతలకు ప్రమాణములుగా గ్రహించుచుండిరి. కాని, అట్టి కొలతలకు శాస్త్రీయ ప్రతిపత్తి ఉండజాలదు. మెట్రిక్ పద్ధతి తొలిసారిగ కొలమానములు, దశాంశపద్ధతి అను రెండు క్షేత్రములను మేళవించి, కొలతకు సహేతుకమైన చక్కని పద్ధతిని ప్రసాదించినది. ఈ పద్ధతిలో భూమి యొక్క యామ్యోత్తర రేఖను నాలుగు భాగములుచేసి, అందులో ఒక భాగము (పాదము) నందలి $1/10^7$ భాగము 'పొడవు' కొలతకు ప్రమాణమగు 'మీటరు' అని గ్రహించిరి. ఈ మీటరును దశాంశపద్ధతిని సమ విభాగముచేసి డెసిమీటరు (1/10 మీటరు), సెంటీమీటరు (1/100 మీటరు), మిల్లి మీటరు (1/1000 మీటరు) ఏర్పరచిరి. మీటరును మరల దాశమిక క్రమమున గుణించి డెకా మీటరు (10 మీ.) హెక్టా మీటరు (100 మీ.), కిలో మీటరు (1000 మీ.) అను పెద్ద కొలతలను నెలకొల్పిరి. మీటరు కొలతను ఆశ్రయించి ద్రవ్యరాశి తూకమునకు గ్రాము అను మాన యూనిట్ ఏర్పరచిరి. ఒక ఘనసెంటిమీటరు జలము యొక్క భారము (4° C వద్ద) 'గ్రాము' అని తీసికొనిరి. ఒక కిలో గ్రాము నీరు ఆవరించు ఆయతనమునకు (అనగా 1000 ఘనసెంటి మీటరులకు) ఒక 'లీటరు' అని పేరిడిరి.

పూర్వము పొడవు, ద్రవ్యరాశి, కాలము అను మూడిటిని కొలచుటకు సెంటిమీటరు, గ్రాము, సెకను అను మూడు ప్రధాన మౌలిక యూనిట్లను గ్రహించిరి. ఈ పద్ధతికి 'సి. జి. ఎస్. పద్ధతి' అని పేరు (ఇచట సి = సెంటిమీటరు, జి = గ్రాము, ఎస్ = సెకను). విజ్ఞానము పురోగమించిన కొలది కొలమానములకు పై మూడు యూనిట్లు చాలవని గ్రహింపబడినది. అందువలన అంతర్జాతీయ ప్రయోజనములకు తూనికలను, కొలతలను నిర్వచించుటకు జరుపబడిన యొక సమావేశమున మౌలిక మాన యూనిట్లు 3 నుండి 6 వరకు పెంచబడినవి (1960). అవి: 1. మీటరు (పొడవు); 2. కిలోగ్రాము (ద్రవ్యరాశి); 3. సెకను (కాలము); 4. ఆంపియర్ (విద్యుత్తు ప్రవాహ తీవ్రత); 5. కెల్విన్‌డిగ్రీ (శక్తి శాస్త్ర తాపక్రమము), 6. క్యాండెలా (దీప్తి తీక్ష్ణత). ఈ ఆరింటితో కూడిన మాన పద్ధతికి 'అంతర్జాతీయ యూనిట్ పద్ధతి' అని పేరు. దీనికి SI అను అంతర్జాతీయ సంకేతము కూడ ఇవ్వబడినది. అంతర్జాతీయ మెట్రిక్ పద్ధతిలో చేరిన ఈ ఆరు యూనిట్ల ప్రస్తుత అంతర్జాతీయ స్థితిని గూర్చి సంగ్రహముగ తెలిసికొందము.

మీటరు : మీటరు ఎటుల నిర్వచింపబడినదో ఇపుడే పైన తెలిపితిమి. అయితే, భూమి యామ్యోత్తర రేఖను కొలుచుటలో ప్రాయోగిక ప్రమాదము కలదు. ఇంతేకాక, శాస్త్ర ప్రయోజనములకు పై దానికన్న ఎక్కువ కచ్చితము, నిర్దుష్టము అగు నిర్వచనము అవసరమయ్యెను. కాబట్టి, 1889 లో మీటరు యొక్క అంతర్జాతీయ నమూనా అని వ్యవహరింపడు ప్లాటినమ్—ఇరిడియమ్ ధాతుమిశ్రపు కడ్డీపై కల రెండు సమానాంతర రేఖల అక్షముల నడిమి దూరము (0°C వద్ద) మీటరు అని నిర్వచింపబడెను. అయితే, ఈ నిర్వచనము కూడ ప్రామాణికమైనదని రుజువగుటతో 1960 లో మీటరు మరల ఇటుల నిర్వచింపబడినది. 'మీటరు అనగా 86 పరమాణుభారము కల క్రిప్టాన్ మూలద్రవ్యపు వర్ణమాలలో $2p_{10}$, $5d_5$ స్థాయిల మధ్య గోచరించు నారింజ ఎరుపురంగు యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యమునకు 16,50 763.73 రెట్లు ఉండు పొడవు. 198 పరమాణు భారము కల మర్క్యురీ వర్ణమాలలోను, 114 పరమాణు భారము కల కాడ్మియమ్ వర్ణమాలలోను దృశ్యభాగమున గోచరించు పెక్కు గౌణరేఖలను అనుసరించియును మీటరునకు ప్రమాణములు నిర్ణయించిరి. ఈ నూతన ప్రమాణము యొక్క అన్యూనాతిరిక్తతలో 86 క్రిప్టాన్ వర్ణమాలను బట్టి 10^8 భాగములలో రెండు భాగములకు లోపునను, 198 మర్క్యురీ వర్ణమాలను బట్టి 10^8 భాగములలో 5 భాగములలోపునను, 114 కాడ్మియమ్ వర్ణ

మాలను బట్టి 10^8 భాగములలో 7 భాగముల లోపునను వ్యత్యాసము ఉండవచ్చును. ఈ వ్యత్యాసములను తగ్గించుటకు, కనీసము దశకోటి తమాంశము ($1/10^8$) వ్యత్యాసమును సాధించుటకు పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి.

కిలోగ్రాము : ద్రవ్యరాశికి ప్రమాణ యూనిట్ కిలోగ్రాము. దానికి అంతర్జాతీయ ప్రాతిపదిక అని చెప్పబడు ప్లాటినమ్—ఇరిడియమ్ సిలిండరు యొక్క భారమే ఒక కిలోగ్రాము. మెరుగు పెట్టి ఉంచబడు ఈ సిలిండరు యొక్క వ్యాసము దాని ఎత్తుకు అనగా 39 మి. మీ. లకు సమానము. దాని ఆకృతి ఆయతన నిష్పతికి అల్పతమ ఉపరితలమును చూపు గోళీయ ఆకృతికి చాల ఆసన్నముగ ఉండును. కాలము కడచిన కొలది సున్నితములైన త్రాసుల ఉపయోగము ద్వారా ద్రవ్యరాశిని ఎక్కువ కచ్చితముగా తూకము వేయ వీలుపడుచున్నది. ప్రస్తుతము దశకోటి తమాంశమును మించని-అనగా కిలోగ్రామునకు 0.01 మిల్లి గ్రామునకుపై బడని-ప్రమాదము (ఎర్రర్) తో తూచు త్రాసులు కలవు. ఇంతకన్న ఎక్కువ అన్యూనాతిరిక్తతతో తూచగల త్రాసులు నిర్మింపబడుచున్నవి.

కాలము : కాలమునకు ప్రమాణ యూనిట్ సెకను. సెకను అనగా మధ్యమాన సౌరదినమును 86,400 చే భాగింపగా వచ్చిన భిన్నాంకము అను నిర్వచనము చాల కాలము క్రిందటనే విజ్ఞానులచే ఆమోదింపబడినది. భూమి తన చుట్టు తాను స్థిరకోణీయ వేగముతో పరిభ్రమించుచున్నదని, ఈ పరిభ్రమణ గతిని మార్చగల శక్తి ఏమియు లేదనియు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు కొన్నాళ్లు విశ్వసించిరి. నూరేండ్లలో మధ్యమాన సౌరదనమునందు సంభవించు మార్పు సెకనులో దశలక్షతమాంశము (1/1000000) మాత్రమే ఉండునని కూడ వారు నిర్ణయించిరి. అయితే, 50 సంవత్సరముల కూలంకష పరిశోధనల ఫలితముగా భూ పరిభ్రమణ గతి తగ్గుచున్నదనియు, ఉత్కేంద్రముగా మారుచున్నదనియు తెలియవచ్చినది. అందువలన సెకనును నిర్వచించుటకు మధ్యమాన 'సౌరదినము'నకు బదులు 'సంవత్సరము'ను తీసికొనిరి. భూమి సూర్యుని చుట్టు ఒకసారి పూర్తిగా తిరుగుటకు పట్టుకాలము ఒక సంవత్సరము. వాతావరణ, భూభౌతిక సంఘటనలు దినము యొక్క నిడివిపై వలె సాయన సంవత్సరము (ట్రాపికల్ ఇయర్) యొక్క నిడివిపై ఎట్టి ప్రభావమును చూపలేవు. అందువలన ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు సెకనుకు అంతర్జాతీయముగా ఆమోదింపబడిన క్రింది నూతన నిర్వచనమును ప్రతిపాదించిరి. 'పంచాంగ కాలము (ఎఫిమెరిస్ టైము) ప్రకారము 1900, జనవరి 0-12 గంటలతో అంతమగు సాయన సంవత్సరమును 3 15,56,925.9747 సంఖ్యచే భాగింపగా వచ్చిన భిన్నాంకమునకు 'ఒక సెకను సమానము.' రెండు వసంత విషువుల మధ్య గల కాలవ్యవధియే సాయన సంవత్సరము. పంచాంగ కాలము ఖగోళ యాంత్రిక శాస్త్రమున లెక్కలు కట్టుటకు వినియోగింపబడును. పాత నిర్వచనము ప్రకారము సెకనులో అన్యూనాతిరిక్తత ఒక కోటి (10^7) లో 1 అంశమునకు తక్కువగా ఉండగా, నూతన నిర్వచనము ప్రకారము అది శతకోటి (10^9) లో 3 అంశములకు మించి ఉండదని అంచనా.

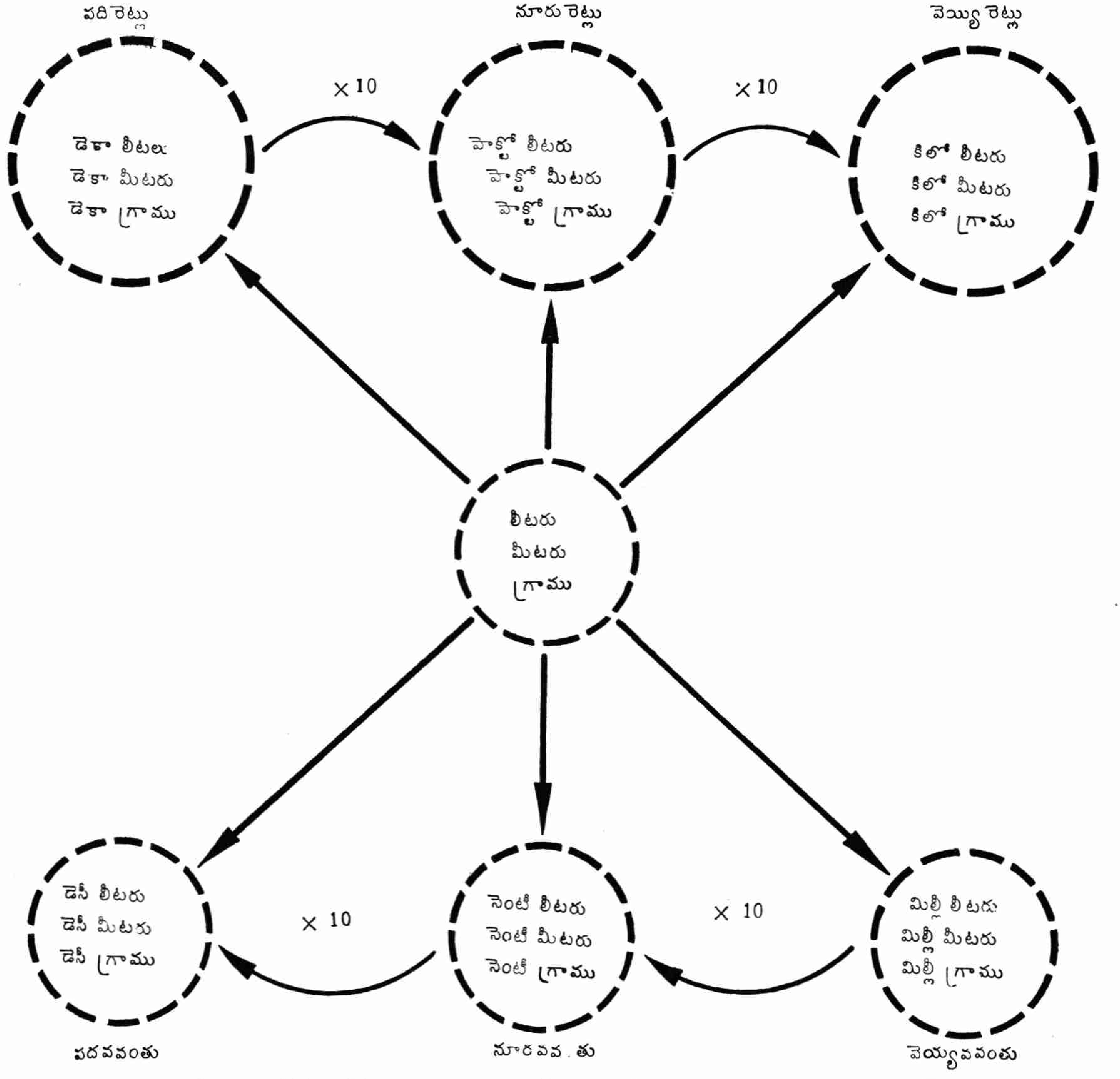
సెకను నిర్వచనమునకు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు ఇంకను మెరుగులు దిద్దుచున్నారు. పరమాణు, అణు పౌనః పున్య ప్రమాణములు (వీటికే పరమాణు గడియారములు అని పేరు) ఆవిష్కరింప బడుటతో సెకనును భౌతికముగా సాధింపగల యూనిట్‌గా నిర్వచింపగల అవకాశము సన్నిహితమైనది. ఇందుకు సీజియమ్ 133 యొక్క పౌనఃపున్యము పరిశీలింపబడుచున్నది. ఇచట బాహ్యక్షేత్రముల వలన సంక్షోభవము చెందని సీజియమ్ 133 యొక్క $2S_{\frac{1}{2}}$ మౌలిక దశకు సంబంధించిన $F=4$, $M=O$; మరియు $F=3$. $M=O$ అను అతి సూక్ష్మ అవస్థల మధ్య సంభవించు క్రాంతి ప్రమాణముగా వినియోగింపబడును. ఈ క్రాంతి పౌనః పున్యము విలువ 9 192 631 770 హెర్ట్జ్‌లు అని నిశ్చయింపబడినది. ఇదియే సెకను కాగలదు.

సీజియమ్ 133 ఒకే సమస్థానీయము కల మూలద్రవ్యము. 133 న్యూక్లియాన్‌లతో కూడిన దాని కేంద్రకము 55 ఎలక్ట్రాన్‌లచే పరివేష్టితమై ఉండును. వీటిలో 54 సంవృతకోశములలో ఉండును. 55 వది యోజనీయతా ఎలక్ట్రాన్. ఇది సోడియమ్, పొటాసియమ్ వంటి క్షార ధాతువుల యోజనీయతా ఎలక్ట్రాన్‌ల వలెనే ప్రవర్తించును. పరిశీలింపబడిన అన్ని సమస్థానీయములలోను ఇది గరిష్ఠ విశ్వసనీయ ఫలితములను ఇచ్చినది. ఈ సీజియమ్ ప్రమాణము 10^{11} లో 1 అంశమునకు లేదా 10^{12} లో 1 అంశమునకు మించని అన్యూనాతిరిక్తత ఈయవచ్చునని భావింపబడుచున్నది.

ఆంపియర్ : ప్రస్తుతము అంతర్జాతీయముగా ఆమోదితమైన నిర్వచనము ప్రకారము అంతులేని పొడవు, ఉపేక్షింపదగిన వలయాకార అడ్డుకోతయు కలిగి, నిర్వాత ప్రదేశమున ఒక మీటరు దూరమున ఉంచబడిన రెండు సమానాంతర ఋజు విద్యుద్వాహకములలో ప్రసరించుచు, ఆ వాహకముల మధ్య మీటరు పొడవునకు 2×10^7 న్యూటనుల బలమును ఎల్లప్పుడు ఒకే రీతిని ఉత్పాదించు విద్యుత్ప్రవాహము 'ఆంపియర్' అనబడును. అయితే, ఆంపియర్‌ను ప్రత్యక్షముగా సాధించుట, దాని నిరపేక్ష మూల్యమును కట్టుట కష్టసాధ్యము. అందువలన విద్యుత్తు ప్రమాణ పరికరములను విభాగించి, గురుతులు వేయుటకు ఓమ్ (విద్యున్నిరోధమునకు యూనిట్), వోల్టు (వెస్టన్ ఘట సహాయముతో) అను రెండిటి తారతమ్యమును నిరూపించుటయే తరుచుగా అనుసరింపబడును. ఇటుల తైపారు వేయుట

వలన లభించు అన్యూనాతిరిక్తత దశ లక్షల వంతులలో ఒకటి రెండు వంతులు మాత్రమే తక్కువగ ఉండును.

తాపక్రమము: ఇటీవల శక్తి శాస్త్రమానము ప్రాతిపదికగా సరిక్రొత్తగా నిర్వచింపబడినది. ఇందుకు కెల్విన్ డిగ్రీ (K°) ప్రాథమిక యూనిట్‌గ తీసికొనబడి నీటి సందిగ్ధ బిందువు (త్రిగుణాంకము)* యొక్క తాపక్రమము విలువ 273.16°K అని నిర్ణయింపబడినది. ఇది హిమాంకమునకు 0.0100°K ఎగువన ఉండును. ఈ మానమునందు కూడ సెంటిగ్రేడ్ మానములోవలెనే నీటి క్వథనాంకము దాని హిమాంకమునకు సరిగా నూరు డిగ్రీలు ఎగువన ఉండును. అయితే, శక్తిశాస్త్రమును అనుసరించిన ఈ తాపక్రమ గణనములో ఆవశ్యకమగునంత అధికముగా అన్యూనాతిరిక్తత లభింపదు. అంతర్జాతీయ ప్రాయోగిక తాపక్రమ మానము అనబడు రెండవ మానము కూడ నిర్వచింపబడినది. ఈ ప్రాయోగిక మానము నిర్ణీత పరిస్థితులలో హిమాంకము, క్వథనాంకము వంటి స్థిరాంకముల ద్వారా నిర్వచింపబడినది. అంతర్జాతీయ ప్రాయోగిక తాపక్రమ మానము చాల ఉపయుక్తమైనది; వలన, సాధారణ తాపక్రమముల పరిధిలో దానివలన 10 వేల వంతులలో ఒక



దైర్ఘ్యమునకు మెట్రిక్ యూనిట్ - మీటర్, ద్రవ్యరాశికి మెట్రిక్ యూనిట్ - గ్రాము, ఆయతమునకు మెట్రిక్ యూనిట్ - లీటరు

*ఒక ద్రవ్యము ఏ తాపక్రమమువద్ద ఘన, ద్రవ, వాయు దశలలోను సమతాస్థితిలో ఉండునో ఆ తాపక్రమమునకు దాని సందిగ్ధ బిందువు లేదా త్రిగుణాంకము (ట్రిపుల్ పాయింట్) అని పేరు.

వంతును గుర్తింపవచ్చును. అది శక్తి శాస్త్ర తాపక్రమ మానమునకు చాల ఆసన్నముగ ఉండును; రెండిటి మధ్య నుండు తేడాలు అనేక ప్రయోగములలో పట్టించుకొనక్కరలేనివి. హిమాంకమును 273.15°K అని తీసికొని కెల్విన్ డిగ్రీ (°K) లలోను, హిమాంకమును 0°C అని తీసికొని సెల్సియస్ డిగ్రీ (°C) లలోను పై రెండు మానములను వ్యక్తపరుప వచ్చును. తాపక్రమ విలువలను ఒక మానము నుండి మరియొక మానమునకు మార్చుటకు ఆ విలువలకు ± 273.15 అను స్థిరాంకమును చేర్చవలెను.

కాండిలా :ఒక సంపూర్ణ వికిరణ వస్తువు (కృష్ణవస్తువు) ఒక చదరపు సెంటిమీటరు తలము నుండి ప్లాటినమ్ ధాతువు యొక్క ఘనీభవన తాపక్రమము వద్ద సాధారణముగా ప్రసరించు దీప్తి తీక్ష్ణతలో 60 వ వంతు ఒక క్యాండెలా అను నిర్వచనము నేడు అంతర్జాతీయముగా ఆమోదింపబడినది. ఈ నిర్వచనమున సెంటిమీటరు యూనిట్ను వాడుట గమనింపదగినది. S.I యూనిట్లు అమలులోనికి వచ్చుటవలన ఈ నిర్వచనమును మార్చవలసి ఉండును. అందుచేత S.I యూనిట్ మీటరును ఉపయోగించి ఇది త్వరలోనే పునర్నిర్వచింప బడవచ్చును. పరిశోధనాగారములకు, పరిశ్రమలకు, గృహములకు అవసరపడు దీప్తి పరిస్థితులను నిర్ణయించుటలో క్యాండెలా ఒక ప్రధాన యూనిట్గ ఉపయోగపడును.

మెట్రిక్ పద్ధతికి చెందిన ఆరు మౌలిక యూనిట్ల నిర్వచనములకు సంబంధించిన పై చర్చను బట్టి విజ్ఞానము పురోగమించిన కొలది కొల, తులామానముల అన్యూనాతిరిక్తతను మెరుగు పరచుటకు నిర్విరామకృషి జరుగుచున్నదని విశదము కాగలదు.

భారతదేశమున 'మీటరు', 'కిలోగ్రాము' వంటి కొలమానముల ఆదిస్వరూపము (ప్రోటోటైపు)లను సంరక్షించి భద్రపరచు బాధ్యత జాతీయ భౌతిక శాస్త్ర పరిశోధన కేంద్రము (నేషనల్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీ) నందు వ్యస్తమైనది. అంతర్జాతీయ పద్ధతి (సిస్టమ్ ఇంటర్నేషనల్ ఎస్. ఐ.)కి సంబంధించిన ప్రామాణిక సెకను, ఆంపియర్, డిగ్రీ సెల్సియస్ (సెంటీగ్రేడ్), క్యాండెలా వంటి మరొక నాలుగు ప్రాతిపదిక మానముల స్వరూపములను కూడ ఈ సంస్థయే సంరక్షించుచుండును.

కొల, తులామానముల విషయమున దేశమునందలి రాష్ట్ర అవసరములకు మేర ఈ సంస్థ ఎప్పటికప్పుడు సలహా ఇచ్చుచుండును. బొంబాయిలోని భారత ప్రభుత్వ టంకశాల ప్రమాణ కొలతల నమూనాలను తయారుచేసి రాష్ట్రములకు అందించుచుండును.

పైన చెప్పిన ఆరు యూనిట్లు యావత్ప్రపంచమున మౌలిక యూనిట్లుగ చెలామణి అగుచున్నవి. కొలమానముల అంతర్జాతీయ సమితి సమావేశము పెక్కు అనుబంధపు యూనిట్లను, వ్యుత్పన్న యూనిట్లను కూడ నిర్ణయించినది. మౌలిక, గౌణ, అనుబంధ, వ్యుత్పన్న యూనిట్లు వాటి వాటి సంకేతములతో సహా పాఠకుల సౌకర్యార్థము పట్టిక రూపమున పొందుపరుపబడినవి.

మౌలిక (ప్రాథమిక) యూనిట్లు

పొడవు...మీటరు	మీ...m
ద్రవ్యరాశి...కిలోగ్రాము	కి. గ్రా...Kg
కాలము...సెకను	సె...S
విద్యుత్ ప్రవాహ తీవ్రత...ఆంపియర్	A
శక్తిశాస్త్రతాపక్రమము...డిగ్రీ కెల్విన్	ok
దీప్తి తీక్షణత...క్యాండెలా	cd

గుణిజములు, ఉపగుణిజములు :

10^1 = డెకా = da	10^{-1} = డెసీ = d
10^2 = హెక్టో = h	10^{-2} = సెంటి = c
10^3 = కిలో = k	10^{-3} = మిల్లీ = m
10^6 = మెగా = m	10^{-6} = మైక్రో = μ
10^9 = గిగా = g	10^{-9} = నానో = n
10^{12} = టెరా = T	10^{-12} = పికో = p
	10^{-15} = ఫెమ్టో = f
	10^{-18} = అట్టో = a

అనుబంధక యూనిట్లు :

సమతల కోణము...రేడియన్	rad
ఘనతల కోణము...స్టెరేడియన్	sr

వ్యుత్పన్న యూనిట్లు :

వైశాల్యము...చదరపు మీటరు...చ. మీ.		m^2
ఆయతనము...ఘనమీటరు...ఘ. మీ.		m^3
ఆవృత్తి, పౌనః పున్యము...హెర్ట్జ్		Hz
సాంద్రత (ద్రవ్యరాశి సాంద్రత) కిలోగ్రాము/ఘనమీటర్కు		కి. గ్రా/ఘ. మీ Kg/m^3
వేగము...సెకనుకు మీటరు		మీ/సె...m/s
కోణీయవేగము...సెకనుకు రేడియన్లు	rad/s	
త్వరణము . సెకను వర్గమునకు వేగము		వేగము/సెకను^{2} m/s^2
కోణీయ త్వరణము...సెకను వర్గమునకు కోణీయ వేగము		rad/s^2
బలము...న్యూటన్		N. kg. m/s^2
ప్రేషము...చ. మీ.కు న్యూటన్		N/m^2
పని, శక్తి, ఉష్ణము (ఉష్ణరాశి)...జౌల్	J.	N. m
విద్యుచ్ఛక్తి...వాట్	W	J/s
విద్యుదావేశము కూలూంబ్	C.	A.s

విద్యుచ్ఛక్తి, శక్మ వ్యత్యాసము, విద్యుచ్చాలక బలము } వోల్టు	V W/A
విద్యుత్ క్షేత్రబలము...మీటరుకు వోల్టు	V/m
నిరోధము (ఋజువిద్యుత్ప్రవాహమునకు)...ఓమ్ Ω	V/A
కెపాసిటెన్స్...ఫారడ్	F A. s/v
అయస్కాంత ఫ్లక్స్...వెబర్	Wb V. s
ఇండక్టెన్స్...హెన్రీ	H V.s/A
అయస్కాంత ఫ్లక్స్ సాంద్రత (అయస్కాంత అను గమనము) } టెస్లా	T Wb/m^2
అయస్కాంత క్షేత్రబలము...మీటరుకు ఆంపియర్	A/m
అయస్కాంత చాలక బలము...ఆంపియరు	A
లూమినస్ (దీప్తి) ఫ్లక్స్...లూమెన్	lm cd.sr
లూమినస్...చ. మీ.కు క్యాండెలా	cd/m^2
దీ లక్స్	lx lm/m^2

మాణేకార్.

తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములు : భారత దేశము వంటి వ్యవసాయ ప్రధానమగు దేశములో జలాధారము లను ముఖ్యముగా వ్యవసాయావసరములకే ఉపయోగించు కొనవలసి ఉన్నది. ఆ జలాధారముల నుండి జలవిద్యుత్తు కూడ ఉత్పన్నమగుచున్నదనిన అది అవాంతర ఫలితము మాత్రమే! అందుకే ఈ దేశములో జలవిద్యుత్తును ఉపో త్పన్నము (బైప్రాడెక్ట్)అని అందురు. వేసవి నెలలలో జల విద్యుత్తు ఉత్పాదన చాల తగ్గిపోవును. మామూలుగా ఇతర మాసములలో ఉత్పత్తి అగు జలవిద్యుత్తులో20%మాత్రమే వేసవిలో ఉత్పాదితమగును[చూ. జలవిద్యుచ్ఛక్తి-పు 350.]. కాని,విద్యుత్తు వినియోగ దారులలో ఎవరును తమ అవసర ములను ఈ ఉత్పత్తిలోటునకు అనుగుణముగా తగ్గించుకొను టకు ఇచ్చగింపరు గనుక, ఆ లోటును భర్తీచేయుటకు విద్యు త్తును ఉత్పాదించు మరొక ప్రక్రియను ఆశ్రయించుట ఈ దేశములో అవసరమగు చున్నది. ఆ మరొక ప్రక్రి యను అనుసరించి ఉత్పాదింపబడినదే'తెర్మల్ విద్యుచ్ఛక్తి'. ఇది ఉష్ణతను ఆధారముగా గొని ఉత్పత్తి చేయు విద్యుచ్ఛక్తి.

అనుకూల స్థలము : తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్ర నిర్మాణ మునకు అనుకూలమగు స్థలము సివిల్ ఇంజనీరింగు సలహా దారుల సాయముతో నిర్ధారణ చేయబడును. అనేక స్థల ములను ప్రత్యక్షముగ పరీక్షించి చూచి అన్నిటిలోను ఎక్కువ సౌకర్యములు గల స్థలమును తుదకు నిర్ణయింతురు. ఇంధనము అందుబాటులో ఉండుట, ఆ ఇంధనపు నాణ్యము, ఖరీదు, విద్యుత్తు కేంద్రమునకు దానిని చేరవేయుటకు గల రహదారీ సౌకర్యములు మున్నగు అంశములను అతి సూక్ష్మముగ పరిశీలించి, తాము చూచిన స్థలములు అన్నిటి లోను మిక్కిలి అనుకూలమైన స్థలమును ఎన్నుకొందురు.

రెండు దశలలో-అనగా విద్యుత్తు కేంద్ర నిర్మాణ దశలోను, విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదన దశలోను కూడ ఆ స్థలమునకు రహదారీ సౌకర్యము ఉండుట చాల అవస రము. నిర్మాణ దశలో రోడ్డు సౌకర్యము అత్యావసరము. రైలు మార్గమునకో, ఓడ రేవునకో చేరువగ ఉండినచో మరింత మంచిది. ఆధునిక తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములో మిక్కిలి పెద్దభాగమైన స్థిరకము(స్టేటార్)ను నిర్మాణస్థలము నకు చేరవేయుటకు గట్టి మెయిన్ రోడ్డు ఆ స్థలమునకు సమీప మున ఉండవలెను. అట్లే 500 మెగావాట్ల సెట్లవంటి జన రేటర్ ట్రాన్స్‌ఫార్మరులు కూడ తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్ర నిర్మాణమున వాడుక చేయు సామగ్రిలో చాల బరువైన భాగములు. వాటిని ఆ స్థలమునకు చేరవేయుటకు తగిన రహదారులు అవసరము.

స్థలములో మిట్ట పల్లములు ఎక్కువగ ఉన్నచో సివిల్ ఇంజనీరింగు ఖర్చులు ఎక్కువగును. స్థలము వరదలకు, వెల్లువలకు గురి అగునంత పల్లముగ ఉన్నచో దానిని మెరకచేయుటయో లేదా చుట్టును రక్షణగా ఒకకట్ట నిర్మిం చుటయో ఆవశ్యకము అగును. నేల స్వభావము కూడ అనుకూలముగ ఉండవలెను. చాల పైననే నీరుపడు నేల అయినచో పునాదులు నిర్మించునపుడు ఆ నీటిని తోడివేయు టకు చాల ఖర్చగును.

ఆ యా ప్రాంతములలో ముందు ముందు రాదగు విద్యు చ్ఛక్తి గిరాకీ ఎక్కువగ ఉండు అవకాశము, అన్యస్థల సాపేక్షముగ తక్కువ ధరకు ఇంధనము లభించుట, దానిని తక్కువ ఖర్చులో ఆ స్థలము వద్దకు చేరవేయుటకు వీలుండుట ఈ లక్షణములు గలస్థలము తెర్మల్ విదుత్తుకేంద్ర నిర్మాణ మునకు అత్యుత్తమైన స్థలమని చెప్పవచ్చును.

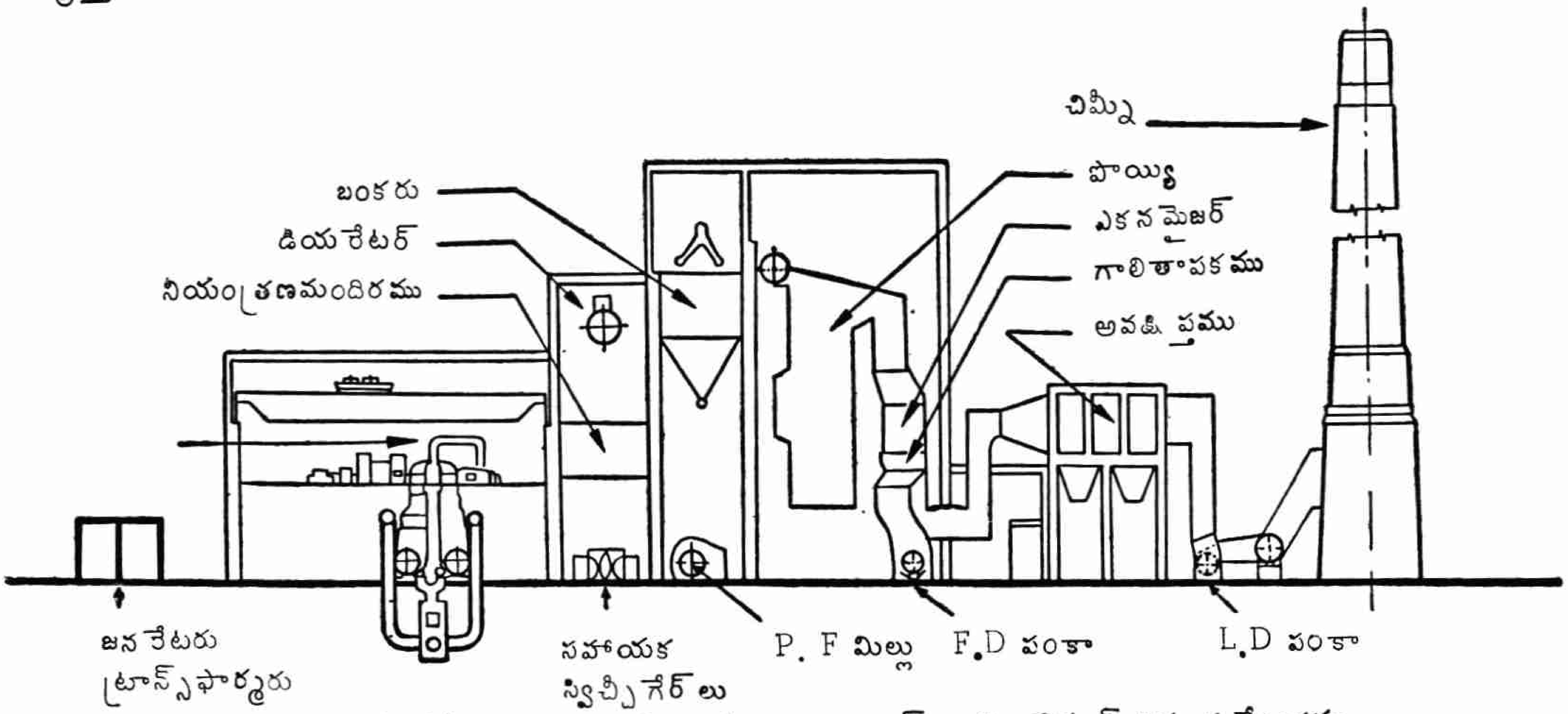
ఇంధనము : నేలబొగ్గు, నూనె, గాస్ అను మూడు ఇంధనముల నుండి భారతదేశములో ప్రధానముగ తెర్మల్ విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదింపబడుచున్నది. బొగ్గు భారతదేశ ములో పుష్కలముగ లభించును కనుక, ప్రస్తుతము అన్ని తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములలోను నేలబొగ్గునే ఇంధన ముగా వాడుచున్నారు. సాధారణముగ నుసి ఎక్కువగ మిగులు నాసిరకపు నేలబొగ్గును ఈ విద్యుత్తు కేంద్రములలో వాడుచున్నారు. మేలిరకపు నేలబొగ్గును బట్టల మిల్లులకు, ఉక్కు, ఎరువుల ఫ్యాక్టరీలకు సరఫరా చేయుచున్నారు.

నూనె భారతదేశములో ఎక్కువ పరిమాణములో లభ్యముకాకుండుటచే ఇంధనముగా దాని వాడుక పరిమిత మైనది. అయినను ఎక్కడికిపడితే అక్కడికి కొనిపోవీలయిన ప్యాకేజ్ సెట్లలో మాత్రము నూనెనే ఇంధనముగా వాడుట కద్దు.

రహదారులు: సాధారణముగ ఇంధనమును రైలుమార్గమునన్, నౌకా మార్గమునన్ విద్యుత్తు కేంద్రము వద్దకు చేర వేయుదురు. ఈ పనికి రైలుమార్గమే భారతదేశములో విరివిగ వాడబడుచున్నది. నేలబొగ్గు రవాణాలో రైల్వే సౌకర్యములను వీలయినంత ఎక్కువగా ఈ విద్యుచ్ఛక్తి పరిశ్రమ వినియోగించుకొనుచు, తన విద్యుదుత్పాదన ఖర్చులను సాధ్యమైనంత వరకు తగ్గించుకొనుచున్నది. పెద్ద పెద్ద వాగన్‌లతో కూడిన ఒక గూడ్సుబండి అంతయు పూర్తిగ నేలబొగ్గు గనులనుండి నేరుగా విద్యుత్కేంద్రము వద్దకే నేలబొగ్గును చేరవేయును. దీనివలన దారిలో ఆ నేలబొగ్గును గూర్చి జాగ్రత్త తీసికొనవలసిన ఆవశ్యకము లేకుండపోవును.

నీటి వసతి: తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్ర నిర్మాణమునకు ఉచితమగు స్థలమును నిర్ణయించుటలో ముఖ్యముగ ఆలోచింపవలసిన అంశము మరొకటి కలదు. వేడెక్కిన యంత్ర భాగములను ఎప్పటి కప్పుడు చల్లార్చుచుండుటకు నిరంతరా వృత్తిలో పారుచుండు జలము అవసరము. అందుచేత కుంట ఉండవలెను. నీరు పరిమిత పరిమాణములో మాత్రమే అందుబాటులో ఉన్న సందర్భమున వేడెక్కిన నీటిని ఎప్పటి కప్పుడు చల్లార్చుచు తిరిగి ఆ నీటినే మరల ప్రవహింప జేయుటకు వీలుగా 'చలువమందిరములు' నిర్మించుకొనవలసి ఉండును. ఆధునికమగు 100 మెగావాట్ల విద్యుత్తు కేంద్రమునకు ప్రతిదినము 45,00,000 లీటర్ల క్రొత్తనీరు కూడ అవసరమగును. అందుచేత తగినంతగా నీటిసదుపాయముగల ప్రాంతముననే తెర్మల్ విద్యుత్కేంద్రమునిర్మించుటమంచిది.

ప్రధానమైన పవర్ హౌస్: విద్యుత్తు కేంద్రములోని ప్రధాన భవనములో టర్బయిను చక్రముల అర, ఇంధనపు అర, నిర్వాయు కరణపు అర, చూర్ణీకరణపు అర, కాగు అర చిత్రము 1-లో చూపిన ప్రకారము అవక్షేపకములు, పొగ గొట్టములు ఉండును. ఇటువంటి యూనిట్లు అనేకము ఉండు పెద్ద కేంద్రమును నిర్మించుటకు పథకము తయారు చేయవలసి వచ్చినపుడు ఒక రకపు అరలన్నియు ఒకే చోట ఉండునట్లు భవన నిర్మాణ ప్రణాళిక రూపొందించుట తప్పనిసరి అగును.



చిత్రము - 1: 60 మెగావాట్ల యంత్రములు, బాయిలర్లు గల తెర్మల్ విద్యుత్తుకేంద్రము

తగినంత పరిమాణములో జలము అందుబాటులో ఉండు స్థలమునే ఎంచుకొనవలసి ఉన్నది. 200 మెగావాట్ల సెట్లు అయిదు నెలకొల్పబడిన విద్యుత్తు కేంద్రములో శీతలీకరణమునకు గంటకు 12,30,00,000 లీటర్ల నీరు కావలెను. అనగా సాధారణ విద్యుత్తు అవసరముల (బేస్ లోడ్) లో కేంద్రము విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పాదించుచున్నప్పుడు దినమునకు 2,95,00,00,000 లీటర్ల నీరు సాంద్రీకారకముల మీదుగా ప్రవహించుచుండవలెనన్న మాట. అందుచేత— తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్ర నిర్మాణమునకు ఎంచుకొనిన స్థలమునకు సమీపముగ దినమునకు అంతనీటిని సరఫరా చేయగల నీటివనరు, వేడెక్కిన ఆ నీటిని పారించుటకు వీలయిన పెద్ద

టర్బయిన్ చక్రములతోటి ఉత్పాదకములను అన్నిటిని (టర్బొజనరేటర్) నిలువుగా అమర్చవలెనా, అడ్డముగా అమర్చవలెనా అను అంశమును నిర్ణయించుకొనిన పిమ్మటనే టర్బయిను చక్రములను ఉంచు నిర్మాణపు మొత్తపు పరిమాణములను నిర్ధారణ చేయుట సాధ్యమగును. ఆ ఉత్పాదకములను అడ్డముగా అమర్చుటకు నిర్ణయించినచో టర్బయిను చక్రములు, నిర్మాణపు వెడల్పు ఆ ఉత్పాదకముల శ్రేణి నిడివిని బట్టి, ఆవర్తకము (రోటార్) తిరుగుటకు అవసరమైన అదనపు స్థలములను బట్టి నిర్ణీతమగును.

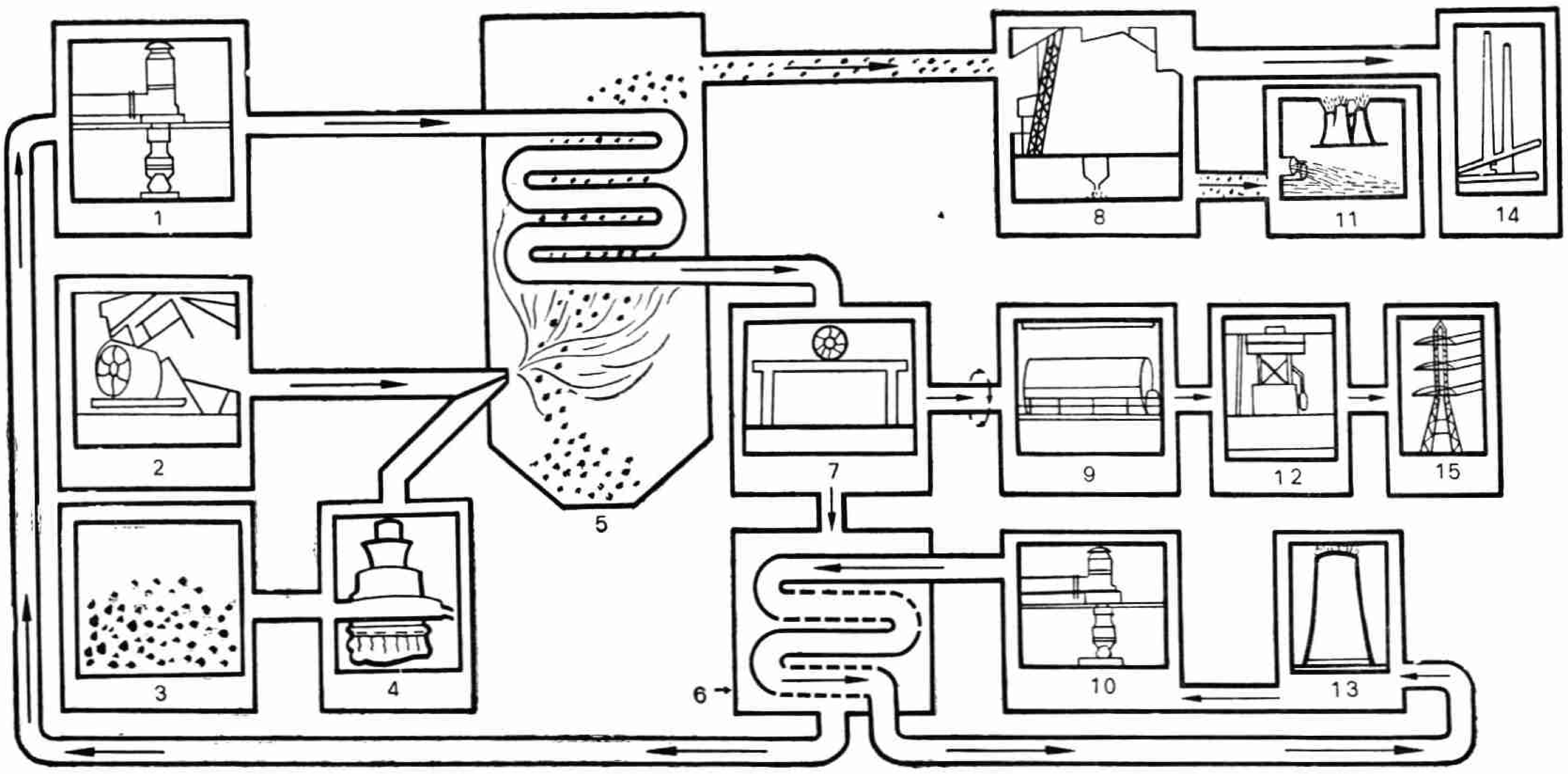
బాయిలర్ అర: అంతస్సంబంధములు అత్యుత్తమముగ ఉండునట్లు బాయిలర్ అరను నిర్మించు ప్రణాళికలు వేర్వేరు

విద్యుత్తు కేంద్రములకు వేర్వేరు విధముగ ఉండును. కంపనమును పరిహరించుటకు పునాది మట్టము వద్ద బలవంతముగ గాలిని ఆకర్షించు ఫాన్‌లు నెలకొల్పు పద్ధతి వైపునకే సాధ్యమైనంతవరకు ఎక్కువ మొగ్గు చూపుదురు. కాగు అర పునాదియు, టర్బయిను చక్రముల అర పునాదియు ఒకే మట్టములో ఉండునట్లు చూచుదురు. అట్లే ఇంధనపు అర పునాదియు, నియంత్రణ అర పునాదియు ఒకే మట్టములో ఉండునట్లు చేయుదురు.

ఇంధనపు అర: తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములలో చాలవాటిలో 24 గంటల పాటు లేదా ఇంకను ఎక్కువ కాలము నిరంతరాయముగ గరిష్ఠ ప్రమాణములో కేంద్రమునకు ఆవిరి సమకూర్చగల శక్తిమంతమైన ఇంధనపు అరలు ఉండును.

విద్యుదుత్పాదన ప్రక్రియను సూక్ష్మములో వివరింపవలెనన్న మొత్తము యంత్ర నిర్మాణము నంతటిని ఈ క్రింది నాలుగు ప్రధాన ఆవృత్తులుగా విభజించుట మంచిది. 1. ఇంధనము - బూడిద ఆవృత్తి; 2. గాలి - వాయుద్రవ్య ఆవృత్తి; 3. నీరు-ఆవిరి ఆవృత్తి; 4. శీతలీకరణ జల ఆవృత్తి.

మొదట నేలబొగ్గు రైలు మార్గమున బొగ్గు దొడ్డిలోనికి వచ్చును. బెల్టు అందింపు పద్ధతి వంటి అందింపు ప్రక్రియ ద్వారా ఆ బొగ్గు కొలుములకు అందచేయబడును. బొగ్గు కాలి, బాయిలర్ అర వెనుకభాగమున ప్రోగుపడు బూడిదను 'బూడిద చేరవేత సాధనముల' ద్వారా ఎప్పటికప్పుడు 'బూడిద దొడ్డి' లోనికి చేరవేయుచుందురు. 'గాలి పీల్చుడు ఫంకా' ద్వారా వాతావరణము నుండి గాలిని ఆకర్షించి వాయు పూర్వ తాపకము ద్వారా ఆ గాలిని కొలుముల



చిత్రము - 2. తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రపు రేఖా స్వరూపమును తెలుపు చిత్రము.

1. ఆదానపు పంపు; 2 పంకా; 3. నేలబొగ్గు; 4. పొడుముచేయు మర; 5. బాయిలర్; 6. కండెన్సర్; 7. టర్బయిన్; 8. అవక్షిప్తము; 9. ఆల్టర్నేటర్; 10. నీటిపంపు; 11. బూడిద; 12. ట్రాన్స్‌ఫార్మర్; 13. చలువగోపురము; 14. చిమ్నీ; 15. ప్రసార స్తంభము.

చూర్ణీకరణపు అర: తరచు ముఖ్యముగా పెద్ద యూనిట్ల విషయములో చూర్ణీకరణపు అరకు దాని నిర్వహణతో సహా చాలినంత స్థలమును మొదట నిర్ణయించుకొని, పిమ్మట తదనుగుణముగ బాయిలర్ల స్థాయిని నిర్ణయింతురు.

ఆవిరి యంత్రము నిర్వర్తించు పని: తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములో బాయిలర్ అరలో ఆవిరి మొదట ఉత్పాదితమగును. ప్రధాన చాలకము (ప్రైమ్ మువర్) లో అది వ్యాకోచము పొందును. సాంద్రీకారకము (కండెన్సర్) లో తిరిగి సంకోచము పొంది నీరుగా మారును. ఆ నీటిని బాయిలర్ లోనికి మరల పారునట్లు చేయుదురు.

లోనికి పంపుదురు. వేడెక్కిన ఇంధన వాయువులు ఆ వాయు పూర్వ తాపకము ద్వారానే చిమ్నీ గొట్టములోనికి పోవుచుండును గాన, అచ్చట ఈ గాలి వేడి చేయబడి, కొలుముల లోనికి పోవును. ఇంధన వాయువులు బాయిలర్ నాళములలోనుండి, తరువాత కొలుములలోని అతితప్త (సూపర్ హీట్) నాళములలోనుండి, పిమ్మట ధూళిని వేరు చేయు అవక్షిప్తకములోనుండి, చిట్టచివరకు వాయు పూర్వ తాపకములోనుండి ప్రసరించును. ఈ ప్రక్రియలో అవి పూర్తిగ హరించిపోయి వాతావరణమును కలుషితము చేయవు.

'నీరు-ఆవిరి ఆవృత్తి'లో సాంద్రీకారకములో సంకోచము పొంది బయటకు వచ్చు పదార్థము మొదట 'సంవృతేంధన

జల తాపకము'లో వేడి చేయబడును. టర్బయిను చక్రములోని కనిష్ఠ ప్రేషణ బిందువు వద్ద నుండి ఆకర్షించిన ఆవిరితో అక్కడ అది వేడి చేయబడును. పిమ్మట అది నిర్వాయుకరణపు అర ద్వారాను, మరి కొన్ని జల తాపకముల ద్వారాను పోయి, చివరకు 'పొదుపు అర (ఎకనమైజర్)' ద్వారా బాయిలర్ లోనికి చేరును.

నిరంతరము శీతలీకరణ జలము అందుచుండుట వలన సాంద్రీకారకములో ప్రేషము తక్కువ స్థాయిలో నిలచి ఉండును. నది, సరస్సు, సముద్రము వంటి సహజమగు నీటి వనరుల నుండి జలమును గ్రహించుట జరుగవచ్చును లేదా వేడెక్కిన జలమును చల్లార్చి తిరిగి దానినే పారించుట యైనను జరుగవచ్చును. ఈ రెండవ పక్షములో తుషార సరస్సు ద్వారా గాని, చలువమందిరము ద్వారా గాని ఆ పనిని సాధింపవచ్చును.

సహాయక స్విచ్చి గేర్: వోల్టేజి ఎక్కువగా ఉన్న సహాయక స్విచ్చి గేర్ ఉండవలసిన ప్రదేశము బాయిలర్, ఇంధన చూర్ణీకరణయంత్రములు, గాలి త్రోపుడు, గాలి పీల్పుడు పంకాలు మొదలైన బరువైన విద్యుద్భారములు గల భాగములు ఉండు తావులనుబట్టి కొంతవరకు నిర్ణయింపబడును.

బూడిద వినియోగ విభాగము: బూడిద, ధూళి గోతుల ఉనికినిబట్టియు, పైప్ లైన్ల నిడివి, మురికి కాలువల నిడివి సాధ్యమైనంత తక్కువగ ఉండునట్లును ఈ విభాగమును నిర్మింప వలెను. వినియోగము రోడ్డు మార్గమున జరిగెడి పక్షమున బూడిదను కొనిపోవు లారీలు విద్యుత్తు కేంద్రమునకు జరుగు ఇతర విధములైన రాకపోకలకు అడ్డురాని విధముగా బూడిదగోతులను, రోడ్ల వ్యవస్థనురూపొందింపవలెను.

నేల బొగ్గు సరఫరా విభాగము: నేల బొగ్గు దిగుమతి అగు తావునకును, టిప్లర్‌లుగాని, హోపర్‌లు గాని, జెట్టీలు గాని బాయిలర్ అరకును మధ్యనుండు దూరము ఈ విభాగమునకు మిక్కిలి ప్రధానమైన అంశము. ఆ దూరము ఎంత తక్కువగ ఉన్న అంత మంచిది.

ఆనుషంగిక భవనములు: ఆఫీసు భవనము, కాంటీన్, వర్క్‌షాప్‌లు, స్టోరులు ప్రధాన విద్యుత్తు కేంద్ర భవనములో గాక వేరొక భవనములో నెలకొల్పుట నేడు సాధారణముగ జరుగుచున్నది. స్టోరులు, వర్క్‌షాపు ప్రక్క ప్రక్కగా ఉండుటయు, అవి ప్రధాన విద్యుత్తు కేంద్ర భవనమునకు సాధ్యమైనంతవరకు అందుబాటులో ఉండుటయు అవసరము. ఆఫీసు భవనము ప్రధాన విద్యుత్తు కేంద్రమునకు ప్రక్కగా కేంద్రమునకు వచ్చు ప్రధానమైన రహదారి మీద ఉండుట ఉపయోగకరము; భవన వాస్తు దృష్ట్యా అభిలషణీయము.

యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో తెర్మల్ విద్యుత్తు: ఆవిరితో విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పాదించు మిక్కిలి పెద్ద కేంద్రములు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో గలవు. 1963 పూర్వార్ధములో 650 మెగావాట్ల క్రాస్ కాంపౌండ్ చతుః ప్రవాహ యంత్రములు రెండు టెన్నెసీ లోయ ప్రణాళికకు సంబంధించిన 'పారడైజ్ ప్లాంట్' వద్ద వాణిజ్య పద్ధతిపై నెలకొల్ప బడినవి. ఆనాడు అవే ప్రపంచములోనికెల్ల అత్యధిక శక్తిగల ఆవిరి టర్బయిను విద్యుదుత్పాదక యంత్రములు. 1965 లో 900 మెగావాట్ల క్రాస్ కాంపౌండ్ చతుః ప్రవాహ యంత్ర మొకటి టెన్నెసీ లోయ ప్రణాళికలోని బౌల్ ప్లాంట్ వద్ద నెలకొల్పబడినది. ఇంచుమించు అటువంటిదే 1130 మెగావాట్ల యంత్రాగార మొకటి ప్రస్తుతము టెన్నెసీ లోయ ప్రణాళికలో నిర్మింపబడుచున్నది. 1966 లో యంత్ర భాగములను ఓడలపై చేరవేయుటకును, 1968 నుండి విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదన ప్రారంభింప జేయుటకును నిర్ణయమైనది. టర్బయిను ఉత్పాదకములలో అత్యధికోత్పత్తిని - అనగా 1000 మెగావాట్ల విద్యుచ్ఛక్తిని - ఆల్లిస్ చాల్మర్ సాధించినది [చూ. టెన్నసీ లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక-పు. 675].

సోవియట్ రష్యాలో తెర్మల్ విద్యుచ్ఛక్తి: సోవియట్ రష్యాలో ఉత్పత్తి అగుచున్న మొత్తము విద్యుచ్ఛక్తిలో 80% తెర్మల్ విద్యుచ్ఛక్తి. 1928 కు పూర్వము సోవియట్ రష్యా తెర్మల్ విద్యుత్కేంద్రముల లోని యంత్రముల రేటింగు 13 - 16 వాతావరణపు ఆవిరి ప్రేషములకును, 325°C - 350°C తాపక్రమమునకును మాత్రమే అనుకూలముగ ఉండెడివి. అటువంటిది ఇప్పుడు 130 - 170 వాతావరణ ప్రేషములకును, 565°C అత్యధిక తాపక్రమమునకును అనుకూలమైన పెద్ద పెద్ద యూనిట్లు అనేకము నెలకొల్పబడినవి. 100, 150, 200 మెగావాట్ల రేటింగుల టర్బయిను యూనిట్లను ప్రస్తుతము నిర్మించుచున్నారు. 300 మెగావాట్ల శక్తిగల బాయిలర్, టర్బయిను యూనిట్లలో 240 వాతావరణ ప్రేషములకును, 580°C/ 565°C తాపక్రమములును అనుసంధింప గల ఆవిరి ఉత్పాదకములు, టర్బయినులు నేడు ఉత్పత్తి చేయబడుచున్నవి. 500 మెగావాట్లు మొదలు 800 మెగావాట్ల శక్తిగల మేలిరకపు టర్బయిను ఉత్పాదక యంత్రముల నిర్మాణమునకై కృషి ఆరంభమైనది. 600, 1200, 2400 మెగావాట్ల శక్తిగల విద్యుత్తు కేంద్రములకు నమూనాలను ప్రమాణీకరించుట జరిగినది.

ఉజ్బెక్ రిపబ్లిక్‌లోని బెగావడ్‌లో 45 లక్షల కి. వా. శక్తిగల మిక్కిలి పెద్ద విద్యుత్తు కేంద్రము నెలకొల్ప బడ

నున్నది. ఈ కేంద్రములో 500 మెగావాట్ల యంత్రములను నెలకొల్పుదురు. 1969 లో మొదటి యూనిట్ పని ప్రారంభింపనున్నది.

సోవియట్ రష్యాలోని మరొక పెద్ద తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రము కోనాకోవాలో కలదు. ఇది ఓల్గా నదిమీద మాస్కోనుండి లెనిన్‌గ్రాడ్ కు పోవు త్రోవలో మాస్కోకు 150 కి. మీ. దూరమున కలదు. గత అనుభవము ఆధారమున రూపొందింపబడిన ఈ నమూనా 2,400 మెగావాట్ల యంత్రమునకు అత్యుత్తమమైన నమూనాగా భావింపబడు చున్నది. ఈ కేంద్రములో 300 మెగావాట్ల శక్తిగల ఎనిమిది యంత్రములను నెలకొల్పనున్నారు.

కొన్ని తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రముల స్థూల వివరములు – భారతదేశము

వ.సం.	రాష్ట్రము	విద్యుత్తు కేంద్రము పేరు	శక్తి
1.	ఆంధ్రప్రదేశ్	నెల్లూరు	30,000 కి. వా.
		రామగుండము	12,500 కి. వా. (3 యూనిట్లు)
			62,500 కి. వా. (1 యూనిట్)
			66,600 కి. వా. (3 యూనిట్లు-స్టేజి-II)
		కొత్తగూడెము	60,000 కి. వా. (4 యూనిట్లు)
2.	బీహారు	పట్రతు	50,000 కి. వా (4 యూనిట్లు)
			1,00,000 కి. వా. (2 యూనిట్లు)
3.	గుజరాత్	ధువరన్	62,500 కి. వా. (4 యూనిట్లు-స్టేజి-I)
			1,40,000 కి. వా. (2 యూనిట్లు-స్టేజి-II)
4.	మద్రాసు	ఎన్నూరు	1,00,000 కి. వా. (3 యూనిట్లు)
		నైవేలి	50,000 కి. వా. (5 యూనిట్లు-స్టేజి-I)
5.	మహారాష్ట్ర	భూసవాల్	62,500 కి వా. (1 యూనిట్)
		పరాస్	62,500 కి. వా. (1 యూనిట్)
6.	ఒరిస్సా	టాల్చర్	62,500 కి. వా. (4 యూనిట్లు)
7.	ప. బెంగాల్	బందల్	82,500 కి. వా. (4 యూనిట్లు)
		దుర్గాపూర్	30,000 కి. వా. (2 యూనిట్లు)
			75,000 కి. వా. (2 యూనిట్లు)
			75,000 కి. వా. (1 యూనిట్)
			1,50,000 కి. వా. (1 యూనిట్)
		బోకారో	50,000 కి. వా. (3 యూనిట్లు)
			75,000 కి. వా. (1 యూనిట్)
		చంద్రపురి	1,40,000 కి. వా. (3 యూనిట్లు)

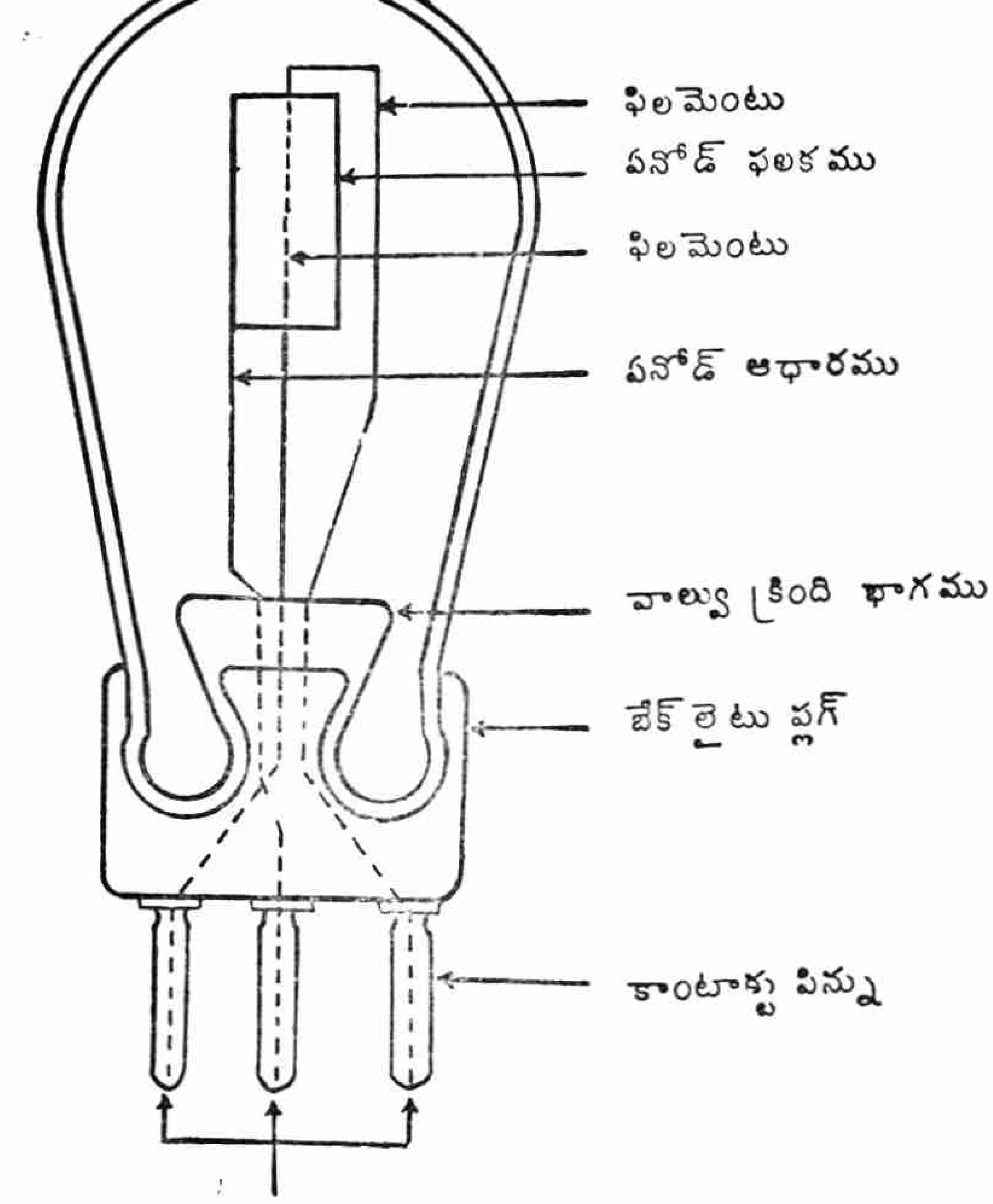
సుబ్రహ్మణ్యం

తెర్మో అయానిక్ వాల్వు: తెర్మో అయానిక్ వాల్వు అనగా ఏమి? సాధారణ వ్యవహారములో కవాటము (వాల్వు) అన అందరికిని తెలిసినదియే. నీరు, నూనె, గాలి మొదలైన వాటి ప్రవాహమును నియంత్రించునది కవాటము. దీనిని ఇంగ్లీషులో 'వాల్వు' అని అందురు. ఈ వాల్వులు అన్నిటికి సామాన్య మౌలిక ధర్మము ఒకటి కలదు. అవి ద్రవ్యములను ఒకే దిశగ పోనిచ్చి విరుద్ధ దిశలో ప్రవాహమును (మూసికొనిపోవుట వలన) నిరోధించును. ఇట్లే రేడియో తెర్మో అయానిక్ వాల్వులు ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమును ఒకే దిశలో పోనిచ్చును; విరుద్ధ దిశలో ఆపివేయును.

రేడియో వాల్వు రకములు: 1 డయోడ్; 2. ట్రయోడ్, 3. టెట్రోడ్; 4. పెంటోడ్. మిగిలిన రకములు - i. హెక్సోడ్; ii. హెప్టోడ్; iii. ఆక్టోడ్; iv. డుయో-డయోడ్ ట్రయోడ్; v. కేతోడ్ కిరణ నాళము; vi. మాయా నేత్రము.

వాల్వుల స్వరూపము: రేడియో వాల్వులు గాజుతో గాని, ఉక్కుతో గాని చేయబడిన గొట్టములు. వీటి లోపల కావలసిన ఎలక్ట్రోడ్‌లు (ధాతు భాగములు) తగు రీతిని అమర్చబడి ఉండును. మూసివేయుటకు ముందు వాటి నుండి గాలిని తీసివేయుదురు. లోపల ఉన్న ఎలక్ట్రోడ్‌లను అంటిపెట్టుకొని ఉన్న తీగెలు ఒక ధాతు లేదా బేకలైట్ పీఠములోనికి ప్రవేశపెట్టబడును. ఈ తీగెల కొనలు ఒక నిర్దిష్ట క్రమములో వేరు వేరు పిన్నులకు టంకముతో అతికించుదురు. వాల్వుల పీఠమందు ఈ పిన్నుల ఏర్పాటు

వేరు వేరు దేశములయందు - ముఖ్యముగా యునైటెడ్ స్టేట్స్, బ్రిటన్, యూరప్ ఖండములందు - ప్రమాణీకృతమైనది [చూ. చిత్రము–1].



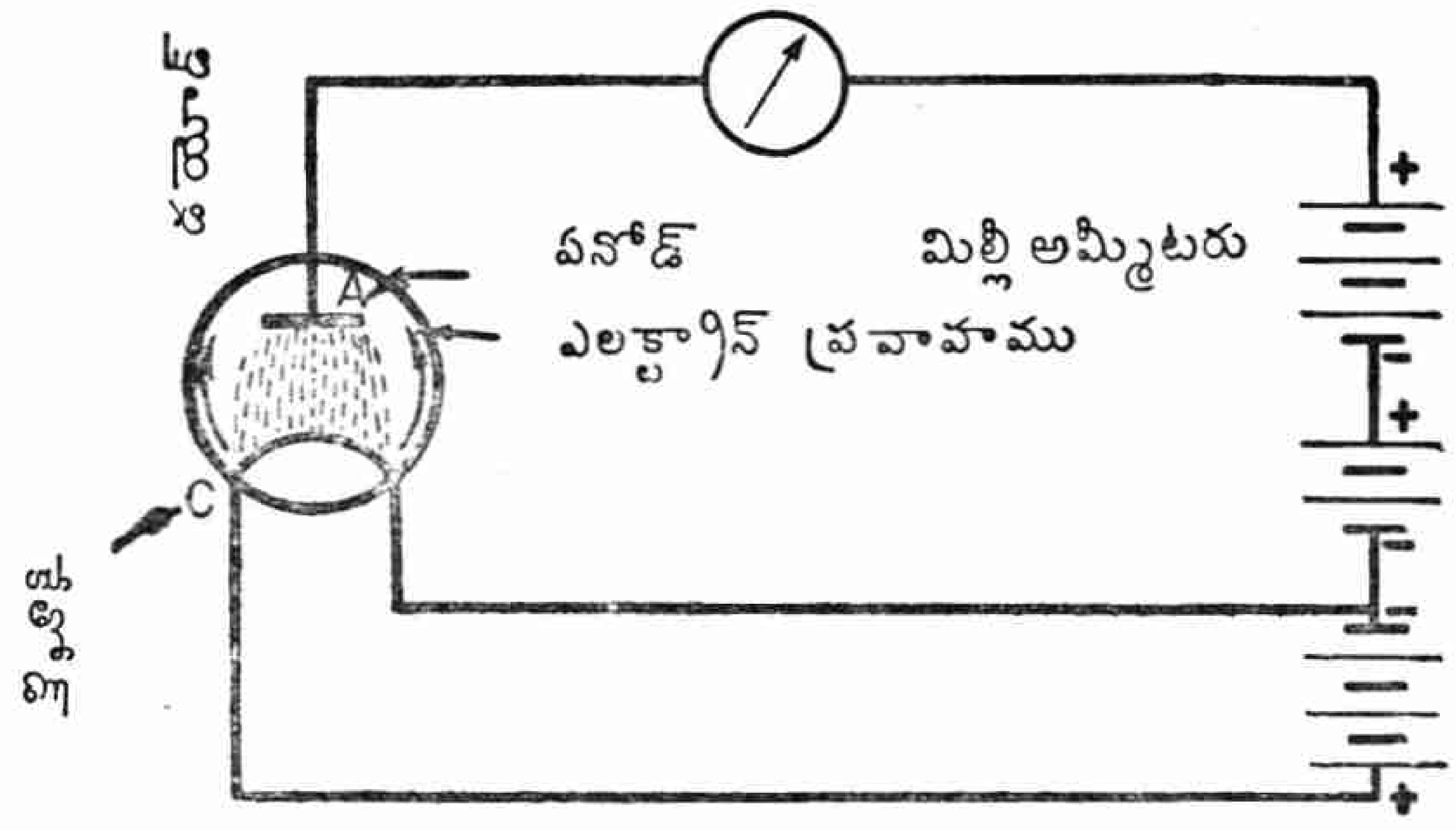
చిత్రము-1
వాల్వుల స్వరూపము

పైన వివరించిన వివిధములగు వాల్వురకముల జాబితాలోని వీటి నామములకు చివరను 'ఓడ్' అను అంత్య ప్రత్యయము కలదు. ఈ వాల్వు ఆవరణ లోపల ఉన్న ప్రత్యేక భాగముల సంఖ్యను ఈ ప్రత్యయము తెలియజేయును. ఈ వేరు వేరు వాల్వుల పనులు వాటియందు అమర్చబడిన ఎలక్ట్రోడ్ సంఖ్యనుబట్టి మారుచుండును. వీటిలో ట్రయోడ్, పెంటోడ్‌లు మిక్కిలి ప్రధానములు; దశములైనవియును అయి ఉన్నవి.

దాని నిర్మాణము, విద్యుత్తు వలయములందు దాని స్థానమును పట్టి తెర్మో అయానిక్ వాల్వు 1. డిటెక్టర్; 2. రెక్టిఫయర్; 3. ఆంప్లిఫయర్; 4. ఆసిలేటరు వంటి సాధనములుగ పని చేయును.

ద్రవ్య రచన : ద్రవ్యము పరమాణువుల చేర్పు. ధాతువులు ద్రవ్యవిశేషములు. వీటి పరమాణువులందు ఒక ధన విద్యుదావిష్ట కేంద్రకము చుట్టు ఎలక్ట్రాన్‌లు ప్రాకారములు కట్టి తిరుగుచుండును. అన్నిటికన్న బయట ఉన్న ప్రాకారమందలి ఎలక్ట్రాన్‌లు ధాతువుయొక్క విద్యుద్వహన కార్యమును నిర్వహించును. భౌతికశాస్త్ర మర్యాదను పాటించి, ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లను అయన్‌లు అనుట కూడ పరిపాటి [చూ. భౌతిక, రాశాయనిక శాస్త్రము పు. 228].

తెర్మో అయానిక్ ఫలితము: వేడెక్కించుట వలన ధాతువులలోని పరమాణువులు కలత చెందును. వేడి ఒక తాప



పెద్ద బ్యాటరీ 60-150 వో, చిన్న బ్యాటరీ 2-6 వో

చిత్రము-2: తెర్మో అయానిక్ ప్రసారము

క్రమమితిని అందుకొనినపుడు, ధాతు పరమాణువులందలి ఎలక్ట్రాన్‌లు జనక పరమాణువులను వదలి బయటకు ప్రసరించును. ఈ పని తాప కారణమున జరుగును కనుక, దీనికి 'తెర్మో అయానిక్ ప్రసారము' అని పేరు. [చూ. చిత్రము-2].

ఒక విద్యుద్వాహకమునుండి ధారాళముగ తెర్మియానులు ప్రసరించవలెనన్న దానిని ఉన్నత తాపక్రమమునకు వేడిచేయవలెను. టంగ్‌స్టన్ ధాతువు 300°C తాపక్రమమును అందుకొనినగాని కరగదు (రాగి 1000°C వద్ద కరగును). అందులకే వాల్వులందు, విద్యుద్దీపములందు టంగ్‌స్టన్ తీగెను విద్యుద్వాహకముగ వాడుదురు.

అపురూప మృత్తులు అని పేరుగల బేరియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, కాల్సియమ్ వంటి ధాతువుల ఆక్సైడ్‌లను విద్యుద్వాహకముపైన పూతగా పూసిన ఎడల ఎలక్ట్రాన్ ప్రసరణము సంభవించుటకు అత్యధిక తాపక్రమము అనవసరము. అనగా తగ్గి ఉన్న తాపక్రమమునందే తెర్మో అయానిక్ ఫలితము గోచరించును. విద్యుద్వాహకమును పట్టణ సరఫరా, బ్యాటరీ వంటి విద్యుత్తు సరఫరాకు కలిపి, కావలసిన తాపక్రమమునకు వేడెక్కింతురు.

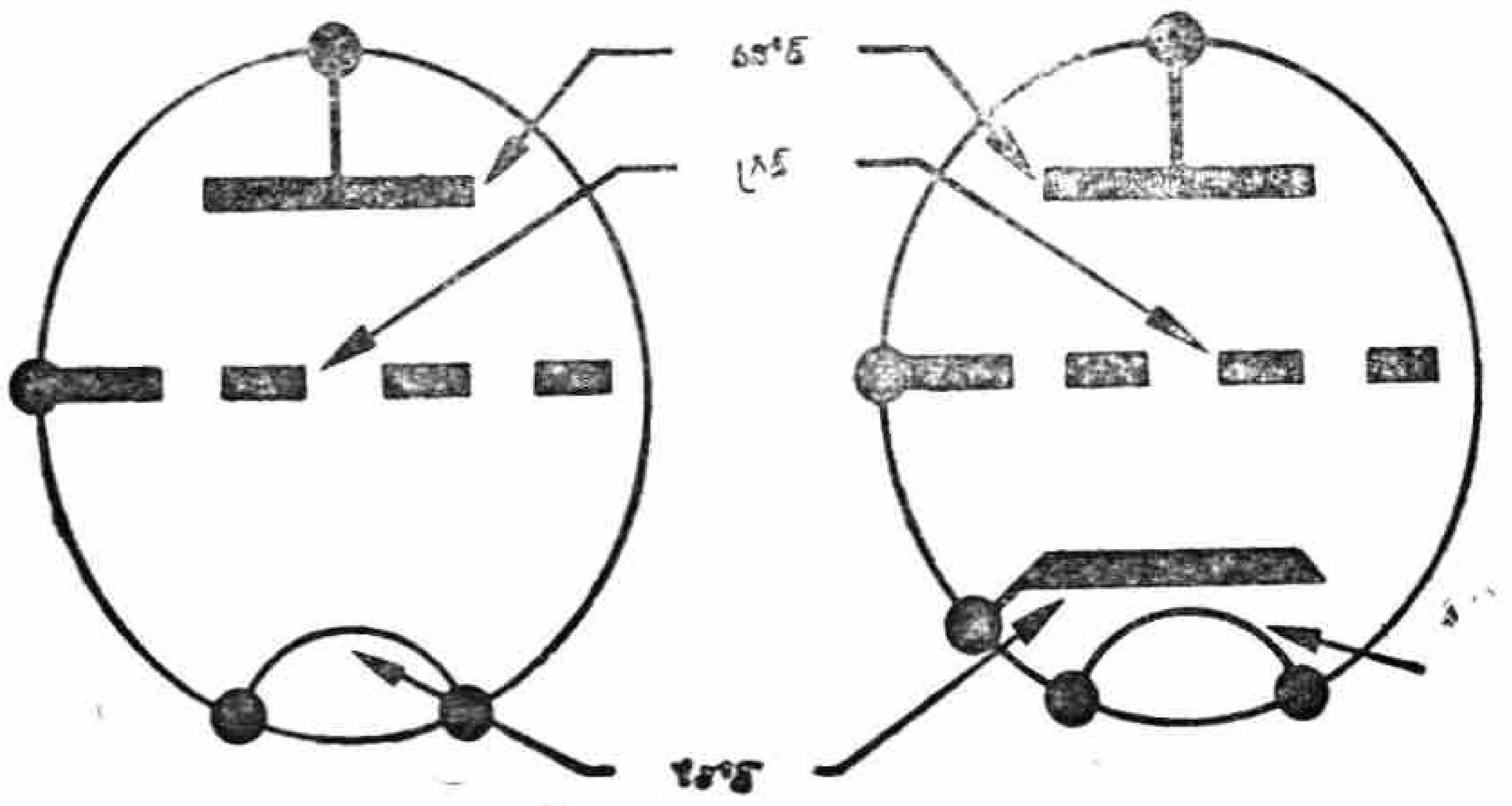
వేడెక్కించు రీతులు : వాల్వులోని తీగెలను విద్యుత్తు సహాయమున రెండు విధముల వేడెక్కింతురు: 1. ప్రత్యక్ష తాపనము; 2. అప్రత్యక్ష తాపనము. మొదటి విధానమందు విద్యుత్తువాహకమునుండి ఎలక్ట్రానులు ప్రత్యక్షముగ బయలు వెడలును; రెండవ విధానమున విద్యుత్తు వాహకము చుట్టు ఉన్నత తెర్మో అయానిక్ ప్రసరణ సామర్థ్యము

గల ఒక రేకు గొట్టపు తొడుగు ఉండును. ఈ తొడుగు దానిలో ఒదిగి ఉన్న తప్త విద్యుత్తు వాహకమునుండి ప్రసారితమైన వేడిని గ్రహించును. ఈ తొడుగు నుండి ఎలక్ట్రానులు బయటకుప్రసరించును. దీనికే 'అప్రత్యక్ష తాపనము' అని పేరు.

థెర్మోఅయానిక్ వాల్వు-అది పనిచేయు రీతి: రేడియో గ్రహణ, ప్రసారములందు థెర్మో అయానిక్ వాల్వు యొక్క భిన్న ప్రవృత్తులు,దాని సర్వతోముఖసామర్థ్యము సుబోధమగునట్లు ఈ వ్యాసమున చర్చించబడును.

అది ఎట్లు పనిచేయునో, ఏ ప్రయోజనమునకు ఏ వాల్వును ఎన్నుకొనవలెనో అను విషయముల అనుశీలనకు వాల్వు యొక్క విశిష్ట లక్షణములను అరయుట మొదటి మెట్టు. వాల్వుల విశిష్ట లక్షణములు క్రింది రకముల సంబంధ సూచక రేఖాచిత్రముల (గ్రాఫుల) రూపమున మనకు అందుబాటులో ఉన్నవి: 1. ధనాగ్ర విద్యుత్తు ప్రవాహము, దాని వోల్టేజి (డయోడ్‌లకు); 2 ధనాగ్ర విద్యుత్తు ప్రవాహము, గ్రిడ్ బయస్ వోల్టేజి (ట్రయోడ్‌లకు); 3. ధనాగ్ర విద్యుత్తు ప్రవాహము గ్రిడ్ బయస్‌తో ఎట్లు మారును (ట్రయోడ్‌లకు); 4. స్క్రీన్ గ్రిడ్ విద్యుత్తు ప్రవాహము (పెంటోడ్‌లకు).

నిర్మాణము: స్వల్ప విద్యుత్తు ప్రవాహములను లక్షల కొద్ది రెట్లు అధికీకరించు సామర్థ్యము వాల్వునకు కలదు. సాధారణ తంతి విద్యుత్తు దీపము నుండి వాల్వు జనించినది. ఈ దీపమందు తంతిలో ఉండు పరమాణువులు వేడికి కలతనొంది, తీగెనుండి పైకిరేగి మరల తంతిమీద పడును. దీపగోళమందు తీగెకు కొంచెము ఎడముగ ధాతు ఫలకమును ఒకదానిని స్థాపించి, అది ధన విద్యుదావిష్ట మగునట్లు తీగెకు, ఫలకమునకు మధ్యన ఒక బ్యాటరీ అమర్చినచో ఫలకము ఎలక్ట్రాన్‌లను ఆకర్షించును. తీగెనుండి ఎలక్ట్రాన్‌లు పైకి పోవుచున్నకొద్దీ, బ్యాటరీ ఆ తీగెను ఎలక్ట్రాన్‌లతో నింపుచుండును. అందువలన గోళాంతరమందున్న నిర్వాత ప్రదేశము ద్వారా ఋణావిష్ట తంతినుండి ధనావిష్ట ఫలకమునకు, తరువాత బ్యాటరీ ద్వారా తిరిగి తంతికి విద్యుత్తు ప్రవాహ వ్యవస్థ ఒకటి స్థాపింపబడును. తంతి, ఫలకము అను రెండు ఎలక్ట్రోడ్‌లు గల వాల్వు ఒక వైపునకే పోవుటకు వీలుగల బాటవలె ఆచరించును. ఏలన, ఎలక్ట్రాన్‌లు తీగెనుంచి రేకు వైపునకు తరలును; విరుద్ధ దిశలో పోవును. తీగెకు, రేకునకు మధ్యన ఉంచబడిన తీగెవల ముక్కను గాని లేదా గ్రిడ్ (జాలకపు చుట్ట)ను గాని ఒకదానిని అమర్చినచో ఎలక్ట్రాన్‌లు దీనిగుండా ఫలకమును చేరుకొనును. కాని, తీగెకు, గ్రిడ్‌కు మధ్య ఇంకొక బ్యాటరిని గ్రిడ్ ఋణావిష్ట మగునట్లు కలిపినచో ఫలోన్ముఖములైన కొన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లు వెనుకకు మళ్ళును. ఏలన, ఎలక్ట్రాన్‌లు ఋణావిష్టములు, గ్రిడ్ ఋణావిష్టము; రెండు సదృశ ఆవేశములు పరస్పరము మళ్ళగొట్టుకొనును. గ్రిడ్‌పై ఉంచబడిన ఋణావేశము ఎక్కువగు కొలది ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లు వెనుకకు మరలును; చివరకు ఫలక విద్యుత్తు ప్రవాహము పూర్తిగ ఆగిపోవును. గ్రిడ్‌ను ధనావిష్టముగ చేసినచో పైన చెప్పిన దానికి విపరీతము సంభవించును. అనగా, ఎలక్ట్రాన్‌లను ఆకర్షించు కార్యమందు గ్రిడ్ ఫలకముతో సహకరించి, ఫలక ప్రవాహము ఇనుమడించును. ఈ విషయము వాల్వు యొక్క విశిష్ట లక్షణములనుండి సుబోధమగును. పోలీస్ జవాను రోడ్లమీద రద్దీని అదుపులో పెట్టినట్లు ఫలక ప్రవాహమును గ్రిడ్ నియంత్రించుచుండును. గ్రిడ్‌ను ఫలకమునకు కంటె తీగెకు మిక్కిలి దగ్గరగా ఉంచుటచే ఈ అదుపునకు కారణము అగు ఋణ - ధన వోల్టేజిచే సాధింపవచ్చును. ఈ మూలమున గ్రిడ్ వోల్టేజీలో చిన్న మార్పు, ఫలక ప్రవాహమునందు పెద్దమార్పు తెచ్చి పెట్టునట్లు అమర్చవచ్చును [చూ. చిత్రము-3].

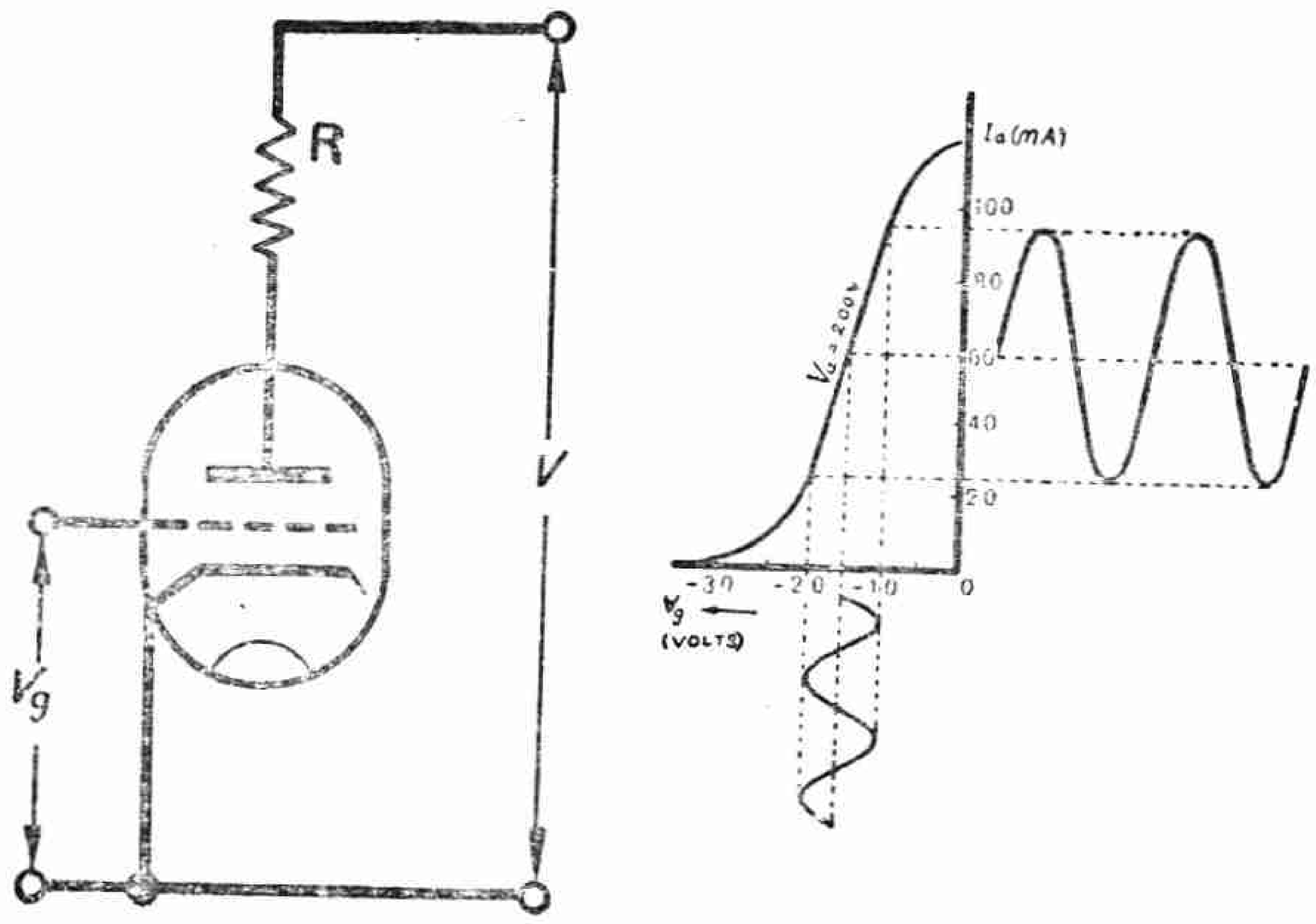


చిత్రము-3

థెర్మో అయానిక్ వాల్వు-అది పనిచేయు రీతి

ఈ ట్రయోడ్ వాల్వు యొక్క గ్రిడ్‌ను ఒక రేడియో ఆకాశకమునకు తగిలించి, తీగెను నేలకు తగిలించితిమి అనుకొందము. రేడియో తరంగముల కారణమున ఆకాశకము నుండి భూమికి, భూమినుండి ఆకాశకమునకు అతి స్వల్ప విద్యుత్తు ప్రవాహము ఒకటి దుముకుచుండును. మంచి విద్యుత్తు వాహకము అగుటచే భూమి విద్యుత్తు ప్రవాహ ప్రసరణమునకు రెండవ తీగెవలె పనిచేయును. అనగా రేడియో ప్రసారణ కేంద్రము యొక్క ప్రసారణ పౌనఃపున్యముతో ఆకాశకము, భూమి ఈ రెండును

ఏకాంతరముగ ఋణ, ధనావిష్టములు అగుచుండును. గ్రిడ్ బ్యాటరీ సంగతిని ఒకక్షణము సరకు గొనినచో, గ్రిడ్



చిత్రము-4. గ్రిడ్ ఋణా విష్టము అగుట.

యొక్క ధన - ఋణావేశములు సెకనుకు వేలకొద్ది మారులు ఏకాంతరముగ మారుచుండును.

గ్రిడ్ ఋణావిష్టము అగునప్పుడెల్లా ఫలక ప్రవాహము తగ్గును; ధనావిష్టము అయినప్పుడెల్లా ఎక్కువ అగుచుండును. ఆకాశకములోని ఒక చిన్న ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహము, వాల్వులు చాల అధికమైన ఫలక ప్రవాహమును జనింపచేయును [చూ. చిత్రము 4].

వాల్వు ఈ క్రింది ముఖ్యమైన పనులను చేయగలదు : 1. అధికీకరణము (ఆంప్లిఫికేషన్); 2. ఋజూకరణము (రెక్టిఫికేషన్); 3. ఉపలంభనము (డిటెక్షన్); 4. కంపనము (ఆసిలేషన్) వాల్వు ప్రసారకమందు; 5. రేడియో ప్రసారక పరికరమందు మాడ్యులేషన్.

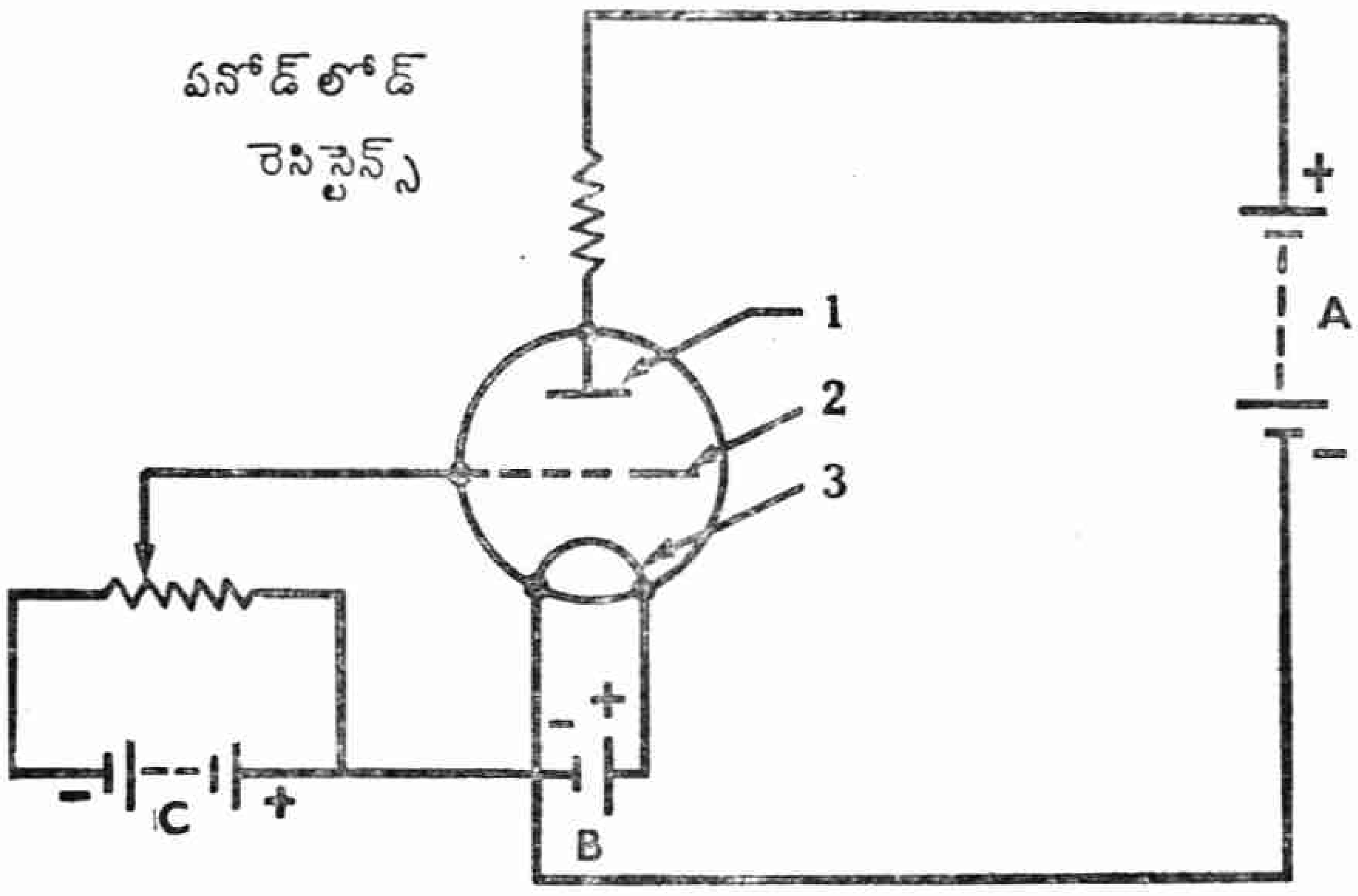
ఆంప్లిఫయర్ : రేడియో తరంగముల నుండి జనించు విద్యుత్తు ప్రవాహము అత్యల్పముగ ఉండును. కొద్ది మైక్రో ఆంపియర్ (ఒక ఆంపియర్‌లో పది లక్షలలో 1 వ భాగము ఒక మైక్రో ఆంపియర్) తరహాలో ఉండును. దీనితో పోల్చి చూచినచో ఒక టార్చిలైటు ఖర్చుపెట్టు విద్యుత్తు (0.2 ఆంపియర్) అపారము. సంగ్రాహక ఆకాశకము గ్రహించు స్వల్పవిద్యుత్తు ప్రవాహము ధ్వనిని జనింపచేయు సాధనమును ప్రవర్తింపచేయలేదు. అందుచే రేడియో రిసీవరులో ఒక ఆంప్లిఫయర్ అని పేరు గల పరికర భాగము ఉండును [చూ. ఆంప్లిఫయర్-పు. 191]. ఆ పరికరము ట్రయోడ్, టెట్రోడ్, పెంటోడ్ వంటి వాటిలో ఏదైన కావచ్చును. ఆకాశకము నుండి లభ్యమైన అత్యల్ప విద్యుత్తు ప్రవాహమును ఈ పరికరము అనేక కోట్ల రెట్లు అధికీకరించును. ఈ అధికీకృత ప్రవాహము యొక్క బలము ఆకాశకము ప్రవాహబలమునకు సమనిష్పత్తిలో మారుచుండును. ఈ సాధనమునకు 'రేడియో ఫ్రీక్వెన్సీ ఆంప్లిఫయర్' అని పేరు. ఇటులనే ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ దశలలో ఒక ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ ఆంప్లిఫయర్ ఉండును. [చూ. ఆడియో ఆంప్లియర్ - పు. 201]. ఇంతకన్న కూడ రేడియో సంజ్ఞల బలమును ఎక్కువ చేయవచ్చును. కాని, దీనికై ఒకటికన్న ఎక్కువ వాల్వులు ఆవశ్యకము. మొదటి వాల్వు ఫలకమును రెండవదాని గ్రిడ్‌తో కలుపవలెను. ఈ తీరున ఎన్ని వాల్వులనైనా ఒక శ్రేణిగ అమర్చవచ్చును.

వాల్వు యొక్క అధికీకరణ ప్రక్రియ క్రింది రీతిని సంగ్రహించవచ్చును. ఒక వాల్వు యొక్క గ్రిడ్‌నకు అందచేయబడిన వోల్టేజీలోని చిన్నమార్పు ధన ఎలక్ట్రోడ్ ప్రవాహమునకు సాపేక్షముగ పలురెట్లు ఎక్కువగు మార్పును కలుగజేయును. ఈ రెండవ మార్పే వాల్వు యొక్క అధికీకరణ ప్రవృత్తికి నిదానము. ఈ విషయము 445పుటలోని చిత్రము-5 లో చూపబడినది: 1 'A'బ్యాటరీ (తక్కువ వోల్టేజి గల బ్యాటరీ) తీగెను వేడెక్కించుటకు కావలెను; 2. 'B' బ్యాటరీ ఎచ్. టి. (ఎక్కువ వోల్టేజి గల బ్యాటరీ) ఇది వాల్వులోని ఫలకమును ధనావిష్టముగ చేయును. అందువలన ఈ ఫలకము తీగెనుండి పైకెగసిన ఎలక్ట్రాన్‌లను ఆకర్షించును; 'C' బ్యాటరీ గ్రి. బ. (గ్రిడ్ బయస్ బ్యాటరి). ఇది గ్రిడ్‌తో కలుపబడును. 'C' బ్యాటరీ యొక్క ఋణాగ్రముతో గ్రిడ్ ఎప్పుడును కలపబడి ఉండును. అందువలన దీనికి గ్రిడ్ బయస్ బ్యాటరీ అని పేరు. 'C' బ్యాటరీ బలము మారుచుండుననియు, అది నాలుగు వోల్టుల ఒత్తిడిని గ్రిడ్‌నకు అందజేసినపుడు వాల్వులోని ఫలక ప్రవాహము రెండు మిల్లీ ఆంపియర్‌లు (2/1000 ఆంపియర్) అనియు అనుకొందము. ఫలక ప్రవాహమును లోడ్ యొక్క నిరోధము (రెసిస్టెన్స్) చే గుణించగా వచ్చిన మొత్తము లోడ్ నిరోధకమునకు అడ్డుగ జనించిన వోల్టేజి విస్తారమునకు సమానము. పైని తీసికొన్న పక్షములో లోడ్‌కు అడ్డుగ ఆవిర్భవించిన వోల్టేజీ $=0.002 \times 1,00,000=200$ వోల్టులు. ఇప్పుడు 'C' బ్యాటరీ 5 వోల్టుల ఒత్తిడిని గ్రిడ్‌పై ప్రయోగింపబడినపుడు వాల్వుయొక్క ఫలక ప్రవాహము 1 మిల్లీ ఆంపియర్ (0-100 లేదా 1/1000 ఆంపియర్) అనుకొందము. ఈ రెండవ పక్షములో లోడ్‌కు అడ్డముగ ఉత్పత్తి అయిన వోల్టేజీ $=0.001 \times 1,00,000=100$ వోల్టులు.

సాధారణ వ్యవహారమందు 'C' బ్యాటరీలో మార్పు ఉండదు. దీనికి బదులుగా మైక్రోఫోన్ పికప్ నుండి లభ్య

మైన, మారుచుండు స్వభావము గల ఒక చిన్న వోల్టేజీని గ్రిడ్‌పై ప్రయోగింతురు. ఇప్పుడు లోడ్ నిరోధమునకు అడ్డుగ జనించిన వోల్టేజీ, గ్రిడ్ వోల్టేజీకి అనుగుణముగ గాని, అధికతర నిష్పత్తితో గాని మారుచుండును.

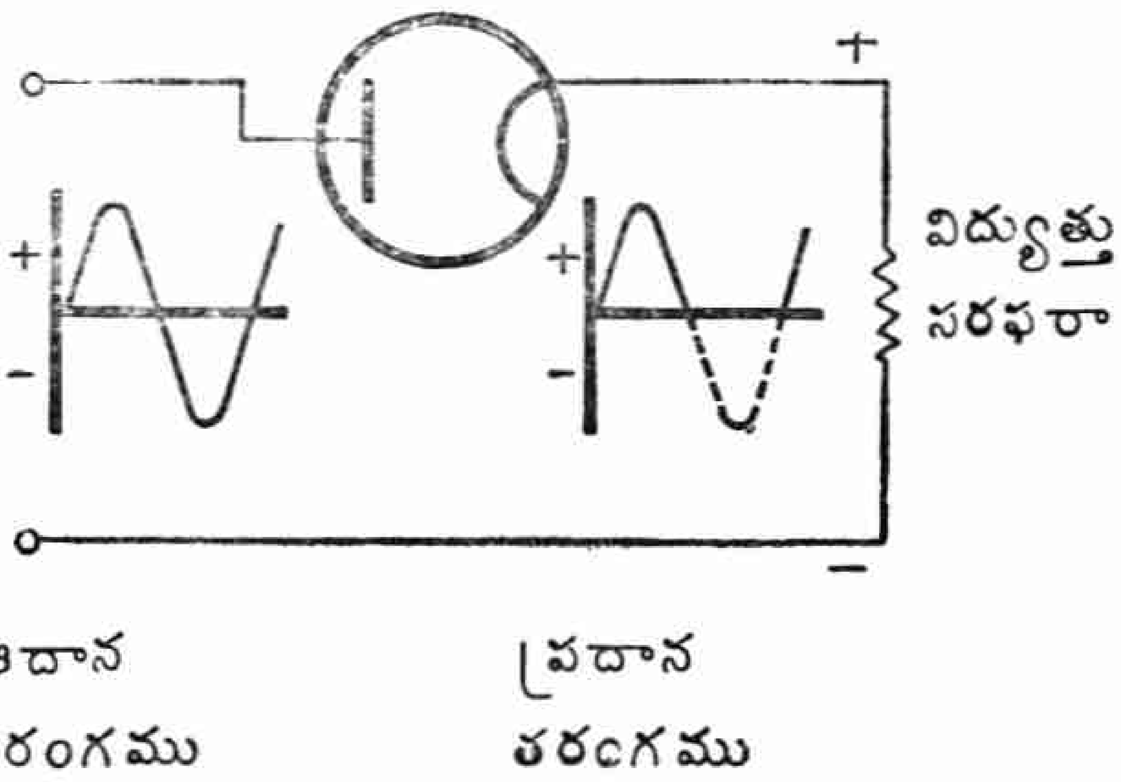
ఋజూకరణము (రెక్టిఫికేషన్): డయోడ్ ఒకే బాట వాల్వు అని చెప్పి ఉంటిమి. అనగా ఇందులో విద్యుత్తు తీగెనుండి ధనఫలకమునకు పయనించును; విరుద్ధ గతిని పట్టదు. దానిని ఆధారముగ ఏ. సి. ప్రవాహమును డి. సి. గా లేదా రేడియో పరికరములకు, వేదికోపన్యాస ప్రసారణ యంత్రములకు, గ్రామఫోన్ రికార్డులు పాడించుటకు, డి. సి. మోటారుల నడుపుటకు పనికివచ్చు డి. సి. ప్రవాహముగా మార్చవచ్చును.



చిత్రము-5. మూడు రకములయిన విద్యుత్తు సరఫరాను సూచించు ట్రయోడ్ సర్క్యూట్ స్వరూపము.
1. ప్లేట్; 2. గ్రిడ్; 3. కేథోడ్
A. అధిక వోల్టేజీ బ్యాటరీ; B. అల్ప వోల్టేజీ బ్యాటరీ;
C. గ్రిడ్ బ్యాటరీ.

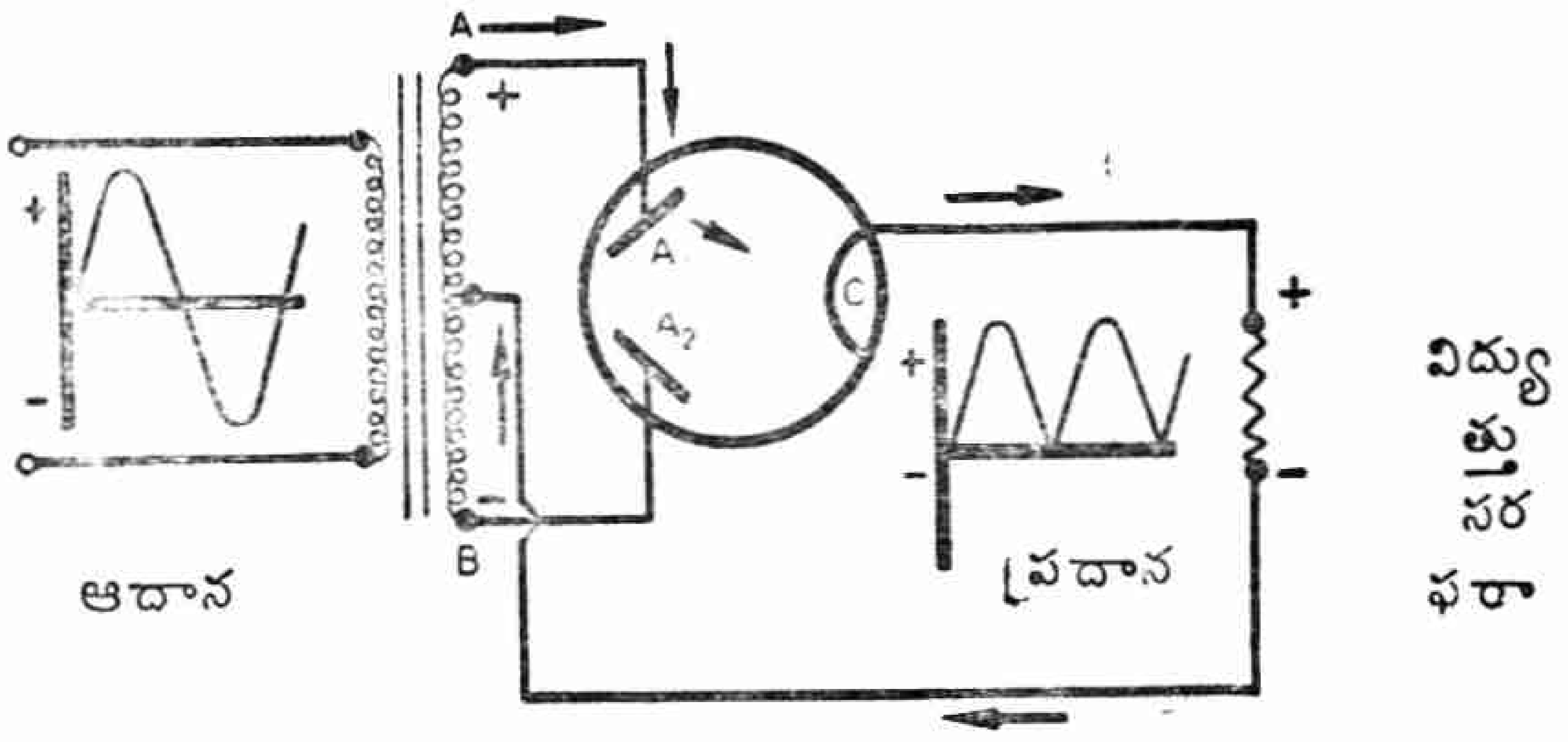
ఏ. సి. ని-డి. సి. గా మార్చు ప్రక్రియకు 'ఋజూకరణము (రెక్టిఫికేషన్)' అనిపేరు. దీనికి ఉపయోగించు వాల్వును ఋజూకారకము అందురు. మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్న ఋజూకరణవలయముల రెండిటిని చిత్రము - 6, 6ఎలో కనబరచును.

చిత్రము - 6 లో అర్ధతరంగ ఋజూకరణవలయము పవర్ లైన్ వోల్టేజీ యొక్క ప్రతి రెండవ మార్పు సమయములో విద్యుత్తు వలయముగుండ ప్రవహించును. సప్లయి నుంటి లభించిన 230 వోల్టుల విద్యుత్తును 300-400 వోల్టులకు హెచ్చించునది ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ (అపవర్తకము). ఈ హెచ్చించబడిన వోల్టేజీ విలువ రేడియోలను, ఎలక్ట్రానిక్ వలయములను ప్రవర్తింప చేయుటకు ఆవశ్యకము. లైన్‌వోల్టేజి (ప్రధాన తంతుల లభ్యమగు వోల్టేజి) అర్ధ ఆవృత్తికాలమున ట్రాన్స్ ఫార్మరు యొక్క ధ్రువలక్షణము చిత్రము 6ఎలో చూపినట్లు ఉన్నచో డయోడ్ యొక్క ఫలకము ధన శక్మ స్థితిలో ఉండును. అందువలన తీగె నుండి ఎగయు ఎలక్ట్రాన్‌లను అది ఆకర్షించును. దీనివలన ఫలించు విద్యుత్తు ప్రవాహము బాణపుగుర్తులచే సూచింప



చిత్రము - 6. అర్ధ తరంగ ఋజూకరణ వలయములు

బడినది. రెండవ అర్ధ ఆవృత్తి సమయమందు ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ ధ్రువలక్షణము తొలిదానికి విరుద్ధ స్థితిని స్వీకరించును. అట్టి సమయమున విద్యుత్తు ప్రవాహమే ఉండదు. చిత్రము-6ఎ లో చూపిన చిత్రము సంపూర్ణ తరంగావృత్తి ఋజూకారకము. అనగా లైన్ వోల్టేజి యొక్క రెండు ఆవృత్యర్ధ భాగములను ఉపయోగించును. వాస్తవముగ ఈ వలయము రెండు అర్ధతరంగ ఋజూకరణముల సమ్మేళనము. దట్టముగా ఒత్తబడిన బాణపు గుర్తులు ట్రాన్స్‌ఫార్మరు

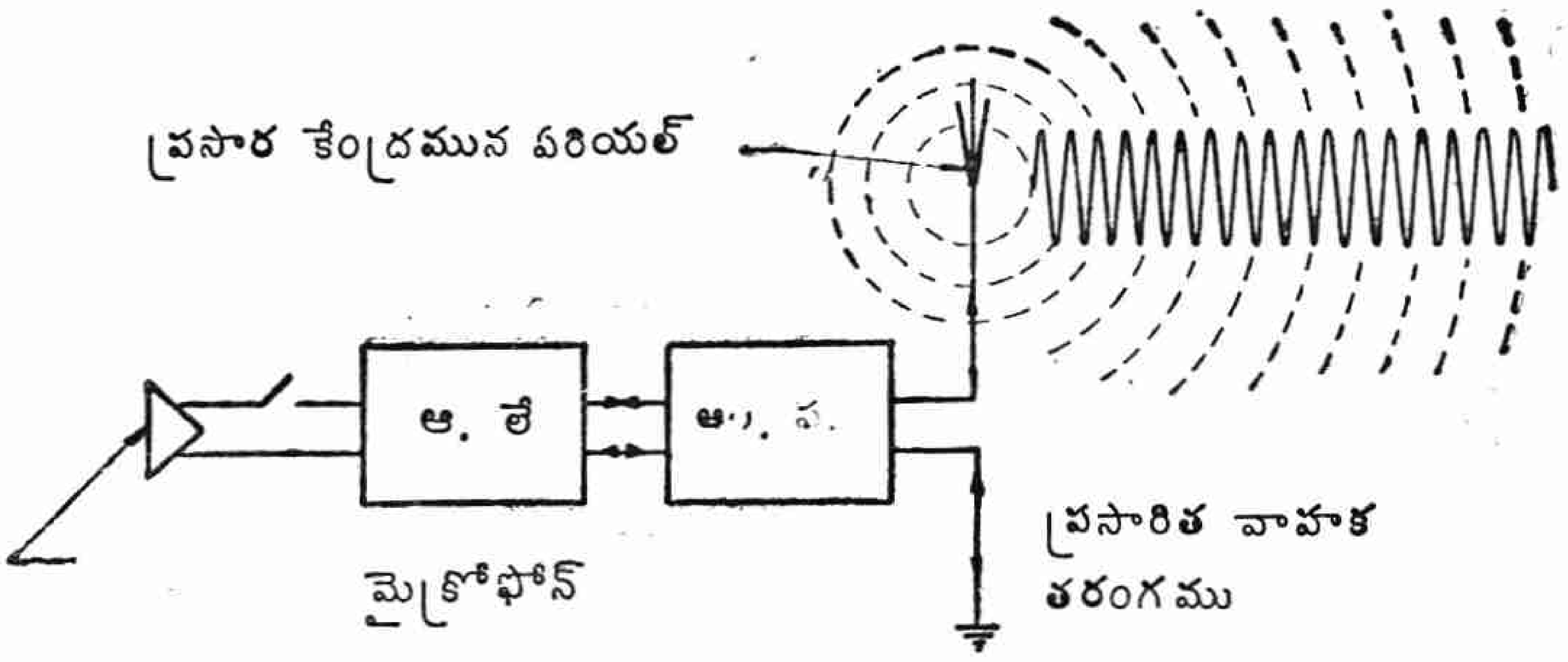


——> ఒక అర్ధతరంగరూపముపై సాధారణ విద్యుత్తు ప్రవాహము.

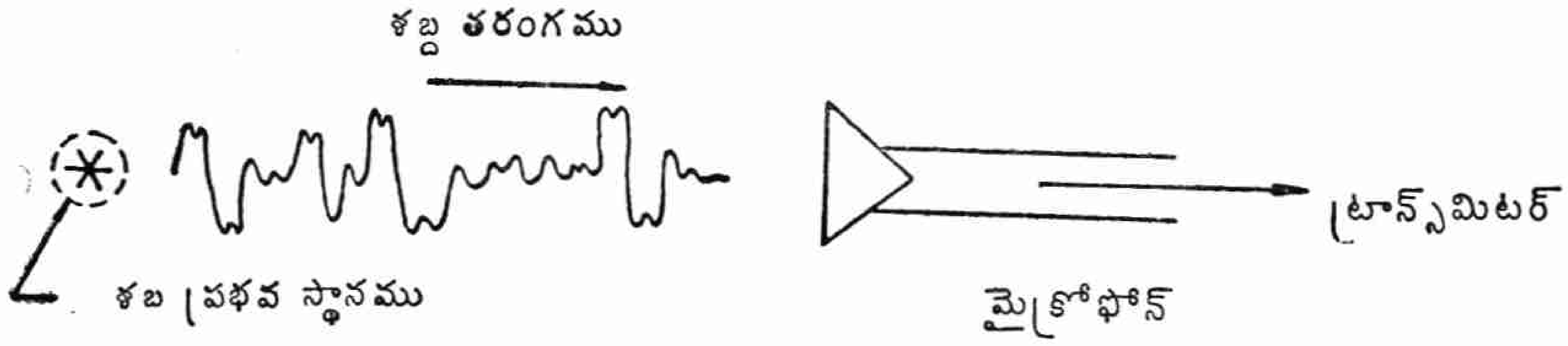
చిత్రము - 6ఎ. సంపూర్ణ తరంగావృత్తి ఋజూకారకములు

యొక్క ధ్రువలక్షణము పైచిత్రములో చూపినట్లున్నప్పుడు విద్యుత్తు ప్రవాహదిశను సూచించును. విరుద్ధ అర్ధ ఆవృత్తిలో ట్రాన్స్ ఫార్మరు యొక్క ధ్రువలక్షణము విపరీతమగును. రెండవ డయోడ్ విద్యుత్తు వాహకముగను ఆచరించును. చుక్కల బాణపు గుర్తులు సూచించు దిశను ప్రవాహము సంభవించును. ఇచ్చట సావధానముగ చూడవలసిన ముఖ్యవిషయము ఏమన, ఏ డయోడ్ వాహకముగ నాచరించినను లోడ్‌గుండా పోవు ప్రవాహపు దిశ ఒకటే అగును; అనగా ప్రత్యక్ష ప్రవాహము (డి. సి.) అగును.

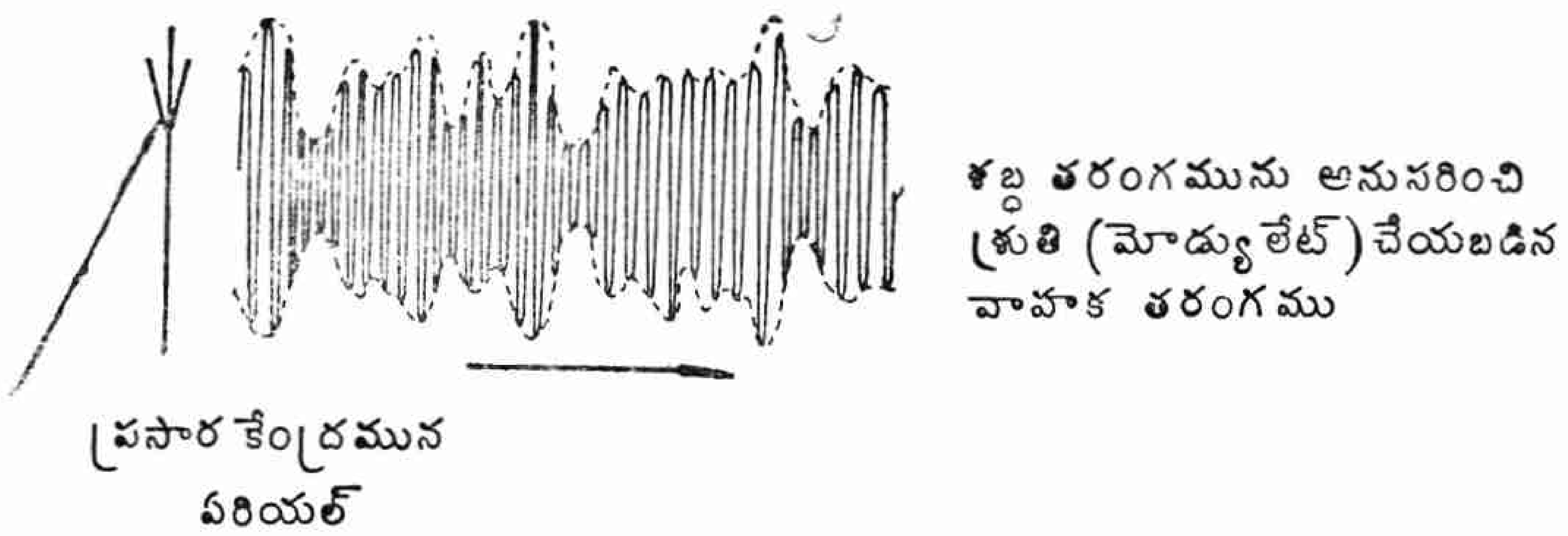
డిటెక్షన్: రేడియో సిగ్నలు విషయమున రెక్టిఫికేషన్ ప్రక్రియను పేర్కొనునపుడు దానిని డిటెక్షన్ (డిమోడ్యులేషన్) అనికూడ వ్యవహరించుటకలదు. రేడియో ట్రాన్స్మిటర్ నందు అధిక పౌనఃపున్యతరంగములను జనింపజేయు ఆసిలేటరు ప్రధాన అంగము. ఇందుండి జనించిన తరంగములు ఆంప్లిఫయర్ సహాయమున విస్తరింపబడి ఏరియల్ కు అందించినప్పుడు ఆ తరంగములు అంతరాళమున వికరింపబడును. వికరింపబడిన తరంగమునే వాహకతరంగము (కారియర్ వేవ్) అని అందురు. విద్యుద్వలయమున మైక్రోఫోన్‌ను ఉంచినప్పుడు, దానిమీద శబ్దతరంగములు పతనమైనప్పుడు రేడియో తరంగముల కంపనవిస్తారము (ఆంప్లిట్యూడ్) మారుచుండును. వాహకతరంగముయొక్క పైకప్పు శబ్దతరంగ స్వరూపమును పొందును. దీనిని ఆంప్లిట్యూడ్ మాడ్యులేషన్ అందురు. అట్టి ట్రాన్స్మిటర్ సంవిధానమును ఒకదానిని దిగువన చిత్రము-7 (a), (b), (c) లో చూడనగును.



(a) రేడియో ప్రసార కేంద్రము



(b) మైక్రోఫోన్ మీద పతనమైన శబ్ద తరంగమును ట్రాన్స్మిటర్ కు సంధించబడినది.

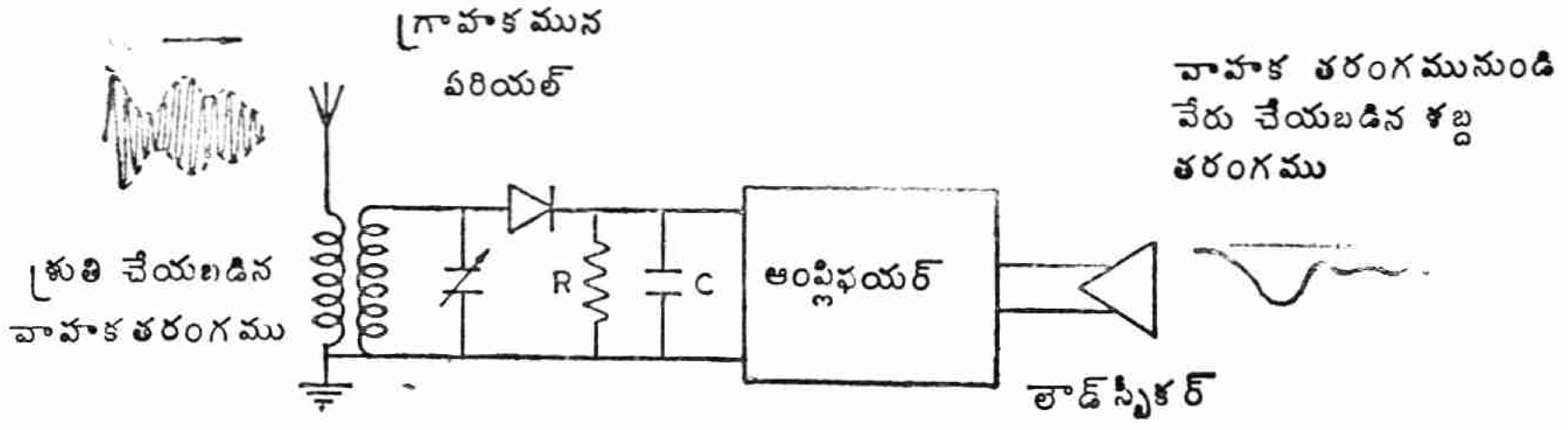


(c) వాహక తరంగ కంపన విస్తారము శబ్ద తరంగమునకు శ్రుతి చేయబడినది

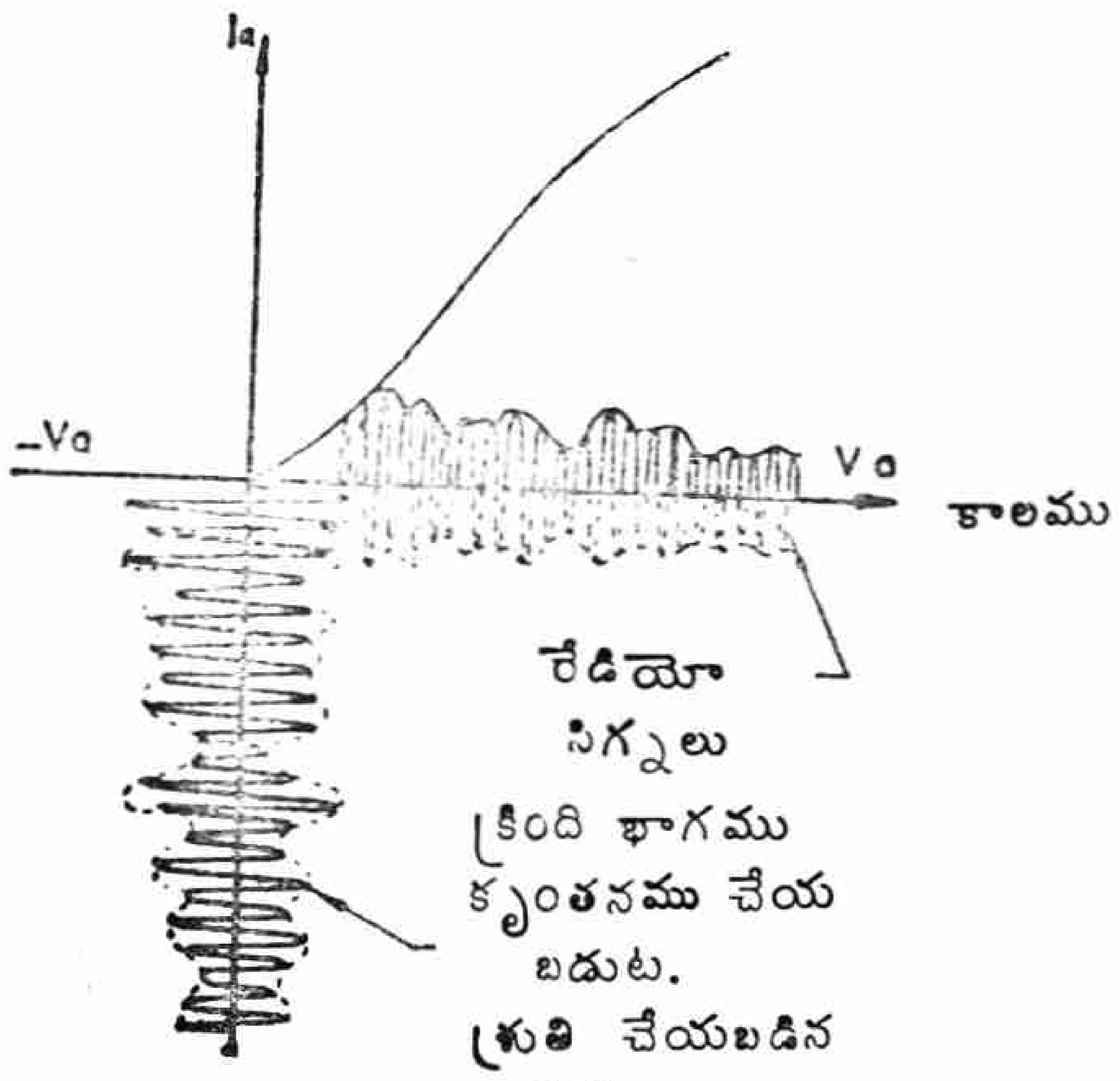
చిత్రము -7, A, B, C.

మాడ్యులేటెడ్ సిగ్నలును ఏరియల్ గ్రహించినప్పుడు ఏరియల్‌తోబాటు శ్రేణిలో బిగించి ఉన్న చుట్టలో ఆవర్తి విద్యుత్తు జనించును. గర్భమునందు గాలిగల ఒక ట్రాన్స్ఫార్మర్ కు ఈ చుట్ట ప్రాథమిక చుట్టగా వ్యవహరించును. వాహకతరంగమునకు అనుగుణముగా ఒక అనునదన (రెసొనెన్స) వలయము ఉద్భవింపజేయుటకు వీలుగా గౌణవలయమునకు అడ్డుగా ఒక కండెన్సరును ఉంచుదురు. వాహకతరంగమున కంపన విస్తారములో వ్యత్యాసములను డయోడ్ పసిగట్టి విడదీయును. ధనావేశములయిన అర్ధావృత్తుల సమయమందు మాత్రము డయోడ్ నిరోధకము R గుండా విద్యుత్ప్రవాహమును పోనిచ్చును [చూ. 447పు.లోని చిత్రము-8]. గ్రాఫుపటమున X-అక్షముముపై

వోల్టేజీ (Va)ని చూపును. అదిగాక, X-అక్షముయొక్క ధనభాగము కాలమును కూడ తెలుపును. ఈ రెండవ సందర్భము రెక్టిఫయర్‌నందు విద్యుత్ప్రవాహ వ్యత్యాసములు తెలిసికొనుటకు ఉపకరించును. X-అక్షముయొక్క ధన భాగము విద్యుత్తు ప్రవాహమును, ఋణభాగము ప్రయుక్త విద్యుత్తువోల్టేజీలో వ్యత్యాసమును చూపించుటకు కాలాక్షముగను ఉండును. స్వరము (మాడ్యులేటెడ్)తో కూడిన ఆదానసంజ్ఞను Va-కాలము గ్రాఫుగా చూపించవచ్చును. అల్లే Ia-కాలము గ్రాఫును కూడ పొందవచ్చును. ఋణావేశమైన వోల్టేజీలు విద్యుత్తు ప్రవాహమును కలిగింపనేరవు. అందుచేత స్వరయుతమైన వాహకతరంగములలోని అర్ధ భాగము పోనివ్వకుండచేసినచో R గుండా ప్రవహించు [చూ. చిత్రము-9], మారుచుండు విద్యుత్తు ప్రవాహము వోల్టేజీని అనుగుణముగా మార్పును జనింపజేయును. అప్పుడు ఆ వోల్టేజీని ఆంప్లిఫయర్ వ్యవస్థద్వారా విస్తరింపజేసిన లౌడ్‌స్పీకర్‌ను పనిచేయునట్లు చేయును. R గుండా కండెన్సర్-C ని సంధించుట వాహకతరంగము భూమిని చేరుటకుగాను అల్పమైన ఇంపిడెన్స్‌ను సమకూర్చుటకొరకే. డిటెక్షన్ ప్రక్రియను స్వరరహితము చేయుట (డి మాడ్యులేషన్)అని కూడ వ్యవహరించుటకద్దు. డిటెక్షన్ ప్రక్రియను సాధించుటకు ఆదిలో చిన్నచిన్న స్ఫటికములను ఉపయోగించెడివారు. వీటిని 'హెర్ట్‌జైట్' అనెడివారు. సన్నని తీగెను ఈ స్ఫటికమునకు తగులునట్లు చేసి ఒక సర్క్యూట్‌లో ఉంచెడివారు. డయోడ్, ట్రయోడ్ వంటి దక్షత, సునిశితత్వము గల థెర్మో అయానిక్ వాల్వు ఈ స్ఫటికములను త్రోసిరాజన్నవి [చూ. సెమీ కండక్టర్].



చిత్రము -8
రేడియో సిగ్నల్‌లోని వాహక తరంగమునుండి శబ్ద తరంగమును వేరు చేయుట.



చిత్రము-9
డయోడ్ నిర్వహించు పని.

కంపకము (ఆసిలేటర్) : బలహీనమై సంజ్ఞలు గ్రిడ్‌పై ప్రయోగింపబడినపుడు ధన ఫలకమందు ప్రబలమైన సంజ్ఞలను జనింపజేయు ప్రక్రియ అధికీకరణము. ధన ఫలకము నుండి ఈ బలమైన సంజ్ఞను వెనుకకు-గ్రిడ్‌పైకి-తరలించితిమేని తన ఆదాన (ఇన్‌పుట్) సంజ్ఞను వాల్వు దానికి అదియే అందచేసికొనును. ఈ పరిస్థితులలో వాల్వు కంపకమువలె పనిచేయును అని అందరు; కంపకము ఉత్పాదకముగ కూడ పనిచేయుచున్నది అన్నమాట. దాని సంజ్ఞను అదియే జనింపజేసికొనుటచే, ఈ సంజ్ఞ ఆవృత్తి విద్యుత్తు ప్రవాహ లక్షణము కలది అగుచున్నది. ఇట్టి కంపకయుత విద్యుద్వలయము సెకనుకు పదిలక్షల ఆవృత్తులు గల పౌనఃపున్యములను సృజించగలదు.

ఈ అధిక పౌనఃపున్య ఆవృత్తి విద్యుత్తు ప్రవాహమునకు అంతరాళమున వికిరణ రూపమున విస్తరించగల స్వభావము కలదు. రేడియో ప్రసారకము వాస్తవికముగ ఇట్టి కంపకయుత విద్యుద్వలయమే. ఈ అత్యధిక పౌనఃపున్యము గల విద్యుత్తు ప్రవాహము ఆకాశకము ద్వారా పంపబడును. ఆకాశకము నుండి ఈ ప్రవాహము వికిరణ రూపములో అంతరాళమున ప్రసరించును. సంగ్రాహకమును అంటి పెట్టుకొని ఉన్న ఆకాశకము గ్రహించునది ఈ వికిరణమే. రేడియోప్రసరణమే కాకుండ తక్కిన ఉపయోగములు కూడ ఈ కంపక పరికరమునకు కలవు.

కంపక పౌనఃపున్యమును క్రింది సమీకరణ సహాయమున లెక్కించ వచ్చును.

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ఇచ్చట f = పౌనఃపున్యము —ఆవృత్తులు/సెకనుకు

$\pi = 3.1416$ (స్థిరాంకము).

L = కంపకవలయము యొక్క ఇండక్టెన్స్.

C = కంపకవలయము యొక్క కెపాసిటెన్స్.

రేడియో ప్రసారక కార్యమందు తరంగ దైర్ఘ్యమునకు దాని పౌనఃపున్యముతో సంబంధము ఉన్నది కనుక, ప్రసారితమైనది ఒక తరంగ రూపము. దీనికే 'వాహక తరంగము' అని పేరు.

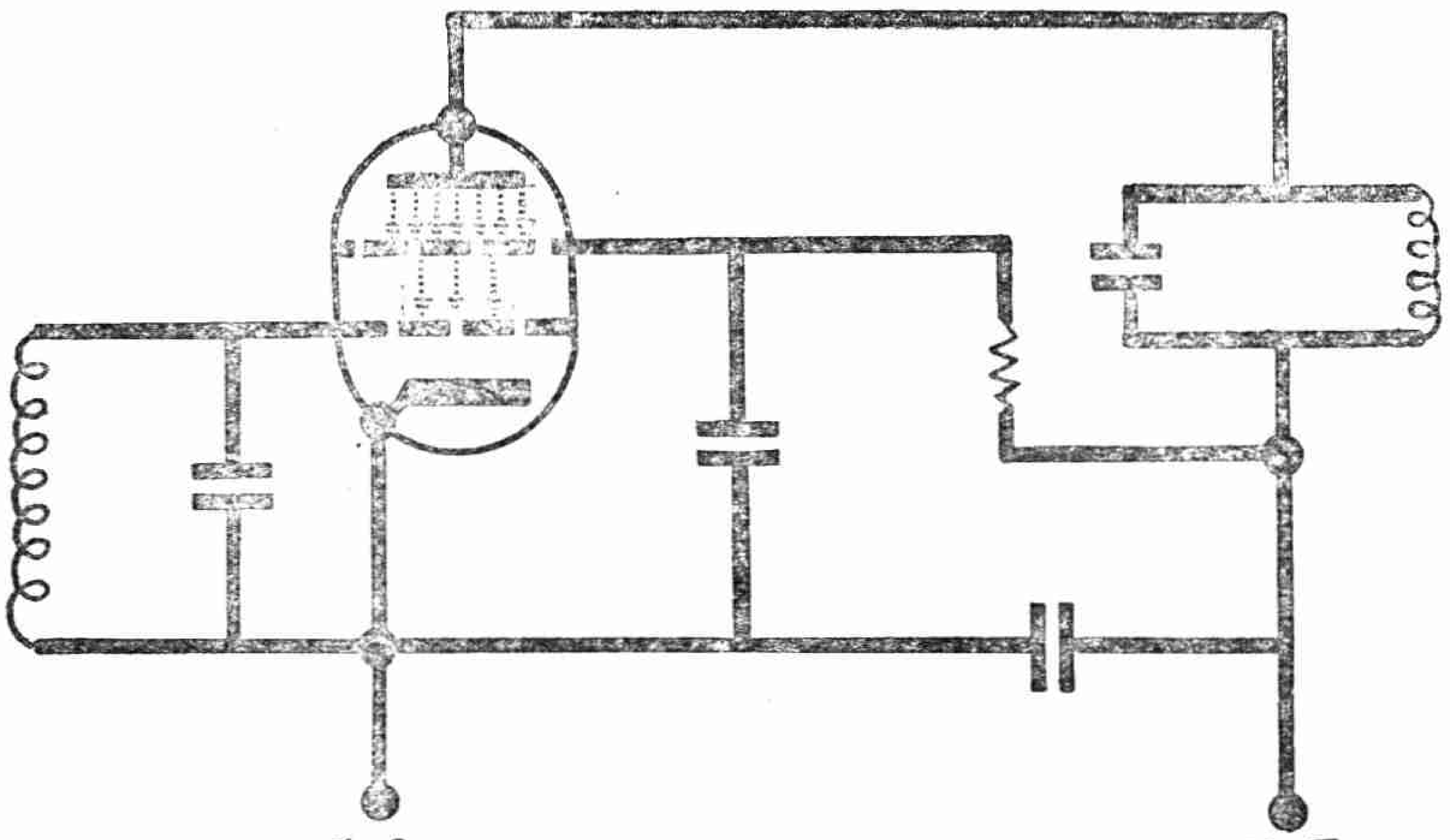
$V = f \times \lambda$. ఇచ్చట V = విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగ వేగము, 3×10^{3} మీ.(సెకనుకు.)

f = వాహక తరంగము యొక్క పౌనఃపున్యము సైకిళ్లు/సెకనుకు (హెర్జ్‌లు).

λ = ప్రసారక విస్పష్ట తరంగ దైర్ఘ్యము(మీటరులలో)

ఈ క్రింద పొందుపరచిన చిత్రము-10 కనినచో వాల్వు కంపకముగ ఎట్లు పనిచేయునో స్పష్టముగ తెలియును.

కంపన కార్య పూర్వవృత్తములు రెండు: 1. అధికీకరణము; 2. ప్రతీపపోషణము. వాల్వు యొక్క ఫలకము నుండి జనించిన సంజ్ఞను కొంత భాగము గ్రిడ్ వలయమునకు వెనుకకు తరలించుటకు 'ప్రతీప పోషణము' అని పేరు. ఈ ప్రతీపపోషణమందు సంభవించు నష్టములను అడంచుటకు అధికీకరణము అత్యావశ్యకము.

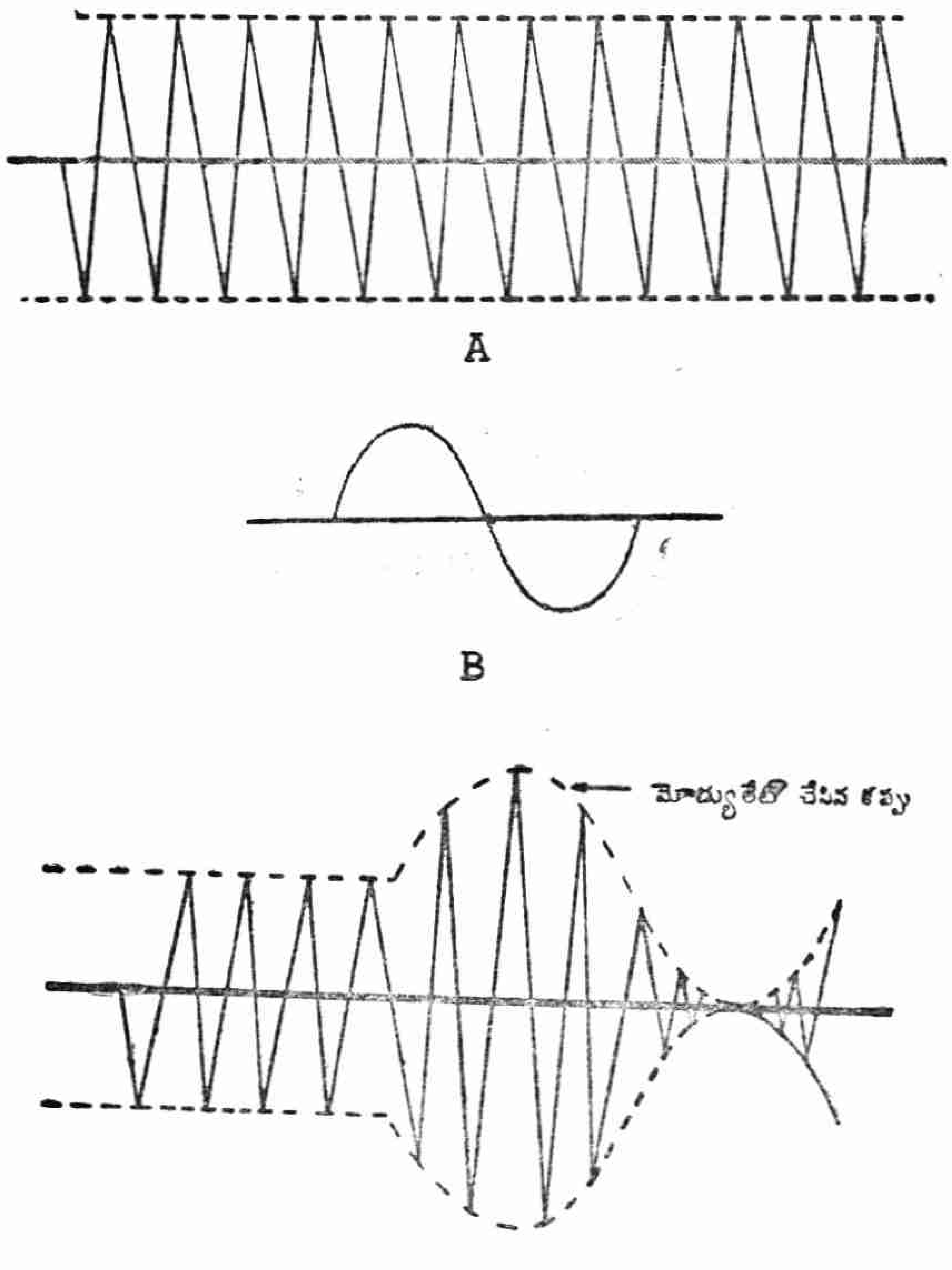


చిత్రము-10 మౌలికరకపు కంపకము

చిత్రము-10 లో ఒక మౌలిక రకపు కంపకము చూడ నగును. L అనునది ఒక చిన్న తీగెవలయము. ఇది ధన ఫలకము ఏ వలయములో ఉన్నదో దానికి కలుపబడి ఉన్నది. గ్రిడ్ వలయములో ఇది ఇంకొక తీగె వలయమునకు చాల దగ్గరగ ఉంచబడినది. ధనఫలక ప్రవాహము దగ్గర ఉన్న చిన్న తీగెవలయములోన ప్రవహించి, ఒక విద్యుత్తు అయస్కాంత క్షేత్రమును తన చుట్టూ స్థాపించుకొనును ఈ క్షేత్రము యొక్క బలము ధనఫలక ప్రవాహమందలి మార్పులకు అనుగుణముగ మారుచుండును. మారుచున్న విద్యుత్తు అయస్కాంత క్షేత్రము గ్రిడ్ వలయమును తాకునపుడెల్ల గ్రిడ్ వలయమందు వోల్టేజీ ప్రేరేపింపబడును. అందుచే విద్యుత్తు అయస్కాంత క్షేత్రము ద్వారా ఫలకమును గ్రిడ్ వలయముతో కలుపుటయే ప్రతీపపోషణ కార్యము. దీని పర్యవసానము ఏమనిన, వాల్వు యొక్క ధనఫలక ప్రవాహదోలన విస్తారము అనునదన పౌనఃపున్యమువద్ద మారును. ఇది చాల హెర్జ్‌లు ఉండ వచ్చును. ఒక ప్రసారము యొక్క పౌనఃపున్యమును నిర్ణయించునది ఇదియే.

టెలిఫోన్ (పరివర్తన కార్యము): ధ్వని తరంగములను గ్రహించి మైక్రోఫోన్ ఒక అస్థిరమైన (ఇటునటు ఊగులాడు) విద్యుత్తు ప్రవాహమును జనింపచేయును. రేడియో సాధనమును ఉపయోగించి ధ్వని తరంగముల సహాయమున సందేశార్థముల పంపుట, సంజ్ఞల మోర్స్ పద్ధతిని పంపుటకన్న చాల క్లిష్టతరమైన కార్యము. ధ్వనుల స్థితికాలములనే కాకుండ వాటి తీవ్రతను, వాటి స్వరోచ్చతలను కూడ రేడియో తరంగములు మోసికొని పోవలసి ఉన్నది. ధ్వనిలోని ఈ మార్పులన్నిటిని తీసికొని పోవుటకు రేడియో తరంగములు ఎట్లు మార్చబడునో ప్రక్కపుట (449) లోని చిత్రము - 11 లోని a, b, c, చిత్రములు చూపుచున్నవి [చూ. చిత్రము-11].

వేరు వేరు తరంగ సమూహాములకు బదులు టెలిఫోన్ (ధ్వని ప్రసారమును సృజించు రేడియో ప్రసారకము)



చిత్రము-11
ధ్వని ప్రసారమును సృజించు రేడియో ప్రసారకములు

వాహక తరంగ పరివాహమును పంపును. ఈ వాహక తరంగము మైక్రోఫోన్ ద్వారా పరివర్తితమగును. దీని ఫలితముగ ధ్వని విస్తారము, దాని పౌనఃపున్యమును పట్టి ఈ వాహకతరంగము హెచ్చు తగ్గులకు లోనగును. సంగ్రాహక వాల్వు గ్రిడ్ వాహకతరంగములో జనించిన ఈ మార్పులను దాని ఫలక ప్రవాహమునకు అందిచ్చును. ఋజూకృతమైన ఫలక ప్రవాహము చెవులకు తగిలించిన ఫోనులగాని లేదా లౌడ్‌స్పీకర్ (ధ్వని ప్రవర్ధకము)ను గాని ప్రవర్తింపచేయుటకు ఉపయోగించును. వి.వి.ఎల్. రావు.

తోళ్ల పదును : చెట్లనుండి లభ్యములగు బెరడు మొదలగు ద్రవ్యములతో తోళ్లను పదనుచేసి వాడుకకు పనికి వచ్చునట్లు చేయుట చాలకాలము నుండి మానవునికి తెలియును.

'టానిన్' అనుమాట పరస్పరము రాసాయనిక రచనా సంబంధము లేదా ప్రకృతిలో లభ్యమగు వివిధ వృక్షసంబంధమైన వస్తువులను తెలియజేయును. చెట్టుయొక్క కర్ర, బెరడు,ఆకులు, కొమ్మలు, కాయలు, వేళ్లు అన్నిటియందును కొద్దిగనో గొప్పగనో టానిన్ ఉండును.

టానిన్ ద్రవ్యము కార్బోహైడ్రేట్‌లు, లవణములు వీటితో కలిసి వృక్షముల జీవకణములందే విలీనమై ఉండును. జీవకణములో ఉండు ప్రోటోప్లాజమ్‌నకు సంబంధించిన ప్రోటీన్‌లను విరచకుండ అందలి టానిన్ ద్రవ్యములు కార్బోహైడ్రేట్‌లతో రాసాయనిక సంయోగమును చెందియున్నవను విషయమును 'లైయిడ్' అను రసాయనికుడు రుజువుచేసెను. ప్రకృతిలో తేజస్సంయోజన విధానమున టానిన్‌లు జనించినట్లు ఊహించవచ్చును. ఏలయన, వెలుతురు తగులక పాలిపోయి ఉండు చిగుళ్ళలోకన్న బాగుగా వెలుతురులో ఉన్న చిగుళ్ళయందు టానిన్ ద్రవ్యము ఎక్కువగా ఉన్నట్లు రుజువైనది.

సామాన్యముగా టానిన్‌లు అస్ఫాటిక ద్రవ్యములు. గాలిలోని తేమను గ్రహించు స్వభావము వీటికి గలదు. గాలికి, వెలుతురుకు చాల టానిన్‌లు రాసాయనికపు మార్పును చెందును. రాసాయనికముగా ఇవి అన్నియు పాలీహైడ్రాక్సీ ఫీనోల్‌లు.

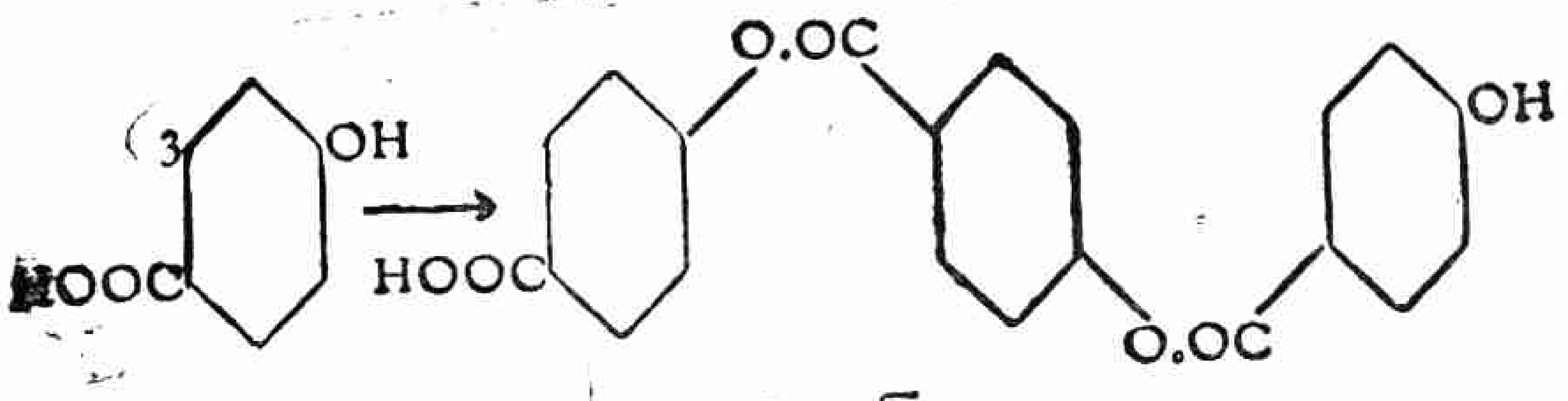
వర్గీకరణము : టానిన్‌ల రాసాయనిక స్వభావము ఆ ద్రవ్యమునుబట్టి మారుచుండును. కొన్ని టానిన్‌లు అకర్బ నామ్లసంపర్కమున పాలీ హైడ్రాక్సీ బెన్జీన్, కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లను [చూ. సం. 2-పు 320]. పంచదార వంటి తటస్థ పాలీహైడ్రాక్సీయౌగికములను కలుగజేయును. మరి కొంత అమ్లము చేర్చినవెంటనే క్లిష్టతర రచనగల అద్రావ్య ద్రవ్యములుగా మారిపోవును. ఈ ప్రవర్తనను అనుసరించి 'ఫ్రోయ్‌డెన్‌బర్గ్' ఈ క్రింది విధమున టానిన్‌లను వర్గీకరించెను: 1. జల విశ్లేష్యములు; 2. సంహతములు.

ఫీనోలిక్ కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లు పరస్పరము ఒకదాని ఫీనోల్ గణము ఇంకొకదాని కార్బాక్సిలిక్ గణముతోను, దీనికి విపరీతముగా కూడ సంయోగించి ఏర్పడు ఎస్టర్లు. వీటికి డెప్సైడ్లని పేరు.ఫీనోలిక్ కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ లుగాని డెప్సైడ్‌లు గాని,ఆల్కాహోల్ స్వభావముగల శర్కరలతో సంయోగించి ఏర్పడు ఎస్టర్లు. ఈ రెండు తరగతులును జల విశ్లేష్యజాతికి చెందినవి. సంహత టానిన్‌లు పైవాటికన్న చాల క్లిష్టరచన గలిగినవి. వీటియందు ఉండు ఘటకములు పరస్పరము పై తరగతి టానిన్‌లలోకన్న దృఢతరముగా బద్ధములై ఉండును. హైడ్రాక్సీ బెన్జోఫీనోన్‌లు, పాలీహైడ్రాక్సీసావోన్‌లనుండి ఉత్పన్నములగు యౌగికములు ఈ జాతికి చెందినవి.

జలవిశ్లేష్య టానిన్‌లు: డెప్సైడ్‌లకు ఉదాహరణములు—

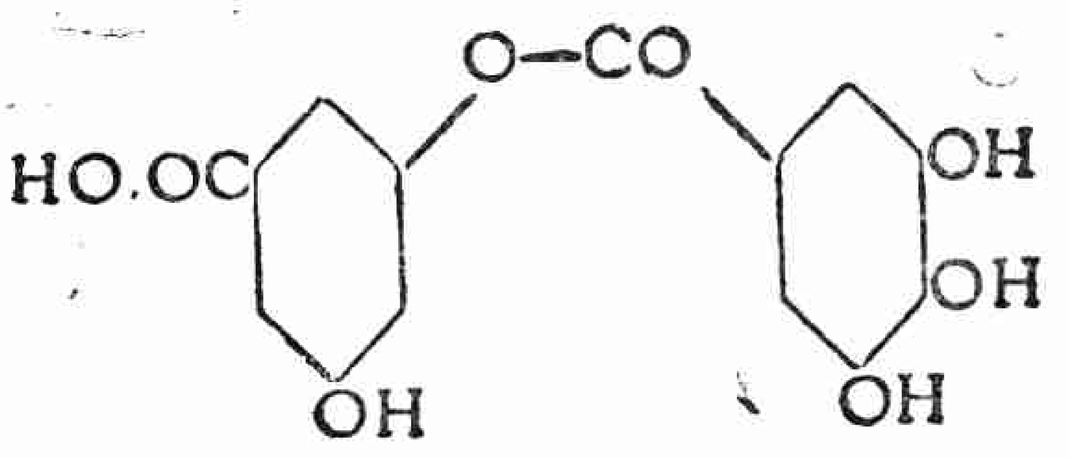
డైడెప్సైడ్: చూ. టానిన్‌లు-పు. 373.

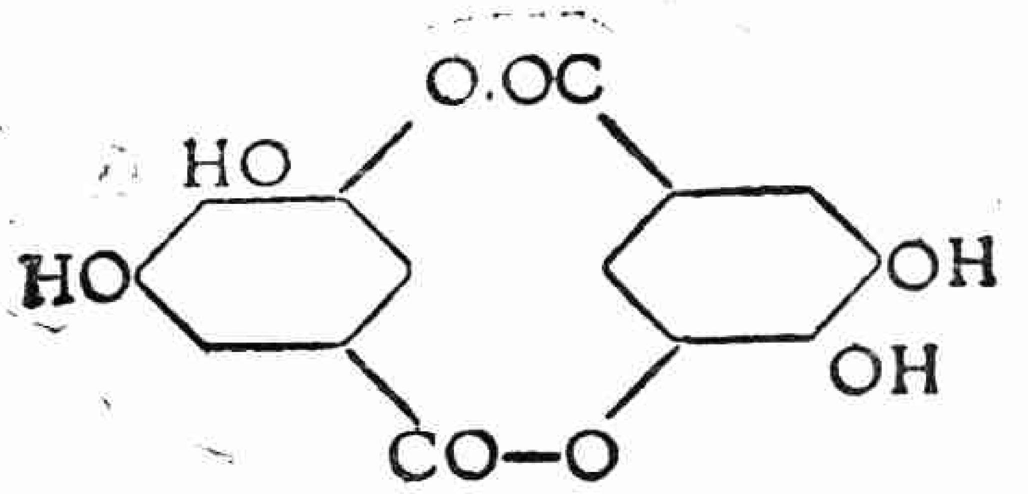
ట్రైడెప్సైడ్: మెటాడైగాలిక్ ఆసిడ్, ఎలేజి కామ్లము ఈ జాతికి చెందినవియే.



ట్రైడెప్సైడ్

మెటాడైగాలిక్ ఆసిడ్

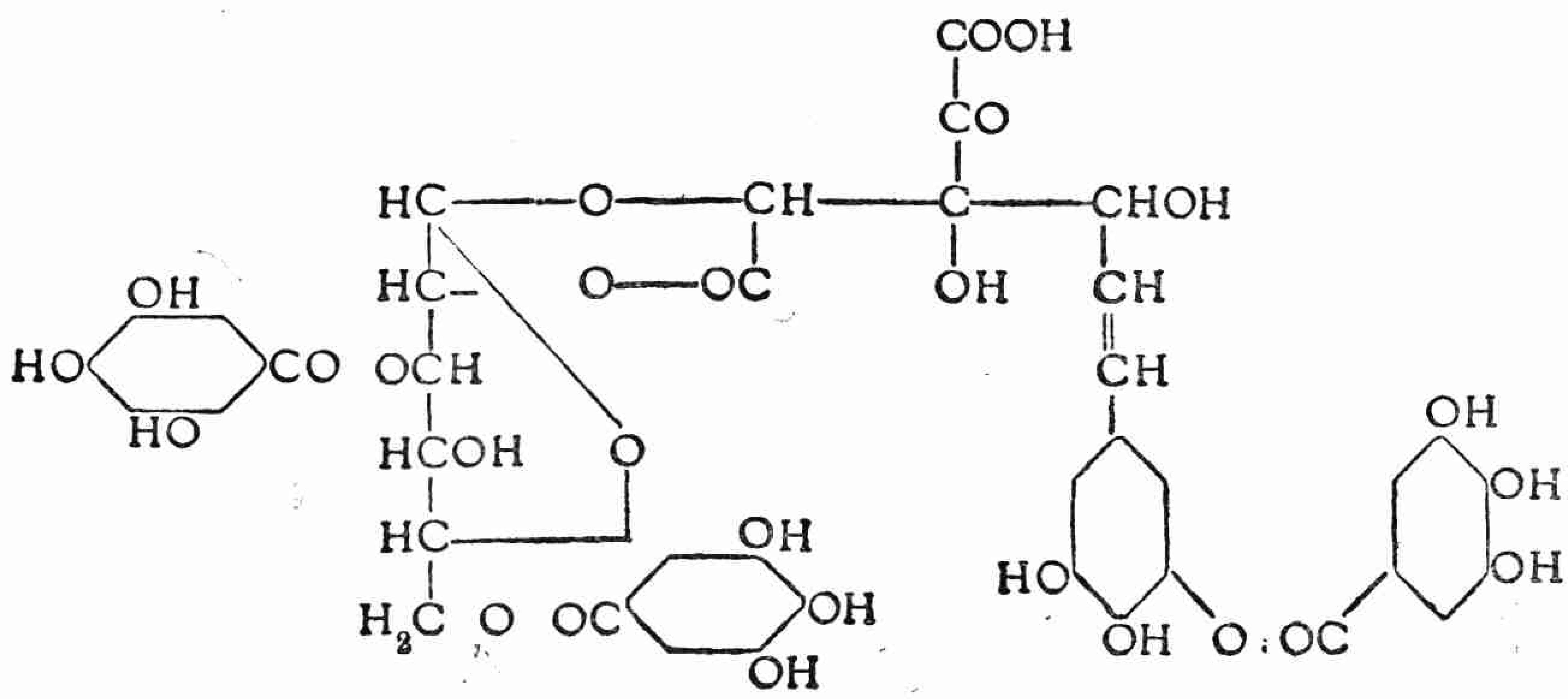




ఎలేజికామ్లము

మామిడికాయలనుండి తయారైన గాలోటానిక్ ఆసిడ్ కూడ ఈ జలవిశ్లేష్యజాతికి చెందినదియే.

చెబులినికామ్లము: కరక్కాయలలోనుండు టానిన్ ద్రవ్యములలో ఇది ఒక భాగము. దీని రాసాయనిక సాంకేతికము $C_{14}H_{34}O_{27}9H_2O$. ఇది కాంతి చైతన్యముగల యౌగికము. జలవిశ్లేషణఫలితముగా గ్లూకోజ్, గాలిక్ ఆసిడ్ $C_{14}H_{14}O_{11}$ అను సాంకేతికము ఈ ఆమ్లమునకు తాత్కాలికముగా నీయబడినది:

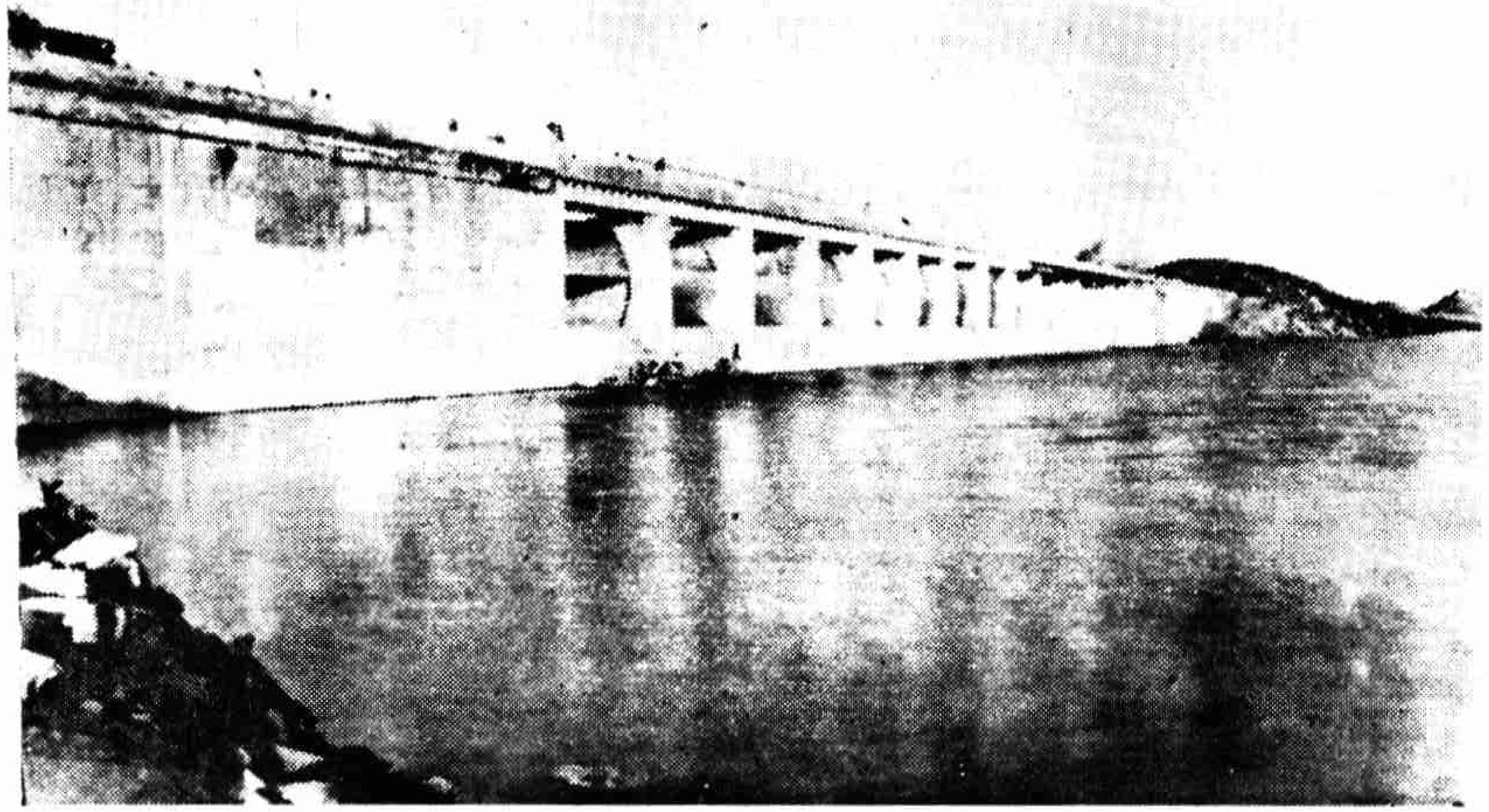


ఈ జలవిశ్లేషణజాతికి చెందిన చాల టానిన్‌లు, కరక్కాయలు, దానిమ్మచెక్క, డివిడివి మొదలగు వృక్షములందు కలవు. జలవిశ్లేషణ ఫలితముగా తక్కిన ద్రవ్యములతో పాటు ఇవి ఎలేజికామ్లమును ఇచ్చును. ఎలాగిటానిన్‌లు అని వీటి జాతినామము. పైన చెప్పినట్లు హైడ్రాక్సీబెన్జోఫీనోన్‌లు, పాలీహైడ్రాక్సీఫ్లావోన్‌లనుండి ఉత్పన్నములగు యౌగికములు సంహతటానిన్‌ల జాతికి చెందినవి. వీటి రాసాయనిక రచన ఇంకను నిశ్చయముగ తెలియలేదు.

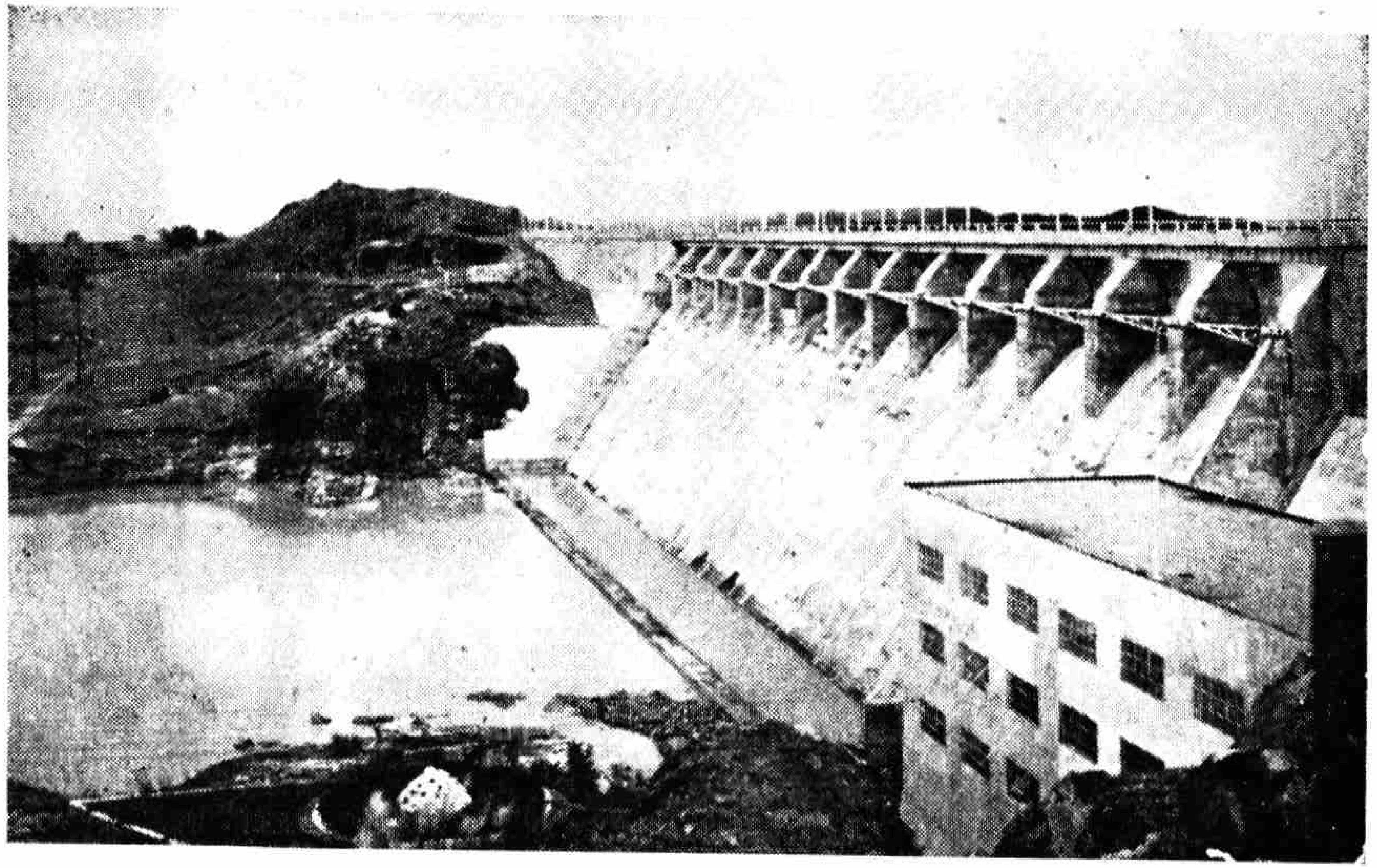
తోళ్ళను పదను చేయుటలో టానిన్‌ల ఉపయోగము: టానిన్ ద్రవ్యములలో ఒక్క టానిన్‌లే ఉండవు. వాటితో పాటు తోళ్లను పదనుచేయుటకు ఉపయోగించని మరికొన్ని ద్రవ్యములు కూడ కలవు. వీటిని సామాన్యముగా అటానిన్ ద్రవ్యములు అందురు. ఇవి ఉండుటవలన పదనుచేయుటకు ఉపయోగించు టానిన్ రసముల గుణములు మారిపోవును.

తోళ్ళను పదను చేయుటకు పూర్వము టానిన్ ద్రవ్యములో టానిన్ ఎంత ఉన్నదో నిర్ణయించవలెను. దీనికి ఈ క్రింది విధానము వాడుకలో ఉన్నది. నియతరాశి టానిన్ రసమునకు 10 గ్రా.ల హైడ్ (ముడిచర్మము) చూర్ణముతో కలిపి బాగుగా గిలకరించి, వడపోతవలన చూర్ణమును వేరు చేయుదురు. హైడ్ చూర్ణముచే గ్రహించబడిన టానిన్ ద్రవ్యాంశమే తోళ్ళను పదను చేయుటకు ఉపయోగపడును.

సంయోజిత టానిన్‌లు: సంయోజన పద్ధతివలన కృత్రిమముగా తయారగుచున్న ఈ టానిన్ ద్రవ్యములు పాశ్చాత్య దేశములందు క్రమముగా అధికముగా వాడుకలోనికి వచ్చుచున్నవి. ఇవి ప్రకృతిలో లభ్యములగు టానిన్‌లవలె తోళ్ళను పదను చేయుటకు ఉపయోగించును. గనుక వీటికి కృత్రిమ టానిన్‌లు అన్న పేరు తగి ఉన్నది. కాని, వీటి రాసాయనిక రచన ప్రకృతిలో లభ్యములగు టానిన్‌ల రచనను పోలి ఉండదు. వీటికి సిన్‌టాన్‌లు అని పేరు. మొట్టమొదటిసారి తయారైన సిన్‌టాన్, 'నిరాడోల్ డి' అను యౌగికము. ఫార్మాల్డిహైడ్‌ను ఫినోల్‌సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌తో సంహతించుటవలన ఇది ఏర్పడును. దీని రచనా సాంకేతికము 451వ పుటలోనిది.

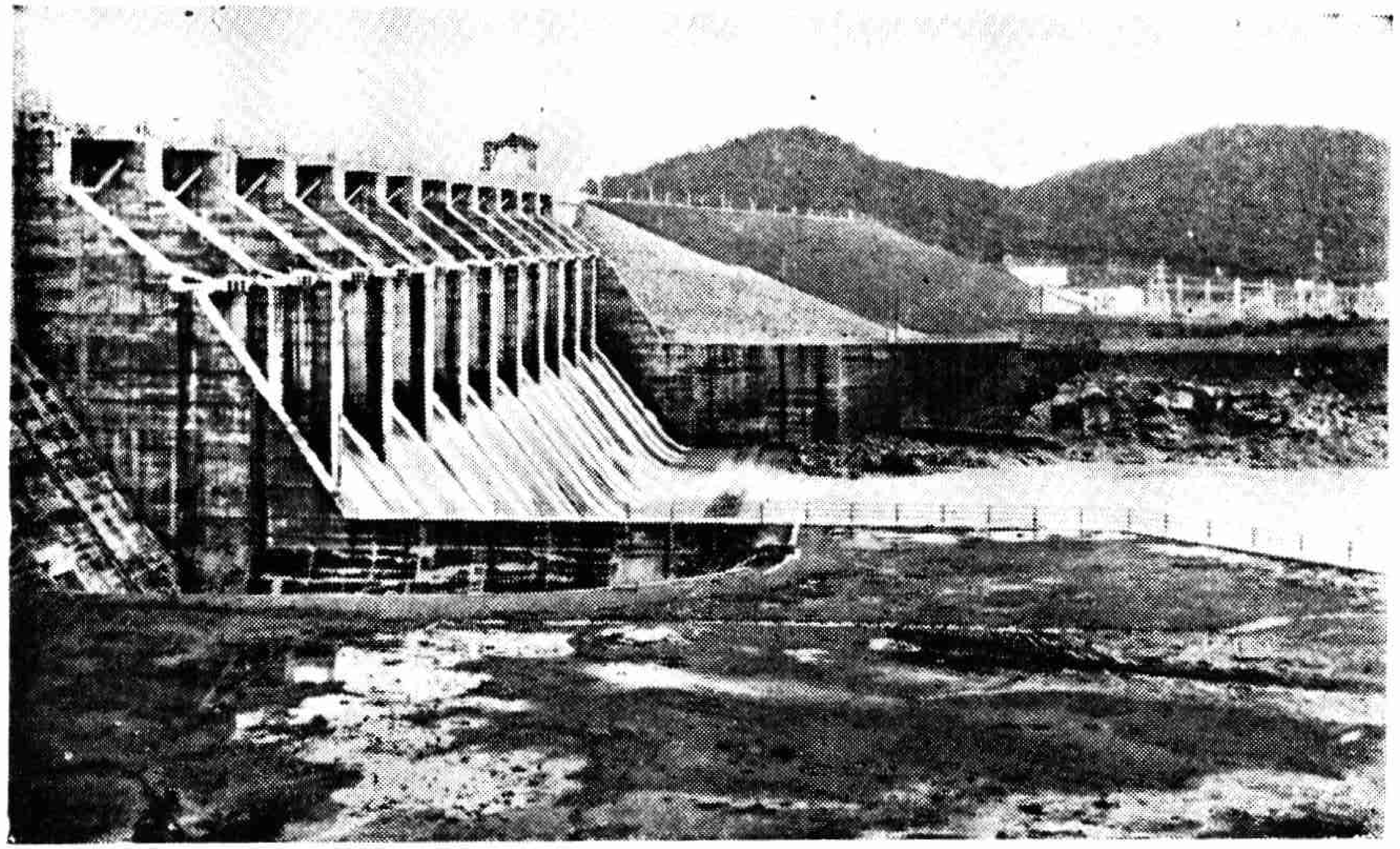


తిల్లాయియా డాము : (1953) జలవిద్యుత్తు కేంద్రము ; ఎగువ ప్రవాహామువైపు దృశ్యము. ఇందు 14 రేడియల్ గేట్లు బిగించబడినవి. (9 మీ × 3 మీ.)

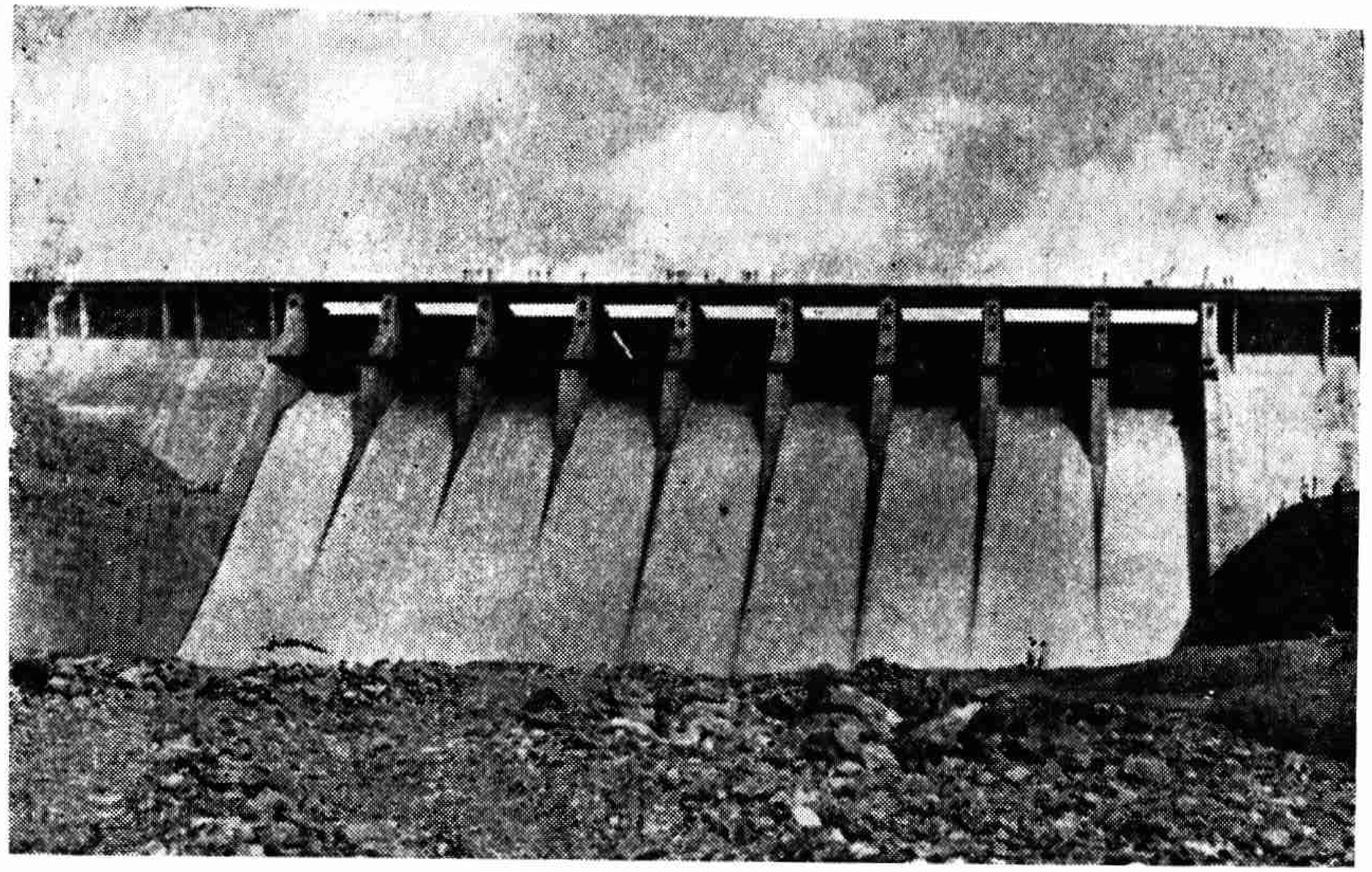


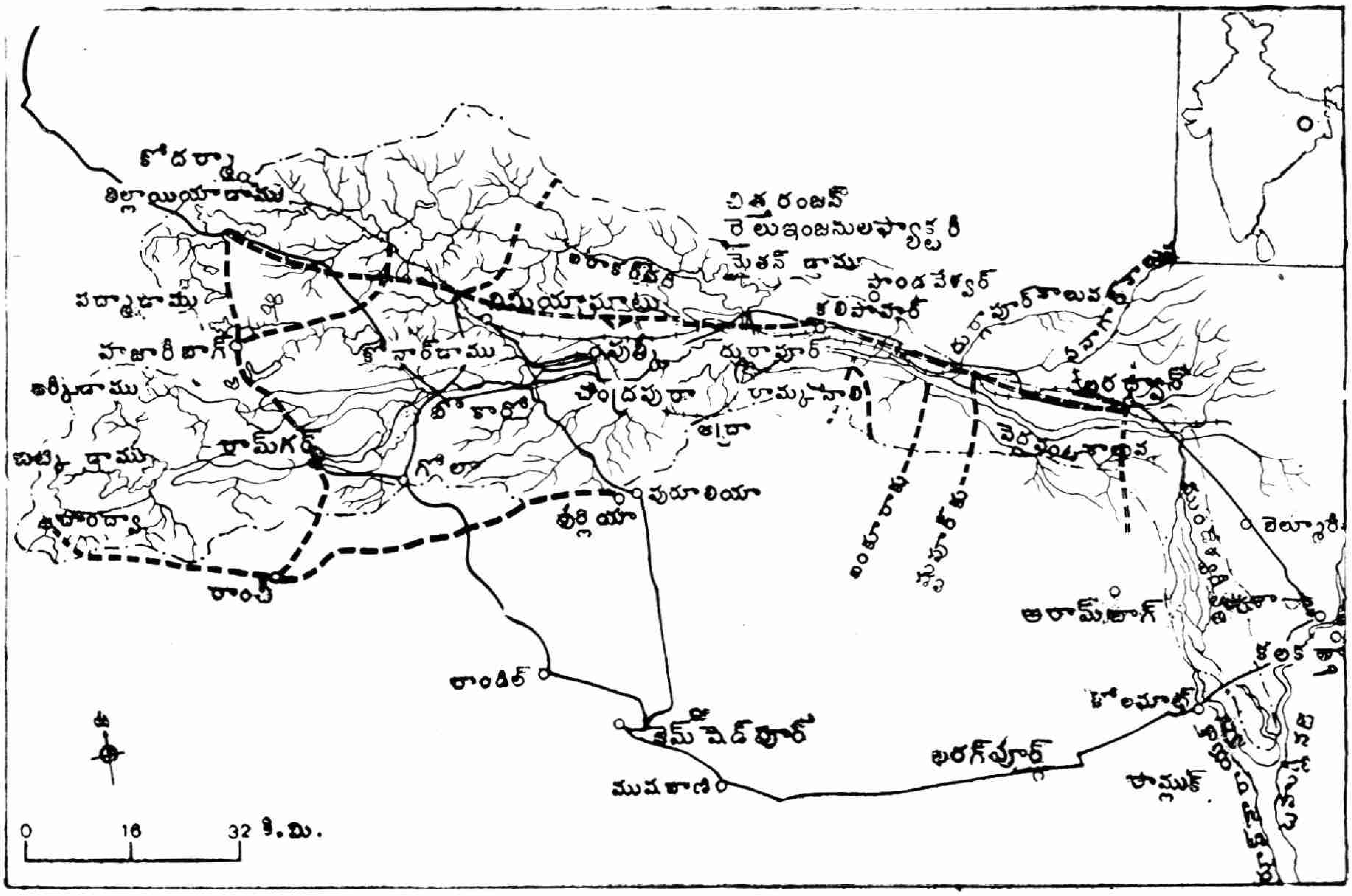
తిల్లాయియా డాము : (పొడవు : 365·8 మీ. ; ఎత్తు : 30·18 మీ.) దిగువ ప్రవాహపు దృశ్యము

↓ మైతాన్ డాము : పొడవు 994 మీ. ; ఎత్తు 49·4 మీ.

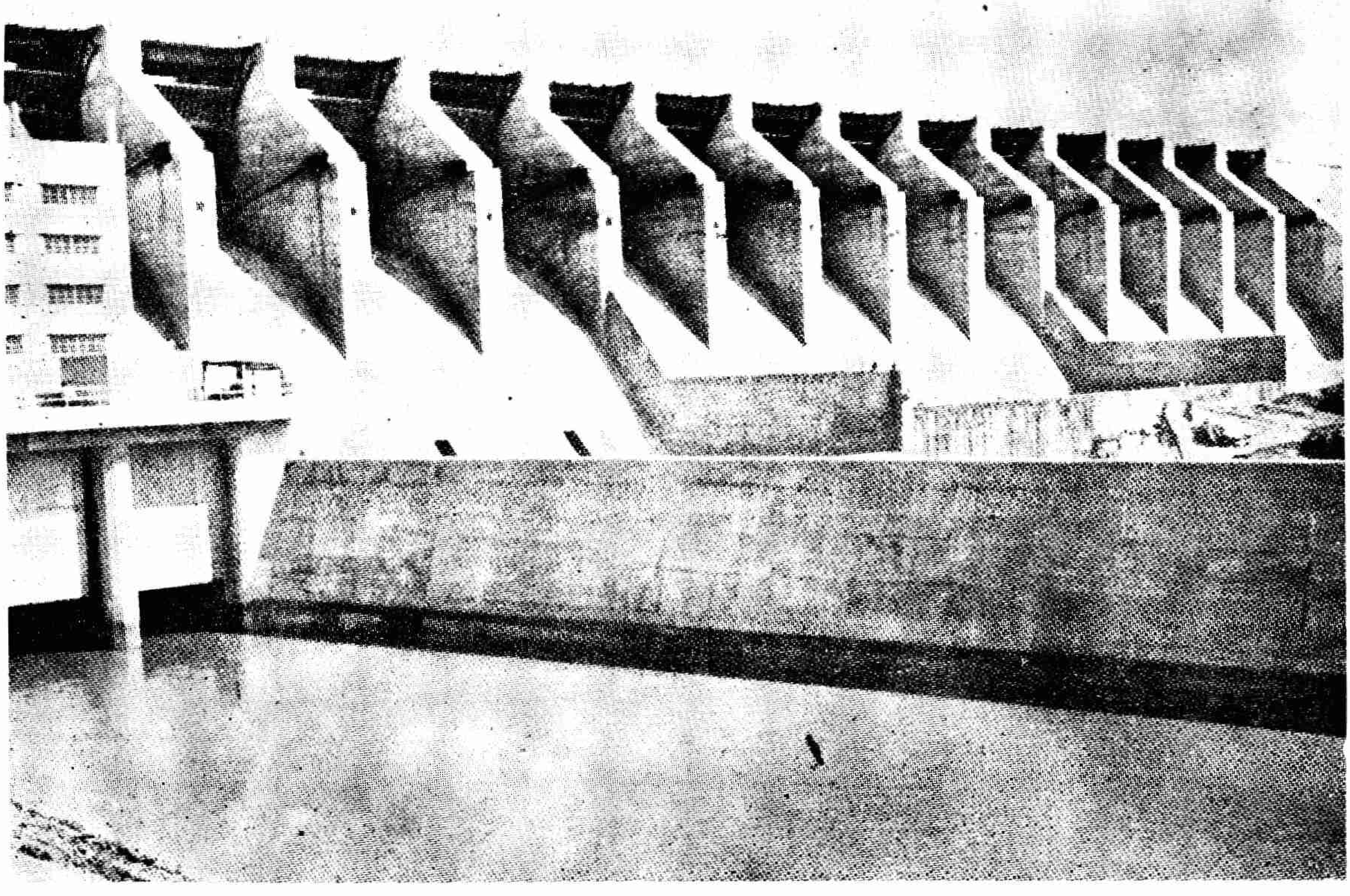


↓ కోనార్ డాము : (1955) బీహారు



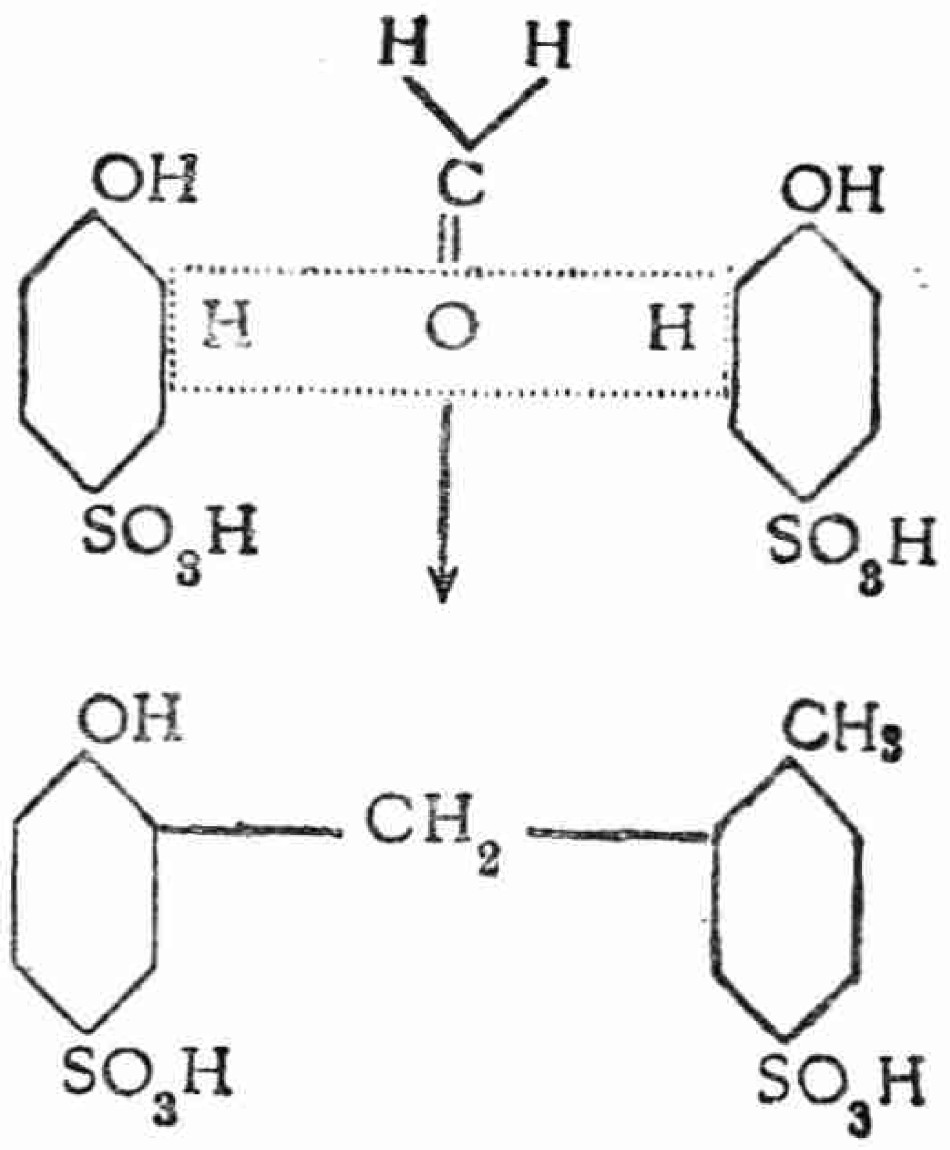


దామోదరలోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక



పాంశేట్ కొండ డాము: బీహార్ రాష్ట్రములోని ధాన్‌బాద్ జిల్లాలో దామోదర నదిపై నిర్మించిన డాము (1959). పొడవు: 2,545 మీ.; ఎత్తు 45 మీ.

ప్రారంభమున ఈ సిన్‌టాన్‌లు అను ప్రకృతి లభ్యము లగు టానిన్ ద్రవ్యములతో కలిపి ఉపయోగించెడి వారు. నేడు వీటినే కేవలము పదును చేయుటకు వాడుచున్నారు.



టానిన్ రసములు : మొదటి రోజులలో టానిన్ ద్రవ్యములను నేల తొట్టెలలో ఉంచి, నీటితో వాటి రసమును తయారుచేయుచుండెడి వారు. ప్రతిగోదామునందును ఇట్టి రసములు తయారుచేసి తోళ్ళను పదును చేయుటకు వాడుచుండెడివారు. తయారైన టానిన్ ద్రవ్యముల నుండి రసము తీసిన తరువాత ఈ రసమును సాంద్రీకరించి, వడపోసి, రంగును తొలగించి, గాలి సోకకుండ ఇగుర బెట్టుదురు. అందువలన ఈ రసములు ఇప్పుడు నియత సంఘట్టనముగల చూర్ణముల రూపమున గోదాములకు అందజేయబడుచున్నవి.

భారతదేశములో తోళ్ళను పదనుచేయు పరిశ్రమకు పనికివచ్చెడి ద్రవ్యములలో తంగేడుచెక్క ముఖ్యమైనది. ఇది ఆఫ్రికా దేశమునుండి దిగుమతియగు వాటిల్ బార్కుతో ఇంచుమించుగ సమానమైనది. మరికొన్ని ద్రవ్యములను కనుగొని తోళ్ళను పదనుచేయు పరిశ్రమ విషయములో దేశమును స్వయంపోషకముగా చేయుటకు తీవ్రప్రయత్నములు జరుగునున్నవి. కె. ఎస్. చౌదరి.

దామోదర లోయ ప్రణాళిక : దామోదర నది, బీహారు, పశ్చిమ బెంగాలు రాష్ట్రములలోని దాని ఉపనదులు, వీటి లోయలోని ప్రకృతి సిద్ధమైన వనరులను అభివృద్ధి పరచుటకు రూపొందింపబడిన సమగ్ర ప్రణాళికను 'దామోదర వాలీ కార్పొరేషన్' అను చట్టబద్ధమైన ఒక ప్రభుత్వ సంస్థ నిర్వహించుచున్నది. ఈసంస్థ యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని టెన్నసీ వాలీ అథారిటీ [చూ. పు. 375]అను సంస్థ నమూనాపై ఏర్పరుపబడినది. దామోదరనది ఛోటా నాగపూర్ కొండలలో పుట్టి, బీహారులో ఆగ్నేయ దిశగా 290 కి. మీ. మేర ప్రవహించి, రాణీగంజ్‌కు దిగువన పశ్చిమ బెంగాలు మైదాన ప్రాంతమును చొచ్చి, అక్కడ ఉన్నపాటున దక్షిణ దిశగా తిరిగి, కలకత్తాకు 48 కి. మీ. దిగువన హుగ్లీ నదిలో పడుచున్నది. దామోదర లోయలోని నదుల పరీవాహా ప్రాంతము రమారమి 23,930 చ. కి. మీ.

దామోదర లోయ ప్రణాళిక ఒక బహుళార్థ సాధక ప్రణాళిక. నదిపై వరుసగా కొన్ని డాములను నిర్మించి, వాటివద్ద నదీ జలములను నిలిపి ఉంచి, వరదలను నియంత్రించుట; డామువద్ద అటకాయించి నిలిపిన నీటిని సాగుబడికి, విద్యుత్తు ఉత్పత్తికి, నౌకాయానమునకు వినియోగించుట; పట్టణములకు, పరిశ్రమలకు నీరు సరఫరా చేయుట; చేపల పెంపకము, మలేరియా నివారణము మొదలగు పనులను పెంపొందించుట ఈ ప్రణాళికలోని ముఖ్యాంశములు.

ప్రణాళిక మొదటి దశలో తిల్లాయియా, కోనార్, మైతన్, పంచేత్ కొండల వద్ద నాలుగు డాములు నిర్మించుటకు, కోనార్ మినహా మిగిలిన మూడు డాములవద్ద జల విద్యుత్తు కేంద్రములను నిర్మించుటకు సంకల్పింపబడెను. ఈ డాములు 7,250 చ. కి. మీ. ప్రాంతమును వరద దెబ్బ నుండి కాపాడును. ఇచ్చటి రిజర్వాయరుల నుండి నియంత్రింపబడిన జల ప్రవాహము దుర్గాపూర్ వద్ద నిర్మింపబడు బరాజు నుండి కాలువల, చిన్న కాలువల ద్వారా సేద్యపు భూములకు తరలింపబడును. దీనివలన ప్రాత ఆండర్‌సన్ ఆనకట్ట ద్వారా కొంతవరకు నీరు పొందుచున్న 7,500 హెక్టేరుల భూమితో సహా దాదాపు 4.04,600 హెక్టేరుల ప్రాంతమునకు పంటనీరు అందును; 3.5 లక్షల టన్నుల అదనపు ఆహార ధాన్యములు పండును; 9,79,000 కిలోవాట్టుల విద్యుత్తు ఉత్పాదింపబడును. నదిలో నీరు తక్కువగా ఉన్న కాలమున తగ్గిపోవు విద్యుత్తు ఉత్పత్తిని పూరించుటకు బొకారో, దుర్గాపూర్, చంద్రాపూర్ వద్ద నిర్మింపబడిన తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములు కూడ ప్రణాళికలో చేరినవే.

దేశపు మొత్తపు విద్యుత్తు ఉత్పత్తిలో 10 వ వంతు దామోదర వాలీ కార్పొరేషను ఉత్పాదించును. జమ్‌షడ్‌పూర్, దుర్గాపూర్, బరన్‌పూర్, కుల్టీ నగరముల ప్రధాన పరిశ్రమలు, దేశపు మొత్తపు నేలబొగ్గు ఉత్పత్తిలో 80% ఉత్పత్తిని చేయు జరియా, రాణీగంజ్ నేలబొగ్గు గనులు ఈ కార్పొరేషన్ నుండియే విద్యుత్తు సరఫరా పొందుచున్నవి.

దుర్గాపూర్ బరాజు : తిల్లాయియా, కోనార్, మైతన్, పంచేత్ కొండ డాముల నుండి పంట పొలములకు నీరు

పారించుటను సులభము చేయుటకు దుర్గాపూర్ వద్ద పాత ఆండర్సన్ వెయిర్ స్థానమున ఈ బరాజు నిర్మింప బడినదని చెప్పితిమి. ఇందలి ముఖ్య నిర్మాణములు: 1. బరాజు (పొడవు: 692 కి. మీ.); 2. కుడి, ఎడమ కాలువలు (పొడవులు: 88.5 కి. మీ., 136.7 కి. మీ.); 3. ఉపకాలువలు, పిల్ల కాలువలు (పొడవు: 2,253 కి.మీ.).

ఎడమ కాలువ నౌకాయానమునకు కూడ సదుపాయ కరము. అది రాణీగంజ్ నేలబొగ్గు గనుల నుండి కలకత్తా పారిశ్రామిక ప్రాంతమునకు (రైలు, రోడ్డు రవాణాకు బదులుగా) బొగ్గు రవాణాకు కూడ ఉపకరించును. ఈ కాలువ, దాని పిల్ల కాలువలు కలిసి బరద్వాన్, హుగ్లీ. హౌరా జిల్లాలలోను; కుడికాలువ ఇతః పూర్వము సేద్యపు నీటికి నోచుకొనని బరద్వాన్, హుగ్లీ, బంకూరా జిల్లాల లోని ప్రాంతములకును సాగుభూములకు నీరు అందించును [చూ. ఎన్నసీలోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక-పు 375] కె. వి. కృ.

దారములు, కృత్రిమ : కృత్రిమ దారముల ఉత్పత్తి 1900లో ప్రారంభమైనది. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 1910లో ప్రారంభమై అచిరకాలముననే విశేష అభివృద్ధి కాంచినది. 1954 లో వాటి ఉత్పత్తి 120 కోట్ల పౌనులు*; 1960లో ఒక్క సెల్యులోస్ దారముల ఉత్పత్తియే 575-3 కోట్ల పౌనులమేరకు పెచ్చినది [చూ. పు. 100].

ఎమిల్ ఫిషర్, హెర్మన్ స్టాలింజర్ 1920-1930 మధ్య ప్రత్తి, పట్టు, స్టార్చి మున్నగు ద్రవ్యముల అణువు లను గురించి చేసిన పరిశీలనలను తదుపరి వాలెస్‌కోరోడర్స్ బలపరచిరి. పరిశోధనాలయములలో కృత్రిమ దారములు ఎన్నో తయారు చేయబడినను, వాటిలో కొన్ని మాత్రమే వ్యాపారసరళిలో వాడుకలోనికి వచ్చినవి.

కృత్రిమదారములు నాలుగురకములు. అవి: 1. రయాను (సెమిసింతటిక్) దారములను, సెల్యులోస్‌ను యౌగికముగా మార్చిన తరువాత తిరుగ మార్చబడిన(రీజనరేటెడ్)ఆసెల్యు లోస్ యౌగికమును సాధారణముగా రయాను అందురు. సెల్యులోస్ ఆసిటేట్‌ను కూడ రయానుగా మార్చుట కద్దు; 2. సింతటిక్ దారములలో పోలీ ఎమైడ్,పోలీ ఎస్టరు, పోలీ ఆక్రిలిక్, పోలీ విన్రైల్, పోలీ ఓలిఫైన్ అనునవి రెసిన్‌ల నుంచి తయారు అయినవి; 3. అకర్బనములలో గాజుదార ములు, ధాతుదారములు మొదలగునవి; 4. రీజనరేటెడ్ ప్రోటీను దారములు.

కృత్రిమ దారములు చాల నిడుపైన, దీర్ఘ శృంఖల రచన కల బహ్వణుక యౌగికము (లీనియర్ పోలిమర్)లు. కృత్రిమదారముల అణువులోని పరమాణు రచన, రాసా యనిక బంధము, రాసాయనిక ప్రకృతి ప్లాస్టిక్ తత్త్వము నుండి స్ఫటికములుగా విడివడని గుణములను అనుసరించి ఆ దారముల మన్నిక, సాగుడు గుణము, చూచుటకు అందము మొదలగునవి ఏర్పడును. దారముల గుణముల మీదనే వాటితో నేసిన గుడ్డ నాణ్యము, మన్నిక, సౌకర్యము ఏర్పడును.

దారములు రెండు రకములు: 1. నిడుపైన దారము; 2. చిన్న ముక్కలనుంచి పేనిన దారము. ఈ చిన్నముక్క లను స్టేపిల్ ఫైబర్ అందురు, 25.4 మి మీ-110 మి.మీ. (1-"4½") వరకు ఉండును. రెండు, మూడు భిన్నములైన ముక్కలను పేని, ఒకే దారముగా పేనిన ఆ దారము యొక్క, గుడ్డల యొక్క స్వభావమును కావలసిన రీతిగా మార్చవచ్చును.

మామూలు నిడుపైన దారము తీయుటకు స్పిన్న రెటులో 20 నుంచి 200 వరకు కన్నములు ఉండును. స్టేపిల్ ఫైబర్ తయారీకి 20,000 కన్నములు ఉండును. ఈ సన్న దారములను ఒక మోకుగా కట్టి చిన్నచిన్న ముక్కలుగా కోయుదురు.

పరిశోధనల ద్వారా ఎక్కువ బలము గల దారములు తయారు చేయుటచే మోటారుకారు టైరులలో వాడుట కును, ట్రక్కు టైరులలో వాడుటకును, ఇస్త్రీచేయు బట్టల తయారీకిని, బెల్టుల నేతకును అనువైన దారముల ఉత్పత్తికి కారకములయే దారము తయారగు నపుడు బలిమిగా సాగదీసిన గట్టి దారము ఏర్పడును.

దారపు నాజూకును డినయర్*లలో కొలుతురు. సాధారణముగా ఒకేసారి 150 డినయర్‌ల దారమును తయారుచేయుదురు. కావలసినపుడు 50 నుంచి 400 డిన యర్‌ల వరకు కూడ తయారు చేయవచ్చును. దారమును వడుకుటలో సజలము, నిర్జలము, వేడి-కరగు పద్ధతి అను మూడు విధానములు వాడుకలో ఉన్నవి. వేడి-కరగు పద్ధతిని నైలాన్, డెక్రాన్, సరన్, పోలీ ఎతిలీన్ మున్నగు వాటికి వాడుదురు. తగు ద్రావకములో కరగించి వడుకు నిర్జల పద్ధతిని ఆసిటేట్ రయాన్‌కును, ఆర్లాన్ విన్యాస మునకును వాడుదురు. విస్కోస్, డైనెల్, వికారా మున్నగు వాటికి సజలపద్ధతిని వాడుదురు.

దారపు గుణములు : తన్యతా బలము, తెగుటకు పూర్వము అధికమైన నిడివి (ఎలాంగేషను), స్థితిస్థాపకత (ఎలాస్టిసిటీ మాడ్యులస్), తిరిగి తిరిగి నొక్కుటచే కలుగు బలహీనత, నలిపినపుడు మరల తేరుకొనుగుణము, నీటి ఆవిరిని పొందు గుణము, తడుపుగుణము, ఎలక్ట్రో స్టాటిక్

*ఒక పౌను = 0. 453 కి. గ్రా.

* డినయర్ = 9000 మీటర్ల దారము. దీని బరువు ఒక గ్రాము.

గుణములు, రంగు, తళుకు, సాంద్రత, వెలుతురునకు, వేడిమికి, ఆరుబయట తట్టుకొను గుణము ఉండుట, బూజు పట్టుట, ఇస్త్రీచేయుట, ఉతుకుట, పురుగుల తాకిడికి, రాసాయనికములకు, రాసాయనిక ద్రవ్యములకు తట్టుకొను గుణము. ఈ పైన చెప్పినవన్నియు పరిశీలించి, నలగని, చేతికి మృదువైన హాయినిచ్చు, సులువుగా ఉతుకుటకు వీలైన, మన్నికగల, మురిపించు రంగుగల, తళతళమను బట్టల తయారీని నిర్ణయించుదురు. పై లెక్క ప్రకారము ఒక దారమునకు అన్ని గుణములు ఉండవు గాన, వివిధములైన దారముల కలయికచే-అనగా స్టేపిల్ దారముచే-కావలసిన గుణములు కల బట్టలు తయారుచేయ వచ్చును.

మన్నికకు, రాపిడికి తట్టుకొనుట	తన్యతా బలము కలది; అధిక సాగుడు కలది	నైలాన్, పోలీ ఎస్టరు దారములు.
మన్నుకు నిలుచునది	నునుపైనది	కరుగబెట్టిన ద్రవమునుంచి తయారైన దారములు.
త్వరగా ఆరునవి	దారములో తక్కువ నీరు కలిగినది	పోలీ ఎస్టరు, పోలీ అక్రిలిక్, పోలీ వినైల్, నైలాన్, ట్రై అసిటేట్.
చలికాలమునకు వాడుకకు	ముతక బట్టలకు	అక్రిలిక్‌లు - ముఖ్యముగా
ఎండకాలపు హాయికి	చెమటను ఆర్పుటకు సన్నని బట్టల తయారీకి	పోలీ అక్రిలిక్‌లు, రయాను మిశ్రములు
వెలుతురుకు, రాసాయనిక ద్రవ్యములకు ఆమ్లములకు, క్షారములకు తట్టుకొనుట		ఫ్లోరిన్ - కరిగిన కార్బనిక దారములు. పోలీ అక్రిలిక్‌లు.
ముడతలు పడని బట్టలు	—	పోలీ ఎస్టరులు, పోలీ అక్రిలిక్, నైలాన్, ట్రై అసిటేట్
నలగని బట్టలు		నైలాన్ మున్నగు సింథటిక్‌లు.

రయాన్‌కు కావలసిన ముడి పదార్థములు: ప్రత్తిని విడదీసిన తరువాత గింజకు అంటుకొని ఉండు చిన్న పీచును లింటరులు అందురు. వీటిని 1-10% కాస్టిక్ సోడా ద్రావములో 20 - 100 వాతావరణముల ప్రేషము వద్ద 2 - 6 గంటలు వండి, కడగి విరంజనము (బ్లీచ్) చేయుదురు. ఆమ్లములో నానబెట్టి అకర్బన పదార్థమును తీసి వేయుదురు. దీనినే రాసాయనిక ప్రత్తి (98% సెల్యులోస్ కలది) అందురు. ప్రస్తుతము దీనితో పాటు సల్ఫైట్ గుజ్జు [చూ; కాగితపు పరిశ్రమ] కూడ వాడుచున్నారు.

విస్కోస్ విధానము: క్రాస్ - బెవాన్‌చే కనుగొన్న ఈ విధానము ప్రస్తుతము అన్నిటిలో ముఖ్యమైనది. మొత్తము కృత్రిమ దారములో 80% పైన ఈ పద్ధతి ప్రకారము తయారగుచున్నది. ఏలనన, ఈ దారపు పుష్టి' వాడుక, మన్నిక మిగతా వాటికన్న అధికము. 1849 లో పాలీ చే పేటెంటు చేయబడి, 1910 నుంచి యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో వ్యాపార సరళిలో కొనసాగుచున్నది. పైన పేర్కొనబడిన లింటరులు కాని, సల్ఫైట్ గుజ్జులు కాని, మిశ్రము కాని 18% సోడాక్షారములో (12°C వద్ద) కరగించిన 2-3 గంటలలో సోడా సెల్యులోస్ లభించును:

$$\underset{\text{సెల్యులోస్}}{(C_6 H_9 O_4 OH)_x} + x\,NaOH \longrightarrow \underset{\text{సోడా-సెల్యులోస్}}{(C_6 H_9 O_4 ONa)_2} + x\,H_2O$$

మిగులు దారము నుంచి ముద్దను ప్రెస్సులలో వేరు చేసి, కేకును మెత్తటి ముద్దగా చేసి ఒకటి రెండు రోజులు చల్లని ప్రదేశములో ఎండనిత్తురు. 10 కిలోల ముద్దకు 1 కిలో CS_2 తో తిరుగు డ్రమ్ములలో కలిపి, ఆరంజి ముద్దను కాస్టిక్ సోడా ద్రావణములో కరగబెట్టుదురు, సెల్యులోస్ జాంతేట్‌గా మారును:

61% సెల్యులోస్ 8% NaOH కల ఈ చిక్కని ద్రావణమును రెండు మూడు రోజులు ఉంచి, పలుమారులు వడపోసి (అవసరమైనచో TiO_2 రంగులతో కలిపి) గాలి బుడగలు తీసివేసి (టాంటాలమ్ వంటి ధాతు) స్పిన్నరెటులోని చిన్న రంధ్రముల గుండా ప్రేషముతో నొక్కుదురు (TiO_2 - తళ తళగా ఉండుటను తగ్గించును). ఈ సన్నని ద్రావణపు ధారలు $NaHSO_4$- మున్నగు పదార్థములు గల ద్రావములోనికి పోగా దారములు ఏర్పడును. ఈ ఆమ్లము సెల్యులోస్‌ను తిరిగి అవక్షేపించును. ఈ రీజెనరేటెడ్ సెల్యులోస్ దారములు ఒక దానితో ఒకటి అంటు

కొనకుండ ఉండలు చేసి కడిగి (1%) Na_2S ద్రావణము గుండా పంపిన గంధకపు యౌగికములు దారములో నుండి విడివడును. తరువాత దారమును ($NaOCl$ తో) విరంజనము చేయుదురు.

$NaOH$ ద్రావణములోనికి పంపుదురు. ఆ దారమును 1.5% H_2SO_4 ద్వారా పంపి లోగా ఇమిడియున్న రాగి యౌగికములను తీసివేయుదురు. మరల కడగి, వడకి బట్టలను నేయుదురు. ఇందులో దాగిఉన్న అనేకమైన పదార్థ

$$\left(C_{18}H_{27}(OH)_{12}O-C\begin{matrix}=S\\ -SNa\end{matrix}\right)_x + \frac{x}{2}H_2SO_4 \rightarrow (C_6H_9O_4OH)_3x + x\,CS_2 + \frac{x}{2}Na_2SO_4$$

చాల భాగము స్టేపిల్ దారముగా తయారు చేయుదురు. రంధ్రముల గుండా కాక పొడవైన కన్నము (స్లిట్) గుండా పంపిన విస్కోస్ కాగితము తయారగును. దీనిని విరంజనము చేసిన తరువాత గ్లిసరిన్‌లోకి పంపుదురు. విస్కోస్ స్పాంజి కూడ తయారు చేయవచ్చును.

క్యూప్రమోనియమ్ పద్ధతి: ఈ పద్ధతి 1890 లో డెపేచే పేటెంటు కాబడెను. 1904 లో ఇంగ్లండులో కొర్టాల్డ్స్ సంస్థచే తయారు ప్రారంభమయ్యెను.

వస్తువులను మరల శుద్ధిచేసి వాడుకలోనికి తీసికొనిరావచ్చును.

ద్రావణమును దారముతీయు పద్ధతి: దీనిని 5దశలలోనడిపినప్పుడుసిల్కును పోలు మెత్తదనముగల దారము ఏర్పడును.

నైట్రేట్ రయాన్ (షార్డానే విధానము): ప్రత్తిలోని ముఖ్య పదార్థము సెల్యులోస్. దాని అణు రచన క్రింద ఇవ్వబడినది. ఇట్టివి 3000 - 3500 వరకు యూనిట్లు ఒక అణువులో ఉండును.

$$(C_6H_9O_4ONa)_x + x\,CS_2 \longrightarrow \left(C_6H_9O_4-O-C\begin{matrix}=S\\ -SNa\end{matrix}\right)_x$$

సెల్యులోస్ జాంతేట్ †

$$3\left(C_6H_9O_4-O-C\begin{matrix}=S\\ -SNa\end{matrix}\right)x + 2x\,H_2O \longrightarrow \left(C_{18}H_{27}O_{12}(OH)_2\;O-C\begin{matrix}=S\\ -SNa\end{matrix}\right)_x + 2x\,CS_2 + 2x\,NaOH$$

కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునకు కాస్టిక్ సోడా కలుపగా వచ్చు కాపర్ హైడ్రాక్సైడ్‌ను వడపోసి అమోనియా ద్రావణములో కరగనిత్తురు. ఇదియే స్వెట్జరు ద్రావణము.

ప్రత్తిని నైట్రిక్ ఆసిడ్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రమునందు ఉంచిన ట్రైనైట్రోగ్లిసరిన్ ఏర్పడును. దీనినే పైరోక్సిలిన్ అని కూడ అందురు. 12.4 - 12.8% వరకు నైట్రోజన్ ఉండిన తుపాకి మందుగ వాడుదురు. 12%

$$\underset{\text{సెల్యులోస్}}{(C_6H_{10}O_5)_x} + \underset{\text{స్వెట్జరు ద్రావణము}}{\underline{Cu(OH)_2 + NH_3 + H_2O}} \longrightarrow \text{సెల్యులోస్ ద్రావణము}$$

$$\text{సెల్యులోస్ ద్రావణము} + NaOH\,(5\%) \longrightarrow \text{ఆంశికముగ గడ్డకట్టిన సెల్యులోస్}$$

$$\text{ఆంశికముగా గడ్డకట్టిన సెల్యులోస్} + H_2SO_4\,(1\tfrac{1}{2}\%) \longrightarrow (C_6H_{10}O_5)_x\ \text{రిజెనరేటెడ్ సెల్యులోస్}$$

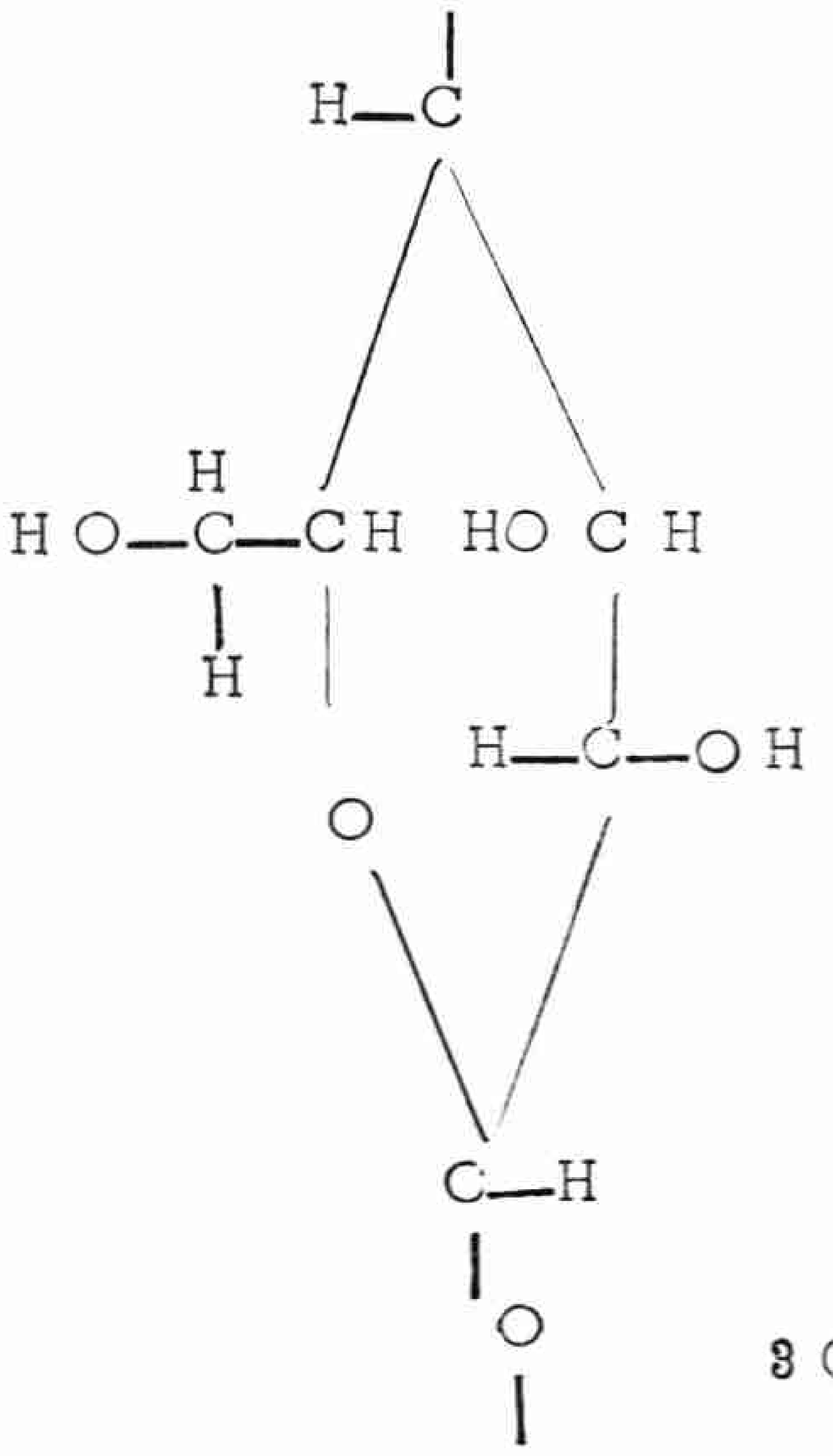
దీనిలో 8% సెల్యులోస్ కరగించుటకు కొంత గ్లూకోస్ కూడ వాడుదురు. మరియొక పద్ధతిలో సెల్యులోస్ గుజ్జును కాపర్ సల్ఫేట్, సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌ల ($CuSO_4+NaOH$) ముద్దతో కలిపి ఫిల్టరు ప్రెస్‌లో వడపోసి దీనిని అమోనియాతో కలుపుదురు. ఈ ద్రవమును అయిదుసార్లు వడపోసి నికెల్ స్పిన్నరెటుగుండా 5%

నైట్రోజన్ కలిగిన దానిని లాకర్ - వార్నిషులలో వాడుదురు. 10 8 - 11.6% నైట్రోజన్ కలిగిన దానిని ప్లాస్టిక్కులుగా వాడుదురు.

కరగు పైరోక్సిలిన్ (10 8-11.5% నైట్రోజన్) ను ఈతర్ ఆల్కహాల్‌లో కరగించగా వచ్చిన ద్రావణమును

† Xantnate

కొల్లోడియన్ అని అందురు. దీనిని స్పిన్నరెట్‌లలో నిర్జల పద్ధతిలో స్పిన్నరెట్ రంధ్రముగా నొక్కిన, ఈథర్ ఆల్కహాల్ ద్రవము బాష్పములో దారము రూపమున గట్టి పడును. ఈ దారమునకు త్వరితగతిని మండు స్వభావము ఉన్నది. అమోనియము సల్ఫేట్ ద్రావణములోనికి పంపి నైట్రోగణములను తొలగించి వినత్రీకరణము చేయుదురు. 1885 లో ఇంగ్లండు దేశస్థులు జోసఫ్, స్వాన్ అను వారును, 1891 లో ఫ్రాన్స్ దేశస్థులు కౌంట్ హిలారే, డి. షార్టొనే అనువారును శోధన చేయగా వచ్చిన ఈ పద్ధతిని 1934 లో మానివేసిరి.



$(C_6 H_{10} O_5)_x$ ఒక యూనిట్‌లో మూడు హైడ్రాక్సిల్ (—OH) గణములు కలవు.

$$3\ C_6H_{10}(OH_3)_x + 3x\ HNO_3 = \left[C_6\ H_7\ O_2\ (NO_3)_3\right]_x + 3x\ H_2O$$

ఆసిటేట్ విధానము: 1924 లో మొదటి ఫ్యాక్టరీ ఇంగ్లండులో ఉత్పత్తి ప్రారంభించెను.

ఈ విధానము 1894లో పేటెంటుపొంది 1924 నుంచి యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో వ్యాపార సరళిలో ఉత్పత్తి అందుకొనినది. ఈ పద్ధతి దారములు ఫోటోఫిల్ము, సాదాఫిల్ము, ప్లాస్టిక్కు సామానుల తయారీకి, మోల్డింగు పొడి, సింతటిక్ పెయింట్లు-లాకర్‌కును వాడవచ్చును.

$$\underset{\text{సెల్యులోస్}}{[C_6\ H_7\ O_2\ (OH)_3]_x} + \underset{\text{ఆసిటిక్ అన్‌హైడ్రైడ్}}{3x\ (CH_3CO)_2O} \longrightarrow \underset{\text{సెల్యులోస్ ట్రై ఆసిటేట్}}{\left[C_6\ H_7\ O_2\ (O_2CCH_3)_3\right]_x} + 3x\ CH_3\ COOH$$

100 కి. గ్రా. ఆసిటిక్ ఆసిడ్, 100 కి. గ్రా. ఆసిటిక్ అన్‌హైడ్రైడ్, కొంత గంధక ద్రావకమును (5°C వద్ద) 35 కి.గ్రా. ప్రత్తి లింటరులతో 5-8 గంటలవరకు ఉంచుదురు. దీనిని ఆసిటిక్-సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రమముతో కలిపి 30°C వద్ద 15 గంటలు ఉంచుదురు. దీనివలన ట్రై ఆసిటేట్ (44. 7% ఆసిటైల్) మొదట ఏర్పడి తరువాత అది జాస్తి ఆమ్లమువలన డై ఆసిటేట్ (35% ఆసిటైల్)గా మారును. హెచ్చు నీళ్ళలో వేసిన ఉపయోగపడని సెల్యులోస్ లభ్యమగును. దీనిని సెంట్రిఫ్యూజ్‌లో వేరుచేసి, వచ్చిన ఆసిడ్‌ను మరల వాడచ్చును. డై ఆసిటేట్‌ను కడిగి, ఎండబెట్టి ఆసిటోన్‌లో కరగింతురు. TiO_2 తో కూడ రంగులు మున్నగునవి దీనికి కలిపి ఈ ద్రావణమును స్పిన్నరెట్ ద్వారా వేడి గాలి ప్రవాహములోనికి పంపుదురు. ఆసిటోన్ బాష్పములే దారముగా ఏర్పడును. సన్నదారములను పేనగావచ్చు దారములను దారములుగా గాని, నేతకుగాని వాడుదురు. ఈ పద్ధతిలో కూడ పదార్థము లన్నియు మరల వాడకమునకు లభ్యము చేయవచ్చును. విస్కోస్ మాస్తరు ఆసిటేట్ కాగితమును, ఫిల్మును తయారు చేయవచ్చును. ప్రస్తుతము ప్రత్యేక పద్ధతిలో ట్రై ఆసిటేట్‌ను కూడ వాడకములోనికి తెచ్చుచున్నారు. ఆసిటేట్ రయాను ధర అధికము. గాలి నుంచి తేమను పీల్చదు. తడిపినపుడు బలము తగ్గదు. దారము ఎక్కువగా సాగును; కావున మడతలు పడవు. మొదట కొన్నిరోజులు మామూలు ప్రత్తికి రంగులు వేయ వీలుకాకుండెను. దీనికొరకు ప్రత్యేక రంగులు కనుగొనబడినవి.

ప్రోటీన్‌ల నుండి ఉత్పన్నములైన దారములు (లానిటాల్): ఈ దారములలో కెసీన్ నుండి లభ్యమైన లానిటాల్ మొదటిది. దీనిని తొలిసారిగ 1937లో ఇటలీలో తయారుచేసిరి. ఉన్నినిపోలు ద్రవ్యమును సృజించు యత్న

ములలో లానిటాల్ ఇటలీ దేశములో అవిష్కరింపబడినది. పాల విరుగు [చూ. కెసీన్ పరిశ్రమలు-పు. 298]ను జంతికల పిండివెలె సన్నని బెజ్జములో ఉంచి నొక్కి ఆ వచ్చిన దారములను ఫార్మాల్డిహైడ్‌తో తడుపుదురు. ఈ ప్రక్రియలో ఫార్మాల్డిహైడ్‌తో కెసీన్ ప్రోటీన్‌లలో ఉన్న ఎమీనో గణములు రాసాయనిక ప్రక్రియ ద్వారా దారములను గట్టి పరచును. 1939లో యూరప్‌లో ఆరు దేశములందును, జపాన్ లోను లానిటాల్ దారము వ్యాపార సరళిలో ఉత్పత్తి చేయబడినది. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో కూడ అర్లాన్ అను పేర ఇది తయారగుచున్నది. ఇది చూపుకు, తాకుటకు ఉన్నివలె ఉండును. రంగులను చక్కగ గ్రహించును. కాని, ఈ దారమునకు సాగుడు గుణము, బలము తక్కువ.

కెసీన్ నుండి దారమును తయారించవచ్చును అని తెలిసిన తరువాత తక్కిన ప్రోటీన్‌ల నుండి కూడ దారమును తీయుటకు ప్రయత్నములు ప్రారంభమైనవి. ఇందు ముఖ్యముగా వాడబడినవి మొక్కజొన్నలో ఉండు జైన్ అను ప్రోటీన్, సోయా చిక్కుడులో ఉండు ప్రోటీన్, వేరుసెనగ పిండిలో ఉండు ప్రోటీన్. సోయాచిక్కుడు గింజల నుండి నూనెను తీసివేసిన తరువాత మిగిలిన పిండికి స్వల్పముగ క్షారగుణములు గల సోడియమ్ సల్ఫైట్ ద్రావణమును చేర్చుట వలన ప్రోటీన్ ద్రావణ స్థితిలోనికి వచ్చును. ఈ ద్రావణమును తరువాత ఆమ్లీకరించి ప్రోటీన్‌ను అవక్షేపింతురు. ఈ అవక్షేపమును కడిగి ఆరబెట్టుదురు.

తరువాత ఈ ఆరబెట్టిన ద్రవ్యమును ఉచితమగు ద్రావకములో కరగించి ఆ ద్రావణమును స్పిన్నరెట్ ద్వారా నొక్కుట వలన దారములను తీయుదురు. ఈ దారములు ఫార్మాల్డిహైడ్ ద్రావణము వలన గట్టిపడి నేతకు అనువుగా ఉండును. వేరుసెనగ పిండి నుండి కూడ ఈ పద్ధతినే దారము ఉత్పత్తి చేయవచ్చును. సోయా చిక్కుడు నుంచి లభ్యమగు దారము ఉన్నిని పోలి ఉండును. ఇంగ్లండులో 1944 నుంచి అర్డిల్ అను పేర ఉత్పత్తి చెందినది. కాని, దాని బలము కెసీన్ దారము కన్న 20% తగ్గి ఉండును. కెసీన్ దారమువలె గాక ఇది సూక్ష్మక్రిముల నుండి అపాయమునకు గురికాదు. దీనితో టోపీలకు, గుర్రపు జీనులకు ఫెల్టును తయారు చేయుచున్నారు.

నైలాన్: ఇది డూపాంట్ కంపెనీలోని వాలెస్, కారోతర్ పరిశోధనచే తయారైన మొదటి కృత్రిమ దారము [చూ. పు.100] దీనికి కావలసిన రెండు ముడి పదార్థములు సైక్లోహెక్సేన్, ఆడిపిక్ ఆసిడ్.

సైక్లోహెక్సేన్: బెన్జీన్‌ను ఉదజనీకరణము[చూ.పు.247] చేయుటచే నైనను, పెట్రోలియమ్ పదార్థము నుంచి యైనను తయారు చేయవచ్చును. ఊకనుంచి ఫర్‌ఫరాల్‌ను, పెట్రోల్ నుంచి బూటాడైయీన్‌ను తయారు చేయవచ్చును.

నైలాన్ లవణ ద్రావకమునకు ఆసిటిక్ ఆసిడ్ కలిపి వేడి చేయకుండ ఇగరబెట్టుదురు. ఇగిరిన తరువాత ఆటోక్లేవ్‌లలో వేడిచేసి, నీటిని తీసివేసి, TiO_2 కలిపిన తరువాత పాలిమరైజేషన్ జరుగనిత్తురు. తరువాతపాలిమర్‌ను నైట్రోజన్ లోనికి 18-22 కి. గ్రా.. చ. సెం మీ.^{2} ప్రేషములో పంపుదురు. 304 8 మి మీ; 6 350 మి. మీ. వెడల్పు గల రిబ్బన్‌లను లోన నీటి జల్లుచే చల్లచేయబడిన డ్రమ్ము పై తలము మీదికి పారును. రిబ్బన్‌లను చిన్న ముక్కలుగా చేసి మరల కలిపి 263°C వద్ద కరగించిన ద్రవము రంధ్రముల ద్వారా క్రింది గదిలోనికి దిగును. ఇసుకలో నుంచి వడపోసి స్పిన్నరెట్లుగుండా దారము తీయుదురు. ఈ దారమును రోలర్ల సహాయముతో సాగదీసి వాడకమునకు పంపుదురు.

ప్లాస్టిక్ సామానులు తయారు చేయుటకును, బ్రష్‌లు తయారు చేయుటకును నైలాన్ అనువైనది. ప్రత్తి, ఉన్ని మొదలగు వానికి లేని సుగుణములు నైలాన్‌కు కలవు. దానికి బలము మెండు - నీళ్లలో కూడ 80 - 90 వంతులు నీరు లేకుండ ఉండు శక్తి గలిగి ఉన్నది. బాగుగా సాగుటచే మేజోళ్లు తయారీకి పనికి వచ్చును. అధిక శక్తి ఉండుటచే పారాచూట్‌లకును, మిగతా వాటికిని వాడబడుచున్నది. అనేక రంగులకు కూడ వాడవచ్చును.

అణువుల మధ్య నుండు ప్రత్యేక శక్తులు దాని బలమునకు కారకములు. ముడతలు పడకుండ ముడతలు అలాగే ఉండునట్లు వేడిచే నొక్కగలుగుట నైలాన్ ప్రత్యేక విశిష్టత. దాని బలిమి వలననే టైరుల తయారీకిని, తాళ్లు పేనుటకును, బెల్టులు నేయుటకును దీని వాడుక విరివిగా పెచ్చుచున్నది.

జర్మనీలో పై పద్ధతి గాక ఇతర పద్ధతులను అనుసరించి నైలాన్ ఉత్పత్తి చేయుటకు జరిగిన యత్నములలో పెర్లాన్ నిర్మాణము ముఖ్యము. కాప్రోయిక్ ఆసిడ్ యొక్క లాక్టామును (ఎమీనో కాప్రోయిక్ ఆసిడ్ $[(CH_3 . CH\ NH_2)\ CH_2 . CH_2 . CH_2 . COOH]$ యొక్క అణువు నుంచి ఒక జలాణువును తీసివేసినచో ఆ ఆమ్లము యొక్క లాక్టాము లభించును) వేడి చేసినపుడు నైలాన్ వంటి బహ్వాణుక ద్రవ్యము ఏర్పడును. దీనికే 'పెర్లాన్' అని పేరు.

డై మెథిల్ ఫార్మమైడ్ [H. CO. N $(CH_3)_2$] నుండి ఈ విధానముననే ఆర్లాన్ అను దారము లభించును. దీనికి ఉన్న సుగుణములలో పాడవే గాక, రంగును సులభముగ గ్రహించు గుణము కూడ కలదు. స్త్రీల దుస్తులకే కాక విమానము నుండి క్రిందికి దిగుటకు సాధనములగు పారాచూట్‌లకు కూడ నైలాన్ వాడుచున్నారు. ఆర్లాన్ తేమ చేతను, రాసాయనిక ద్రవ్యముల చేతను పాడవకుండుటచే రక్షక వస్త్రములకు, టెన్నిస్ నెట్‌లకు, డేరా గుడ్డలకు ఉపయోగించుచున్నారు.

ఆడిపిక్ ఆసిడ్ తయారీ

$$C_6H_{12} \xrightarrow[M_n\,CO]{\text{గాలి}} C_6H_{11}OH + C_6H_{10}O \xrightarrow{80^\circ\ HNO_3} (CH_2)_4\begin{cases}COOH\\COO\,H\end{cases} + x\,N_2O + y\,NO$$

హెక్సా మెథిలీన్ డై ఎమీన్ తయారీ

$$\underset{\text{బూటా డైయీన్}}{H_2C:CH\cdot CH:CH_2} + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{1,4 డైక్లోరో బూటేన్}}{Cl\,H_2C\cdot CH:CH:CH_2\,Cl}$$

$$\Big\downarrow\ 2Na\,CN\ \text{ప్రేరక సన్నిధిని}$$

$$\underset{\text{1, 4 డైసయానో బూటేన్}}{NC\ CH_2\cdot CH:CH\cdot CH_2\ CN} + 2\,Na\,Cl$$

$$\Big\downarrow\ H_2$$

$$NC\,(CH_2)_4\,CN\ \text{అడిపో నైట్రైల్}$$

$$\Big\downarrow\ H_2$$

$$H_2N\,(CH_2)_6\,NH_2\ \text{హెక్సా మెథిలీన్ డై ఎమీన్}$$

ఆడిపిక్ ఆసిడ్, హెక్సా మెథిలీన్ డై ఎమీన్‌ల సంయోగముచే నైలాన్ లవణము ఏర్పడును.

$$x\begin{matrix}COOH\\|\\(CH_2)_4\\|\\COOH\end{matrix} + x\begin{matrix}NH_2\\|\\(CH_2)_6\\|\\NH_2\end{matrix} \longrightarrow x\,[-H_3N-(CH_2)_6\,NH_3\,OOC\,(CH_2)\,COO-]$$

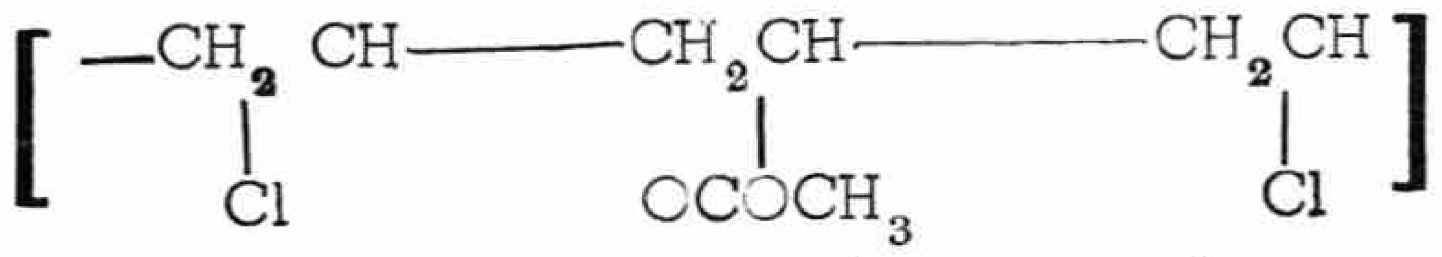
$$\Big\downarrow\ -2x\,H_2O$$

$$[-HN\,(CH_2)_6\,NHOC\,(CH_2)_4\,CO-]\,x\ \text{నైలాన్}$$

పోలీ ఎస్టరు నారలు (టెరిలిన్-డెక్రాన్): డై మెథిల్-టెరీ థాలేట్ (0-86 పాళ్లు)తో ఎథిలీన్ గ్లైకాల్ (0-31 పాళ్లు) సంయోజించిన టెరిలిన్ (టెరీన్) ఏర్పడును. పొలిమరైజేషన్ తరువాత వడపోసి నైలాన్‌వలె దారమును తీయుదురు. దారమును నాలుగురెట్లు సాగతీయుదురు. అధిక బలము, ముడుతలు పడకుండుట, మడతలు నిలుచుట—మున్నగు సుగుణములు కలది. మొదటి ఉత్పత్తి 1950లో మొదలిడెను. చలిదుస్తులు, మేజోళ్లు, ఎండాకాలపు దుస్తులు, షర్టులు, రవికలు వంటి వస్త్రసామగ్రి తయారీకి

విరివిగా ఉరిన్ వాడుకలోనికి వచ్చెను. ఇది పొడుగు దారముగాను, స్టేపిల్ దారముగాను తయారుచేయుదురు. ఈ పదార్థము లన్నియు ప్లాస్టిక్‌లుగా వాడుటవలన వాని తయారీకి, గుణములకు ప్లాస్టిక్‌లలో చూడనగును.

విన్యాన్: మొదట విన్యాన్ 1940లో సిద్ధపరుపబడినది. ఇది 95% వినైల్ క్లోరైడ్ ($CH_2=CH\,Cl$), 5% వినైల్ అసిటేట్ ($CH_2=CH.O.\,CO\,CH_3$) మిశ్రమును బహ్వాణుక యౌగికముగ మార్చుట వలన ఏర్పడును.



ఈ యౌగికము నందు కుండలీకరణములో చూపిన రచన గల ఘటకములు అనేకములు కలిసి బహ్వాణుక యౌగికము ఏర్పడును. దీని చూర్ణము ఆసిడ్‌లో కరగించి ఆ ద్రావణమునుండి దారమును సాధింతురు. 65°C వద్దనే మెత్తబడుటచే విన్యాన్ యొక్క ఉపయోగము విస్తృతము కాలేదు. కాని, నీటికి, ఆమ్లములకు, క్షారములకు లొంగనిది అగుటచే ఆమ్లములతో, క్షారములతో తట్టుకొను వస్త్రముగా పనికి వచ్చుచున్నది.

సారాన్: ఇది సంయోజిత బహ్వాణుక యౌగికము. దీని ఘటకములు వినిలిడిన్ క్లోరైడ్ ($CH_2=C\,Cl_2$), వినైల్ క్లోరైడ్ ($CH_2=CH\,Cl$) అను రెండు సరళ యౌగికములు. ఈ రెండు ఘటకములు క్రింది విధమున సంయోగించి శృంఖలిత బహ్వాణుకముగ ఏర్పడును.

$$\cdots\cdots\cdots\left[\begin{array}{l}CH_2\ CH\ Cl-CH_2\ C\ Cl_2\\ \text{సారాన్}\end{array}\right]_n$$

దీనిని కరిగించి రంగు కలుపవచ్చును; 180°C వద్ద కరగించి దారముతీసి సాగదీయవచ్చును. బాక్టీరియా, బూజు వంటి క్రిమికీటకములకు లొంగునది కాదు. రాసాయనిక ద్రావకములు వడపోయవచ్చును. ఇది దుస్తులకు, కుర్చీ గుడ్డలకు ప్రశస్తము. దీనితో చేసిన గొట్టములు పరిశోధన శాలలలో రబ్బరు గొట్టములవలె వాడుకలో ఉన్నవి. 1939లో పారిశ్రామికాభ్యుదయము చెందిన యునైటెడ్ స్టేట్స్ వంటి దేశములలో వ్యాపార ఉత్పత్తి మొదలయినది.

డైనెల్, వెరల్ నారలు ఈ జాతికి చెందినవియే. ఇది వినైల్ క్లోరైడ్, వినిలిడిన్ క్లోరైడ్‌లతో ఆక్రిల్ నైట్రైల్‌ను ఘనీభవింపచేసిన లభ్యమగును. వీటిని తివాచీలు నేయుటకు, తక్కిన నారలతో కలుపుటకు ఉపయోగింతురు.

పోలీ వినైల్: పోలీ ఆక్రిలిక్, పోలీ నైట్రైల్ మొదలగు వానిని ఆ తరగతి ప్లాస్టిక్ రెసిన్ ద్రవ్యముల నుంచి తయారు చేయుదురు.

ఆక్రిలిక్: ఆక్రిలాన్, క్రెస్లాన్, జెఫ్రాన్. ఓర్లాన్ వెరల్.

వినైల్ క్లోరైడ్: విన్యాన్ HH, డైనెల్, లెలాన్(సారన్)

డై నైట్రైల్: డార్వాన్.

టెట్రా ఫ్లోరో ఎతిలీన్: టెఫ్లాన్.

పోలీ ఎతిలీన్, ప్రొపిలిన్: రీవాన్.

ఆక్రిల్ నారలు: ఆక్రిలిక్ మోనో నైట్రైల్ ($CH_2=CH\,CN$) పరిసర వాతావరణ తాపక్రమములో బహ్వాణుకముగ ఘనీభవించును. కాని, దీనివలన లభ్యమగు నారలకు రంగులు అంటవు. కాబట్టి, ఆక్రిల్ నైట్రైల్‌ను ఇతర యౌగికములతో చేర్చి ఘనీభవించుట ప్రాయకమైనది. ఇందుకు ఉపయోగించునది వినైల్ ఆసిటేట్, వినైల్ క్లోరైడ్, ఆక్రిలిక్ ఎస్టరులు. పారిశ్రామికునకు నారలో కావలసిన గుణముల బట్టి ఈ రెండవ యౌగికము ఎన్నుకొనబడును.

పోలీ ఓలిఫైన్‌ల నుండి నారలు: ఎతిలీన్ ఉచిత పరిస్థితులలో అనేక అణువులు కలిసి బహ్వాణుకముగ మారును. దీనినుండి దారములు తీయుట కొన్ని సంవత్సరముల క్రిందటనే ప్రారంభింపబడినది. తక్కువ ఒత్తిడిలో ఘనీభవింపచేయబడిన జాతి 120°C లో మెత్తబడుట వలన లభ్యమైన దుస్తులను ఇస్త్రీ చేయుటకు వీలులేదు. పోలీ ప్రొపిలీన్ బహ్వాణుకము 165°C—175°C తాపక్రమము వద్ద మెత్తబడును. ఈ తాపక్రమము ఎలక్ట్రిక్ ఇస్త్రీ పెట్టెల వేడిమికి కొంచెము ఎక్కువగ ఉండుటచే ఈ జాతి ద్రవ్యము కొంచెము ఎక్కువగ తక్కిన పోలీ ఓలిఫైన్‌లను త్రోసి రాజు చేయుటకు ఎంతేని సంభావ్యత కలదు. ఈ క్షేత్రమందు పరిశోధన నేడు జరుగుచున్నది. అనుకొనని మంచి ఫలితములు ఇందు పడయవచ్చునని ఊహింప వచ్చును.

పోలీ టెట్రాఫ్లోరో ఎతిలీన్ (టెఫ్లాన్): టెట్రాఫ్లోరో ఎతిలీన్ $(C_2\,H_2\,F_4)_n$ నుండి లభ్యమగు బహ్వాణుకమునకు టెఫ్లాన్ అనిపేరు. 400°C లోపుగా మెత్తబడును. కాని, ఈ తాపక్రమము వద్ద దారము లాగుటకు వీలుకాదు. దీనిగురించిన నూతన పరిశోధనల ద్వారా వస్త్రములు నేయుటకు, వడుకుటకు వీలు ఇచ్చు గుణములు గల ద్రవ్యము సాధ్యమైనది. దీని రాసాయనిక స్థయిర్యము వేడికి తట్టుకొను గుణము, ఖరీదు ఎక్కువైనప్పటికి [1961లో పౌను (0.453 కి. గ్రా.) రూ. 35–00] ఇది తక్కిన నారరకములు ఏవియు నిలువని కఠోర పరిస్థితి గల రాసాయనిక ప్రక్రియలలో ఉపయోగార్హమైనది.

డైనెల్: ఇది సజల పద్ధతిచే పేనుటవలన తయారయినది. 06% వినైల్ క్లోరైడ్, మిగత ఆక్రో నైట్రైల్ కలిసిన

పాలిమర్ గుండను ఆసిటోన్‌లో కరగించి, వడపోసి నీళ్ళ లోకి స్పిన్నరెట్ రంధ్రముల గుండా నొక్కిన ఏర్పడు దారములు పొడుగు గాను, స్టేపిల్ గాను తయారుచేయుదురు. డైనెల్ ఉన్నికి మించిన గుణములు కలిగి, బట్టలను, నీటిని శుద్ధపరచు సంచులుగాను, రంగులు ఉంచు అల్లికలకును, గళ్లాగుడ్డకును, దుప్పట్లు, స్వెట్టర్లుగాను వాడుదురు.

అకర్బన దారములు: ఇవి కూడ కృత్రిమ దారములే; పారిశ్రామిక, మిలిటరీ వాడుకలకు తగినవి. అధిక ఉష్ణమునకు నిలుచు క్వార్ట్జ్ అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ మున్నగునవి వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ధాతు దారములు (బంగారు, వెండి, రాగి జరీ) వాడుకచే దుస్తులకు తళతళమను స్వభావము ఏర్పడును. మైలార్ ప్లాస్టిక్ దారముల మీద అల్యూమినియము వాక్యూమ్ పూత పూయుట కూడ వాడుకలోనికి వచ్చినది. మైకెల్ జె. ఓవెన్స్ 1893 లో గాజునారను కనిపెట్టెను.

ప్రత్యేకమైన నారలు: రబ్బరు మీద ప్రత్తి నూలు గాని, రయాన్ నూలు గాని ఇమిడిన సాగు స్వభావముగల స్త్రీ దుస్తులు, సర్జికల్ హోస్ మున్నగునవి తయారు చేయవచ్చును. అతి తేలికగ ఉండు సాగుచుండు దుస్తులు తయారీకి 1958 లో K-ఫైబర్ అను దానిని తయారు చేసిరి.

దారము చేయు ద్రావణములో రంగు దినుసులు వాడుట చేతను, బోలుగా ఉన్న దారములు తయారు చేయుట చేతను గుండ్రము కాని భిన్న భిన్న (క్రాస్) సెక్షన్ గల దారములు తీయుటవలన దుస్తులలో అనేక రకములు తయారుచేయు వీలు కలుగుచున్నది.

వల్కనైజ్‌డ్ ఫైబరు: కాగితమును $ZnCl_2$ ద్రావణములో 40°C వద్ద ముంచిన తరువాత రెండు మూలల కాగితములను ఒకటిగా నొక్కవచ్చును. తరువాత దానిని కడిగి, ఎండబెట్టి గట్టి చెక్కలుగా చేయవచ్చును. రంపముతో కోయవచ్చును. నిమిషములో గుండ్రముగాను, స్క్రూగాను చేయవచ్చును.

పార్చిమెంట్: 66 - 70% గంధక ఆమ్లము వాడిన పార్చిమెంట్ కాగితము తయారగును. అది ఎలక్ట్రిక్ ఇన్సులేటరు గాను, నూనె వస్తువులను పాకేజి చేయుటకు గాను వాడవచ్చును. ఈ రకపు అట్టలలో సంచులు, పెట్టెలు, కత్తి పిడులు, బుట్టలు, గేర్లు, వాషరులు, వాల్వులు తయారు చేయవచ్చును.

గుడ్డల తయారీ, పూత ముగింపులు: కావలసిన గుణములు చేకూర్చుటకు పూత వేయుదురు. నిప్పుకు తట్టుకొనుటకును, బూజు పట్టకుండుటకును, నీటికి తడవకుండుటకును ఈ పూతలు పూయుదురు. వెలిగారములోను, బోరిక్ ఆసిడ్‌లోను ముంచిన కొంతవరకు గుడ్డ నిప్పుకు తట్టుకొనును. ఉదాహరణము: క్రొవ్వువత్తి యొక్క వత్తి బూజు పట్టకుండా ఉండుటకు క్లోరినేటెడ్ ఫినోల్‌లు, సాలిసాఅనిలైడ్-కార్బన్ పాదరస యోగికములు, కాపర్ అమోనియమ్ ఫ్లోరైడ్ మున్నగునవి ఉపయోగింతురు. నీటిని అంటనీయకుండ చేయుటకు క్వాటర్నెరీ అమోనియమ్ యోగికములను దారము మీద వెచ్చగా వేయుదురు. గుంజుకొనకుండా చేయుటకు మెలమిన్ ఫార్మాల్డిహైడ్, యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ ద్రవ్యములను వాడుదురు. 1950 లో తిరువాన్కూరు రయాను సంస్థ కేరళలోను, నేషనల్ రయాను సంస్థ మహారాష్ట్రలోను విస్కోస్ ఫిల్మ్ తయారీకి ఫ్యాక్టరీలను స్థాపించినవి. 1950 లో 2.7 లక్ష పౌనులు* అయితే 1951 లో 54 లక్షల పౌన్లు. ఐ. సి. ఐ. ఫ్యాక్టరీ 1952 లో ఉత్పత్తి ప్రారంభించి 1955 లో వార్షిక ఉత్పత్తి సామర్థ్యము 450 టన్నులు కలిగి ఉండెను. 1955లో గ్వాలియరు రయాను, సిర్ - సిల్క్ స్థాపితములై 1961 లో 2,974 టన్నులు, 2,204 టన్నులు ఉత్పత్తిని సాధించెను. 1961 లో బొంబాయిలో నైలాన్ తయారీ ప్రారంభమై 1962లో 3,60,000 పౌన్లు తయారు చేసెను.

1966 నాటి ఉత్పత్తి సామర్థ్యము.

నైలాన్	1140 టన్నులు	(1965)
	1916 ,,	(1966)
పోలీ ఎస్టరులు	2000 టన్నులు	
	1173	(1965)
	2550	(1966)
ఆసిటేట్	1338	(1962)
	32 382 టన్నులు	(1962)
	26 237 టన్నులు	(1962)

దేశమున పెట్రో - కెమికల్స్ కాంప్లెక్సు అధికమగు కొలది ఈ దారములు ఉత్పత్తి హెచ్చును. జి. వెం.

దారు నిర్మాణము: చూ. నిర్మాణములు.

దారు పరిరక్షణ: కలపకు మరొక పేరు దారువు. దారువు నివాస గృహము వంటి నిర్మాణములందు కిటికీ, ద్వారబంధములు, తలుపులు, కుర్చీ, టేబిల్ వంటి వస్తువుల తయారీయందు చాల విరివిగా వాడబడును. అందువలన అది చాలకాలము మన్నక పోయినచో విశేష నష్టము వాటిల్లక తప్పదు. అగ్నివలన కలుగు అపాయము అటుండగా, దానిని చివికించుటకు, నశింపజేయుటకు

* 1. పౌను = 0.453 కి. గ్రా.

బూజులు, పురుగులు, నీటి తొలుపుడు పురుగులు వంటి శత్రుకీటకములు కూడ కలవు. కాని, టేకు, రక్త చందనము (రోజ్‌వుడ్). దేవదారువు, చీకటిమ్రాను, నూకమాను వంటి కలపరకములకు దారు సంహారక కీటకాదులను ఎదిరించి నిలువగల సహజ ప్రతిఘటన సామర్థ్యము కలదు. అందుకు వాటిలో ఉండు కొన్ని విషద్రవ్యములే కారణము. అందు వలన అవి గట్టి లేదా మన్నిక గల కలప అని పిలువ బడును. ఇతర దారువులు మన్నిక అంతగా లేనట్టివి. కాని, ఈ పదములు రెండు తారతమ్యములను తెలుపు అర్థము నందే వాడబడును. సాధారణముగ దారువులు—కొన్ని మినహా-అన్నియు మన్నికలేనివే. మన్నిక కలిగిన జాతు లలో కూడ ఆ సహజ గుణము ఒక్క గర్భకాష్ఠముననే ఉండును. దీనినే 'చేవ' అందురు.

బూజులు: బూజులు దారువులలోని కొన్ని ద్రవ్యము లను తినివేయును. అందువలన దారువులు పుచ్చిపోవును. ఈ బూజులలో పెక్కు రకములు కలవు. కాని, కొయ్యలలో సర్వసాధారణముగా ఉండునది తడికుళ్ళు అను బూజు. అది పెరుగుటకు కొంత తేమ, గాలి, అనుకూల తాపక్ర మము కావలెను. వెచ్చని ఆర్ద్ర వాతావరణములో అది వర్థిల్లును.

పురుగులు: వీటిలో చెదలు, వడ్రంగి చీమలు, కర్ర తొలుపుడు పేడపురుగులు కర్రలకు చాల ప్రమాదకరము లైనవి. ఉష్ణదేశములలో చెదలు దారువులకు తీవ్రహాని కరములైన చీడలు. అవి కట్టడములలో నేలను అంటి ఉండు అన్నిరకముల కలపలకు పట్టును. మొదట కలపకు నేల మట్టమున పట్టి దానిని తినివేయును. క్రమముగా మీదికి ఎగ్రాకును. చెదలు ఆహారము, ఆశ్రయము-రెండిటి కొరకు కలపను పట్టును. వడ్రంగి చీమలు తరుచుగా ఆహా రము కంటె ఎక్కువగా ఆశ్రయము కొరకే చెట్లుపడిపోగా నేలలో మిగిలి ఉన్న పాత మొద్దులను, దుక్కలను, ఉప యుక్తములగుచున్న దారువులను సోకును; వాటిపై అవి విరివియైన వసారాలను కట్టుకొని దారువును చాల పాడు చేయును. కర్ర తొలుపుడు పురుగులు దారువులలోని పిండి పదార్థములపై బ్రతుకును. అందువలన అవి ఆహారమును వెదకి కొనుటకు కర్రలో రంధ్రములు, బొరియలు తొలుచును.

నీటి తొలుపుడు పురుగులు: ఇవి సముద్రపు రేవులలో కట్టబడిన బల్లకట్లలో ఉప్పునీటిలో మునిగి ఉన్న కలపను తొలిచివేయు కీటకములు. వడ్రంగి చీమలవలె ఇవి కూడ ఆహారము కంటె ఎక్కువగా ఆశ్రయము కొరకే వాటిని తొలుచును. అవి ఒకప్పుడు కర్రలో లోతుగా పెక్కు బొరియలు తొలుచుట కలదు.

దారువును దారువిధ్వంసక క్రిముల నుండి రక్షించుటకు -ఆ క్రిములను చంపగల రాసాయనిక విషద్రవ్యములతో- దానిని చక్కగా సంస్కరించుట ఒక్కటే మార్గము; అట్టి ద్రవ్యములు అనేకములు కలవు. వాటిని మూడు రకముల క్రింద విభజింపవచ్చును: 1 అల్పబాష్పశీలత, పరిమిత జలద్రావ్యత కల కార్బన్ ద్రవ్యములు - అనగా నీటిలో తగుమాత్రము కరగి, గాలిలో ఎక్కువగా ఇగిరిపోవని కార్బన్ ద్రవ్యములు. ఉదా: పలురకముల క్రియొ సోట్‌లు, తారులు, ఆంత్రసీన్ నూనెలు, పెట్రోల్‌లో గాని, తారులో గాని కరగిన క్రియొసోట్ ద్రావణము. వీటిలో కోల్‌తారు నుండి తయారగు క్రియొసోట్ మొట్ట మొదట కనుగొనబడినది; ప్రధానమైనది కూడను; 2. నీటిలో కరగు రాసాయనిక ద్రవ్యములు. ఉదా: జింకు క్లోరైడ్, బోరిక్ ఆసిడ్, బోరాక్స్, కాపర్ సల్ఫేట్, సోడి యమ్ పెంటా క్లోరోఫెనేట్ మున్నగునవి. ఈ రకమునకు చెందిన కొన్ని రక్షకద్రవ్యములు క్రోమేట్‌లు, ఫ్లోరైడ్‌లు, కాపర్ లవణములు, ఆర్సెనిక్ యౌగికములు వంటివి అనేక లవణముల మిశ్రములుగ ఉండును. భారతదేశములో తయా రగు సుప్రసిద్ధమైన 'ఆస్కూ' ఈ తరగతికి చెందినది. ఇది కాపర్ సల్ఫేట్, పొటాసియమ్ లేదా సోడియమ్ డై క్రోమేట్, ఆర్సెనిక్ పెంటాక్సైడ్ లవణముల మిశ్రము. ఇవి క్రియొసోట్ వలె కర్రయొక్క రంగును పోగొట్టవు; వాటితో కర్రకు పూతకూడ పూయవచ్చును [చూ. కామేశం, శొంఠి పు. 289); కార్బన్ ద్రావకములో కరగ గల రాసాయ నిక విషద్రవ్యములు ఉదా: α నాఫ్తాల్, పెంటాక్లోరోఫినోల్, కొన్ని ధాతు కార్బన్ యౌగికములు (ఉదా: కాపర్ నెఫ్తా నేట్, ఫినిల్ మర్క్యూరీ ఓలియేట్). భారతదేశమున వాణిజ్య మున కోల్ తారు క్రియొసోట్, ఆస్కూ అను రెండు దారు పరిరక్షక ద్రవ్యములు విస్తారముగ వినియుక్తములు అగుచున్నవి. ఈ రక్షక ద్రవ్యములను వినియోగించుటకు అనేక పద్ధతులు కలవు.

ఉపరితల సంస్కారములు: ఇందు రక్షక ద్రవములను కుంచెతో పూయుట గాని, చల్లుట గాని లేదా ద్రవములలో కర్రలను ముంచుట గాని జరుగును. ఇందు ద్రవము దారువు పైపొరలోనికి మాత్రమే ప్రవేశించును. కావున వీటి సామర్థ్యము కొంత పరిమితముగనే ఉండగలదు.

నానబెట్టుట: దారువును రక్షక ద్రవములో నానబెట్టుట ఉపరితల సంస్కారము కన్న అధికతర ప్రయోజనకరము.

అభిసరణ పద్ధతులు: ఇవి పచ్చిగా ఉన్న దారువును సంస్కరించు పద్ధతులు.

ఉష్ణ-శీతల-ద్రావక సంస్కారము (తెరచిన తొట్టి పద్ధతి): ఇందు ఒక ఇనుప లేదా ఉక్కు తొట్టిలో రక్షక ద్రవమును పోసి, దానిలో కలపను ముంచుదురు. తొట్టిని మన్నుతో గాని, ఆవిరితో గాని 90° C వరకు 1 మొదలు 12 గంటల సేపు కాచి, తరువాత చల్లారబెట్టుదురు. చొరనిచ్చెడు గుణముకల కలపలో రక్షక ద్రవము లోపలి పొరలోనికి సైతము ప్రవేశింపగలదు. కావున, ఇది వాటికి చాల ఫలవంతమైన సంస్కార పద్ధతి.

ప్రేష సంస్కారము: ఇందు రక్షక ద్రవము దారువులోనికి చాల లోతుగా ప్రవేశించును. కాబట్టి, ఈ పద్ధతి విరివిగా అమలునందు ఉన్నది. ఇందు ముఖ్యమైన ప్రక్రియలు మూడు కలవు.

బెతల్ ప్రక్రియ (పూర్ణఘట ప్రక్రియ): ఇందు ఒక స్తూపములో కలపను ఉంచి, దానిలో మొదట కొంతసేపు నిర్వాత పరిస్థితిని సృజింతురు. తదుపరి స్తూపమును రక్షక ద్రవముతో నింపి, ద్రవ ప్రేషమును ప్రయోగింతురు. అవసరమైనచో ఆవిరి చుట్టలతో రక్షక ద్రవమును వేడిచేయుదురు. దారువుల జాతులను బట్టి ఈ సంస్కారము కొన్ని గంటలసేపు కొనసాగును. ఈ వ్యవధి ఎంత హెచ్చిన అంత ఎక్కువ ద్రవము అంత ఎక్కువ లోతుగా కలపలోనికి ప్రవేశించును. సంస్కారము ముగియగనే ప్రేషమును విడుదలచేసి, స్తూపమునుండి ద్రవమును పూర్తిగా తీసివేయుదురు. చివరకు కొద్ది సేపు మరల నిర్వాత పరిస్థితిని కలిగించి, కలపకు అంటుకొని ఉన్న రక్షక ద్రవమును తొలగింతురు.

రూపింగ్ (నిర్వాతఘట) **ప్రక్రియ:** ఇది పై ప్రక్రియ మాదిరిగనే ఉండును. కాని, స్తూపములో కలపను మొట్టమొదట నిర్వాత పరిస్థితికి గాక వాయు ప్రేషమునకు గురిచేయుదురు.

లౌరీ ప్రక్రియ: ఇందు స్తూపములో కలప మొట్టమొదటి నిర్వాత పరిస్థితికి గాని, వాయు ప్రేషమునకు గాని గురిచేయబడదు. మిగిలిన క్రియలు మొదటి పద్ధతిలో వలెనే ఉండును.

ప్రయోగింపబడినసంస్కార పద్ధతిని బట్టి, రక్షకద్రవ్యము యొక్క నాణ్యమును బట్టి కలప ఉపయోగపడు కాలము 5, 6 వంతులు పెరుగును. ఈ కాలము 12 వంతులకు పైగా పెరిగిన సందర్భములు కూడ కలవు.

పి. ఎస్. రావు.

దారు స్వేదనోత్పన్నములు: చెట్ల, మొక్కల వేళ్ళకు, కాండములకు దార్ఢ్యము నిచ్చు వృక్ష కణ సంహితులను దారువుగా చెప్పవచ్చును. సమానార్థముగ 'జైలెమ్' అని కూడ అందురు.

అందుచేత దారువు మొక్క వేళ్ళ నుండి ఊర్ధ్వ ముఖముగ దాని ఆకులు మొదలగు వివిధ భాగములకు నీటిని, ఖనిజ లవణములను అందచేయుటకును, మొక్కకు దార్ఢ్యమును కలుగజేయుటకును ఉపయోగపడుచున్నది. మొక్క పెరుగుచున్న కొలది మూల దారువు చుట్టు నూతన కణములు వృద్ధి పొందుచుండును. మొదట దానిని ప్రాథమిక పెరుగుదల అని, నూతన వృద్ధిని గౌణ పెరుగుదల అని అందురు.

వాతావరణములోని మార్పులు నిశ్చితముగ ఉండు ప్రదేశములందు దారువు యొక్క బాహ్యపు పెరుగుదల ఏడాది పొడుగునా ఒకే రీతిగా ఉండదు. వసంతఋతువులో ఏర్పడిన దారువులో ఎక్కువ సంఖ్యలో నాళములు విశాలమైన రంధ్రములతో ఉండును. ఈ దారువును వసంతదారువు అందురు. హేమంతములో ఏర్పడిన దారువులో అవి అల్ప పరిమాణములో ఉండును. దీనిని హేమంత దారువు అందురు. కాండము యొక్క మధ్యచ్ఛేదములో వార్షిక వలయము (వృద్ధి వలయము) అనబడు ఏక కేంద్ర వలయముగ పై రెండు రకముల దారువులు జతగ కనిపించును. ప్రతి వార్షిక వలయము ఒక ఏడాది పెరుగుదలకు సంబంధించినది అగుటచే కాండ మధ్యచ్ఛేదములో ఉన్న వార్షిక వలయముల సంఖ్య అందాజుగ ఆ చెట్టుయొక్క వయస్సును సూచించును. అనుయాయ సంవత్సరముల వార్షిక వలయములు విశాలతలో భేదించవచ్చును. వృక్షవృద్ధికి దోహదకరమైన పరిస్థితులలో విశాలవలయములు, ప్రతికూలమైన పరిస్థితులలో సంకుచిత వలయములు ఏర్పడును.

వృక్షము పెరుగుచున్న కొలది, నూతన దారువు ఏర్పడుచున్న కొలది పూర్వము ఏర్పడిన దారువు అంతర పొరలు జీవకణములను కోల్పోయి నిర్జీవమగును. అటు పిమ్మట అది వేళ్ళనుండి నీటిని, ఖనిజ లవణములను ప్రవహింపచేయు వాహకముగ పనిచేయక కాండమునకు ఊతఇచ్చును. ఈ నిర్జీవ దారువును హృదయ దారువు (చేవ) అందురు. ఈ చేవ టానిన్‌లు, రంగులు, ఔషధములు, జిగురులు, గుగ్గిలము, రెసిన్, క్రొవ్వు తైలములు, సార తైలములు మొదలగువానికి నిలయము. సాధారణముగ అది ముదర రంగులో ఉండును. జీవకణములను కలిగి జల, ఖనిజ లవణములు వాహక మార్గముగ ఉపయోగపడు గౌణ దారువును శాప్ వుడ్ అందురు. పిండివంటి నిల్వ పదార్థములను కూడ ఇది కలిగి ఉండును. సాధారణముగ ఇది చేవకన్న లేత రంగుగ ఉండి ద్రవములు, వాయువులు చొచ్చుకొని

పోవుటకు ఎక్కువ అనువుగ ఉండును. ఒకే జాతి వృక్షములలో గౌణ దారువు హృదయదారువు కన్న బలహీనముగ గాని, దార్ఢ్యముగ గాని ఉండనవసరము లేదు.

కోనిఫర్ జాతి చెట్ల దారువులను సంప్రదాయముగ మృదు దారువులు అనియు, విశాలమైన ఆకులు గల వృక్షముల దారువులను గట్టి దారువులు అనియు అందురు. రెండింటిలోను భౌతికముగ గట్టిదనము, మృదుత్వములతో ప్రమేయము లేకుండ గట్టి దారువులను వాటి దారువులలో నాళముల ఉనికిని బట్టి మృదుదారువుల నుండి సులభముగ గుర్తింపవచ్చును. కోనిఫర్ గాని, విశాలమైన ఆకులు గల జాతి వృక్షములు గాని ప్రత్యేకముగ వాణిజ్యమునకు పేరుగల దేశములందు లేదా ప్రాంతములందు గట్టి దారువులు, మృదు దారువులు అనుపదములు శబ్దార్థ భావములో ఉపయోగించబడును.

దారువు రెండు వర్గముల ఘటకములను కలిగి ఉండును. సెల్యులోస్, హెమీ సెల్యులోస్, కాష్ఠద్రవ్యము (లిగ్నిన్)లు మొదలగు ప్రధాన ఘటకములు మొదటి వర్గమునకు చెందినవి. ఇవి అన్ని జాతుల దారువులలోను ఎక్కువ పరిమాణములో ఉండును. రెండవ వర్గము సారములను కలిగి ఉండును. వేరు వేరు జాతి వృక్షములలో ఈ వర్గ ఘటకములు స్వభావములోను, పరిమాణములోను ఎక్కువ వ్యత్యాసమును కలిగి ఉండును. సాధారణముగ ఎండిన దారువులో 40 నుండి 55% వరకు సెల్యులోస్, 15 నుండి 25% వరకు హెమీ సెల్యులోస్, 15 నుండి 30% వరకు కాష్ఠ ద్రవ్యము, 2 నుండి 15% వరకు సారములు, కొద్ది పరిమాణములో అకర్బన లవణములు ఉండును.

పరిశ్రమలలోను, నిత్య జీవితములోను దారువు ఎంతో ఉపయోగపడుచున్నది. యథారూపములో అది ఇంధనముగను, కలపగను ఉపయోగించబడుచున్నది.

కలప గృహనిర్మాణములకు, ఫర్నిచర్‌లకు ఉపయోగించబడుచున్నది. వంకరపోవుట, ఉబ్బుట, కన్నములు పడుట అనునవి నిర్మాణాత్మక దృక్పథములో దారువునకు గల అతి చెడ్డ ధర్మములు. దారువునందలి కణ కుడ్య నిర్మాణములోనికి, దాని నుండి వెలుపలకు తేమ ప్రవేశించుటచే పై చెడ్డ ధర్మములు పొడసూపును. ఈ లోపములను తొలగించి సవరింపబడిన దారువును పొందుటకు రాసాయనికముగ గాని, యాంత్రికముగ గాని దారువును సంస్కరింతురు. చిత్రీపొట్టు, రంపపు పొట్టు మొదలగు తునకలను, మరికొన్ని పూరక పదార్థములను చేర్చి బైండర్లతోగాని, అవి లేకుండా గాని పీడనము, ఉష్ణములతో గట్టి చేసి ఒకటిగా చేయుదురు. ఇట్లు తయారుచేయబడిన వానిని 'పార్టికల్ బోర్డులు' అందురు. ప్రక్రియలో ఉపయోగించబడిన పదార్థములను బట్టి వాటిని చిప్‌బోర్డ్‌లని లేదా షేవింగ్ బోర్డ్‌లు లేదా ఫ్లేక్ బోర్డ్‌లని లేదా రంపపు పొట్టు బోర్డులు (సాడస్ట్ బోర్డులు) అని అందురు. దారు పదార్థములతో మొదట గుజ్జును బనాతు (కంబళి)చే తయారుచేసి, అప్పుడు పైన పేర్కొనిన విధముగ గట్టిగా ఒకటిగా చేయబడు వాటిని ఫైబర్ బోర్డ్‌లు అందురు. పార్టికల్ బోర్డ్‌లను, ఫైబర్ బోర్డ్‌లను సంయోజన దారువు అని అనవచ్చును. జిగురుతో పొర(ప్లై)ను అడ్డు బంధములుగ ఒకటిగా చేసి, తయారుచేయు ప్లైవుడ్‌వలె లేదా దారువు పొరలను జిగురుతో లేదా వేరు విధముగ ఆ పొరలు ఒకదాని కొకటి సమానాంతరముగ ఉండునట్లు బంధించి తయారుచేయబడు లేమినేటెడ్ దారువువలె మిశ్రితదారువు నిర్మింపబడు దానిని బైండుచేయబడినదారువు అనవచ్చును.

దారువు నందలి ప్రధాన అంశము సెల్యులోస్. సెల్యులోస్‌తో గాని, సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములతో గాని కాగితము, రయాన్, సెలోఫేన్, ప్లాస్టిక్ వంటి వస్తుజాలము తయారు చేయు పరిశ్రమలలో దారువు విరివిగా ఉపయోగించబడుచున్నది. కొన్ని దేశములందు కలప పరిశ్రమలలో ఫలించు రంపపు పొట్టు వంటి దారు అవశిష్టములను జల విశ్లేషణకు గురిచేసి దారు చక్కెరను తయారు చేయుచున్నారు. గ్లాక్టోస్ మాన్నోస్, జైలోస్, అరబినోస్‌లతో కూడియుండు గ్లూకోస్ దారు చక్కెరయందు ప్రధానముగ ఉండును. దారుహైడ్రోలైసేట్‌ను చిక్కపరచి నిల్వ ఆహారమునకై మొలాసిస్‌గ తయారు చేయవచ్చును లేదా దానిని పులియబెట్టి ఈస్టు, ఆల్కహాల్‌లను ఉత్పత్తి చేయుటకై వినియోగించవచ్చును. దారువునందు 15 నుండి 25% వరకు ఉండు హెమీసెల్యులోస్‌ను పారిశ్రామిక ఉపయోగములకై సంతృప్తికరమైన విధాన మేదియు రూపొందలేదు. ఆసిడ్ సల్ఫైట్ గుజ్జు తయారు చేయు (పల్పింగ్) విధానములో దాని హైడ్రోలైటిక్ ఉత్పత్తులు పాకమధ్యము (కుకింగ్ లిక్కరు) లోనికి ప్రవేశించును. కొన్ని దేశములందు పల్పింగ్ మధ్యమునందలి చక్కెరలను పులియబెట్టి ఆల్కహాల్ లేదా ఈస్టు మేతను తయారు చేయుచున్నారు. అదే విధముగ ముఖ్యమైన కొన్ని ఆల్కహాల్‌లను, ఆసిడ్‌లను పులియ బెట్టుట ద్వారా ఉత్పత్తి చేయవచ్చును. ఈ అంశము నేడు కిణ్వ (ఫర్‌మెంటేషన్) సాంకేతిక శాస్త్రజ్ఞులను ఎక్కువగ ఆకర్షించుచున్నది.

దారువు నందలి మరొక ప్రధాన ఘటకము లిగ్‌నిన్. అది సెల్యులోస్ పోగులను ఒకదానితో మరొక దానిని బంధించు సహజమైన సిమెంటు పదార్థము. దారు ఆసిడ్–

హైడ్రోలిసిస్ లోను, గుజ్జు (పల్ప్) ఉత్పత్తి (సోడా ప్రాసెస్ అండ్ ది సల్ఫైట్ ప్రాసెస్)లోను ఉపోత్పన్నముగా అది వేరుచేయబడుచున్నది. రుచికరమైన రాసాయనిక వానిలిన్ తయారీలో అది ప్రధానముగ ఉపయోగింపబడుచున్నది. దానికి దిగువ పేర్కొనిన ప్రయోజనములకై ఉపయోగించు అవకాశములు ఉన్నవి. వాటిని రోడ్డు నిర్మాణములో స్థిరత్వమును కలిగించు పదార్థముగను, కాంక్రీటులో పాయసీకరణకారకముగను, నేలకు పదును నిచ్చు పదార్థముగను, స్టోరేజి బ్యాటరీల సీసపు ప్లేటుల లోను, లిగ్నిన్ పూరిత పేపరు పొరలను బంధించు పదార్థముగను లేదా ఫినోలిక్ గుగ్గిలములోను, ఉదజనీకరణ దారు ప్లాస్టిక్‌లోను ఉపయోగపడును. ఇది దారువునందలి సెల్యులోస్ నుండి లిగ్నిన్ తొలగించబడిన దారు ప్లాస్టిక్‌లు. ఆ తరువాత సెల్యులోస్-లిగ్నిన్ ద్రవ్యమును ఇష్ట రూప, పరిమాణములో - ఉదాహరణకు మాసోనైట్ బోర్డ్‌లు వలె మరల కూర్చుటకు, పార్శ్వ బంధకారకము వలె పనిచేయుటకు ఆదిల్లో అది అట్లు విడదీయబడును.

దారు ఉత్పన్నములు వివిధ రకములు. అవి ఉపయోగించబడిన దారు జాతుల పైననేకాక, భాగములపై కూడ ఆధారపడి ఉండును. కార్బొహైడ్రేట్‌లు, గుగ్గిలము, లేటెక్స్ ప్రధాన తైలములు, టానిన్‌లు, అద్దకపు రంగులు, ఔషధములు మొదలగునవి ముఖ్యమైన ఉత్పన్నములు. నిస్సరణము, ద్రావక నిష్కాశనము లేదా కాండ స్వేదనము వలన వానిని పొందవచ్చును. శాంగ్‌పామ్ (మెట్రోక్సైలన్ శాగూ అండ్ ఎమ్. రంఫి) నుండి సగ్గుబియ్యమును, మాపిల్ వృక్షమునుండి చక్కెర (ఆసర్ సకరమ్), పశ్చిమ, తూర్పు లార్చ్ (లారిక్స్ లారిసినా ఎల్. ఆసిడెంటాలిస్) నుండి అరబోగలాక్టన్‌తో సహా వాణిజ్య ప్రాముఖ్యత గల పెక్కు జిగురులు, వివిధ పైన్‌ల నుండి టర్పెంటీన్, జునీపెరస్ వర్జినీయానా, తదితర జాతుల వృక్షములనుండి సీడార్ - వుడ్ తైలములు, బెటులా అల్బా, బి. లెంటేలనుండి స్వీట్ - బర్చ్ తైలము, సాస్ ప్రాస్ అఫిసినల్ నుండి సాస్ ప్రాస్ తైలము, ఆక్విలేరియా అగలూకా నుండి అగర్ వుడ్ తైలము, శాంతాలమ్ ఆల్బమ్ నుండి మంచి గంధపు (శాండల్ వుడ్) తైలము, డీయోడార్ దారువు (సీడ్రస్ డీయోడార్) నుండి దేవదారు తైలము, క్వెబ్రాకియో లోరెంట్సీ నుండి క్వెబ్రాకో టానిన్, కాస్టానియా శాటివా నుండి చేస్ట్‌నట్ టానిన్, అకేషి కాటి చూ; ఏ. సుంద్రాల నుండి కచ్ కాటిచూలు, లాగ్ వుడ్ (హీమటాక్సెలిన్ కాంపెచియనమ్) ఫస్టిక్ వుడ్, క్లోరో ఫోరా టింక్టోరియాల నుండి రంగు పదార్థములు (డైస్టఫ్) తయారు చేయు పరిశ్రమలు దారు ఉత్పన్నముల పరిశ్రమలలో ప్రసిద్ధమైనవి.

దారు విధ్వంసక స్వేదనము: పైన పేర్కొనబడిన దారు ఉపయోగములు యథాతథముగ దారువు పైన లేదా దానిఘటకములపైన ఆధారపడి ఉన్నవి. దారువును విధ్వంసక స్వేదన ప్రక్రియకు గురిగావించి ఇంకను పెక్కు ముఖ్యమైన, ఉపయోగకరమైన ఉత్పత్తులను పొందుచున్నాము. గాలి తగలకుండా ఉష్ణముచే చేయబడు దారు విఘటనమునే దారు విధ్వంసక స్వేదనము అందురు. దీనిని దారు కార్బొనైజేషన్ లేదా దారు పైరోలిసిస్ అని కూడా అందురు.

పొగ, మంట లేకుండ అధిక ఉష్ణమును ఇచ్చు బొగ్గును తయారు చేయుటకు ప్రాచీన కాలములో మానవుడు చేసిన ప్రయత్నమే పై పరిశ్రమకు మూలము అనవచ్చును. బొగ్గును తయారుచేయు పద్ధతులు కాలానుగుణముగ పెద్ద మార్పులు పొందలేదు. ప్రాచీన గోతి ఆవము పద్ధతిలో ఆవమే లేదు. చిమ్నీగా పనిచేయుటకై కేంద్రము వద్ద క్రింద నుండి పై వరకు స్తూపాకార ఖాళీ ప్రదేశము (పొప్పు) ఉండునట్లు బాగుగా ఎండిన దారువును వృత్తాకార దిబ్బగా పేర్చుదురు. దిబ్బను పేర్చునప్పుడు ఆ పొప్పును వదులుగ బాగుగా ఎండిన, శీఘ్రముగ మండు పదార్థములతో నింపుదురు. శీర్షమునందలి పొప్పు రంధ్రము, అడుగు భాగము చుట్టూ ఉన్న గాలి ప్రవేశ మార్గములు మినహా మిగిలిన ఆవము భాగమంతయు శాద్వల (టర్ఫ్), మన్నులతో కప్పుదురు. అప్పుడు పొప్పునందలి ఎండిన పదార్థములకు నిప్పు అంటించి గాలి ప్రవేశ మార్గముల ద్వారా ప్రవేశించు గాలి పరిమాణమును నియంత్రణము చేసి, ఏర్పడిన బొగ్గు మండిపోకుండా నిప్పులను మందకొడిగ పొప్పునుండి కైవారము చుట్టు వ్యాపింపచేయుదురు. పొగ గొట్టము గుండ బయల్వెడలు పొగ పలుచబడుటము, బూడిద నీల వర్ణము పొందటము బట్టి బొగ్గు ఏర్పడుట పూర్తి అయినట్లు గుర్తించబడును. కొన్ని వారముల వరకు పట్టు ఈ ప్రక్రియ ముగిసిన పిమ్మట అన్ని ద్వారములను మూసివేసి కొన్ని దినముల వరకు ఆ ఆవమును చల్లారనిచ్చుదురు. ఈపద్ధతిలో తయారు చేయబడు బొగ్గు బరువు ఉపయోగించిన దారువు మొత్తము బరువులో 26% ఉండును. ఇటీవలి ఇటుకల ఉపయోగించి గాని, ధాతువుతో గాని నిర్మితమయిన ఆవములు కూడ ఉండును. ఇటీవల ఇటుకలు ఉపయోగించిగాని, ధాతువుతో నిర్మితమైన ఆవములు కూడా అదే నమూనాలో సులభముగ పనిచేయునట్లు నిర్మింపబడినవి.

ఇవి ఎక్కువ ఉత్పత్తిని ఇచ్చుటయే గాక దిగుబడి సరకు కూడ ఒకే రకమున ఉండును. అయినప్పటికి వాటిని నిర్మించుటకు ఎక్కువ వ్యయమగును. అవి ఏదో ఒక నిర్ణీత స్థలముననే మితమగును. ఇటీవల ఒక చోటు నుండి మరియొక చోటుకు తీసికొని పోగల ధాతు రేకులతో నిర్మితమైన పోర్టబుల్ షీట్ మెటల్ ఆవములు కూడ అభివృద్ధి చేయబడుచున్నవి. కాని, వాటి పరిమాణములు పరిమితము.

బొగ్గును ఉత్పత్తి చేయుట అను ఏకైక లక్ష్యముతో ఆవములో దారువు కాల్చబడుచున్నది. అయినప్పటికి, విధ్వంసక స్వేదన సందర్భమున అనేక వాణిజ్య ప్రాముఖ్య ఉపోత్పన్నములు కూడా ఏర్పడుచున్నవి. 1. పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్; 2. దారు దహన వాయువు. 3. దారు తారు. ఈ ఉపోత్పత్తులను పొందుట కొరకు స్వేదనమును ఇనుప రిటార్టులలో చేయుదురు. ఈ రిటార్టులలో ఆవిరియగు పదార్థములను తిరిగి నీటితో చల్లపరచు కండెన్సర్‌లలో ద్రవీకరణము కావింతురు. అట్లు ద్రవీకరణము చెందని వాయువులు బయటికి పోగా రిటార్టులలో అవశేషముగ బొగ్గు మిగులును. ఈ రిటార్టులు కొన్ని వాగన్‌లలో పట్టు దారువును ఏక సమయమున స్వేదనము చేయగలవు. ఉపయోగించబడిన దారు జాతిని బట్టి, దాని యందలి తేమను బట్టి, స్వేదన తాపక్రమమును బట్టి లభించు బొగ్గు, ఉపోత్పత్తుల పరిమాణములు మారుచుండును. ప్రమాణ స్వేదన తాపక్రమము మేర 400°C నుండి 500°C; స్వేదన అవృత్తి కాలము 24 గంటలు.

కర్రబొగ్గు(చార్కోల్): దారు స్వేదనలో ప్రధానముగా ఉత్పత్తి అగు బొగ్గు స్వచ్ఛమైనకార్బన్ కాదు.అదికార్బన్, తారు, కోకు స్వేదన తాపక్రమమును బట్టి పరిమాణములో మార్పులతో కొంత వరకు ఆవిరి అగు పదార్థముల సంశ్లిష్ట మిశ్రమము. స్వేదన తాపక్రమమును బట్టి లభించు బొగ్గు పరిమాణము మారుచుండును. స్వేదనమును 400° C నుండి 500° C మధ్య జరిపిన, ఉపయోగించిన ఎండు దారువు బరువులో 35% బరువుగల బొగ్గు లభించును. దీనిని సాధారణ ఇంధనముగ, ధాతు సాధనప్రక్రియలో క్షయకరణ కారకముగ, ఉక్కు - మరికొన్ని మిశ్రధాతు ఘటకముగ, స్వచ్ఛమైన కార్బన్, పెక్కు దాని రాసాయనిక సమ్మేళనములను తయారు చేయుటకు ఆధార పదార్థముగ అది ఉపయోగించబడుచున్నది.

దారు దహనవాయువు: దారు స్వేదనోత్పత్తులలో అల్ప ప్రాముఖ్యమైనది దారువాయువు. ప్రమాణ స్వేదన స్థితులలో 20% వరకు ఇది విడుదల అగును. దీనియందు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ (50% నుండి 60% వరకు), కార్బన్ మోనాక్సైడ్ (28% నుండి 33% వరకు), మీథేన్, తదితర హైడ్రోకార్బన్‌లు (3.5 నుండి 21% వరకు), హైడ్రోజన్ (1 నుండి 3% వరకు) ఉండును. స్వేదన కర్మాగారము నందు ఇంధనముగ అది ఉపయోగించబడుచున్నది.

పైరో లిగ్నస్ ఆసిడ్: స్వేదనోత్పత్తులలో ద్రవీభవనము చెందిన చిక్కని భాగము పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్. ఇది ఆసిటిక్ ఆసిడ్, మెతిల్ ఆల్కహాల్, ఆసిటోన్ మిశ్రమము అనవచ్చును. అయితే, దీనిలో కొద్ది పరిమాణములో ఇతర కార్బన్ ఆసిడ్, ఆల్కహాల్, ఎస్టర్, ఆల్డిహైడ్, కీటోన్, హైడ్రోకార్బన్, ఎమినో వంటివి కూడ చేరి ఉండును. వాస్తవమునకు ఒకప్పుడు పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్ పై పదార్థముల ఉత్పత్తికి ఏకైక వాణిజ్య మూలాధారము అయినది. అయితే, ఈ పద్ధతి ఇప్పుడు అంతగ వాడుకలో లేదు. బొగ్గు ధరలను తగ్గించుటకు మాత్రమే అది అవలంబించబడుచున్నది. ఈ రాసాయనిక పదార్థములను వేరుచేయుటకు మొదట పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్‌ను సున్నముతో తటస్థీకరణము గావించి ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌ను కాల్సియమ్ ఆసిటేట్‌గ వేరుచేసి, స్వేదనము చేయుదురు. స్వేదన ద్రవమును దారు స్పిరిట్ (వుడ్ స్పిరిట్) అందురు. దీని యందు మెతిల్ ఆల్కహాల్, ఆసిటోన్ ఉండును. ఈ రెండింటిని వరుసగ స్వేదనములకు గురిచేసి విడదీయుదురు. అవశేష కాల్సియమ్ ఆసిటేట్ ద్రవమును తడి లేమివరకు ఆవిరి యొనర్చి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో స్వేదన మొనర్చి ఆసిటిక్ ఆసిడ్ వేరుచేయబడును. ఈ మూడు రాసాయనిక పదార్థములు లేబొరేటరీలోను,పరిశ్రమలోను ముఖ్యమైనవి.

దారు తారు: ఇది 12% వరకు లభించును. ఇది అనేక కార్బన్ యౌగికముల సంశ్లిష్ట మిశ్రమము. స్వేదనమువలన దీనిని వివిధ అంశములుగ విడగొట్ట వచ్చును. వీనిలో విశిష్ట గురుత్వము ఒకటి కన్న తక్కువగల వానిని లైట్ ఆయిల్‌లు అని, విశిష్టగురుత్వము ఒకటి కన్న ఎక్కువగా ఉండువానిని హెవీ ఆయిల్‌లు అని అందురు. స్వేదన అనంతరము మిగులు అవశేషమును పిచ్ అందురు.

తారులను స్వేదనము చేయక పోయినచో ఎక్కువగా స్వేదనపొయ్యిలోకి ఇంధనముగా ఉపయోగింతురు. లైట్ ఆయిల్‌లు మంచి ద్రవకారకములుగ ఉపయోగపడును. హెవీ ఆయిల్ అంశము పండ్లువంటి ఆహారముల నిల్వలో రక్షక సాధనములుగను, క్రిమినాశనులుగను ఉపయోగపడును. హెవీ తారువలె పిచ్ కూడా జలనిరోధక పదార్థముగ ఉపయోగపడుచున్నది. అది రబ్బరులోను ఫోనోగ్రాఫ్ రికార్డ్‌లోను ఉపయోగపడును **పి.ఎస్.రావు.**

దాహక సోడా : చూ. కాస్టిక్ సోడా-పు. 294.

దీప్తి (ప్రకాశము) : ప్రకాశ సాంకేతిక విద్యకు అన్వయించు భావములు, యూనిట్లు మొదలగు వాటిలో క్రిందివి ప్రధానములైనవి:

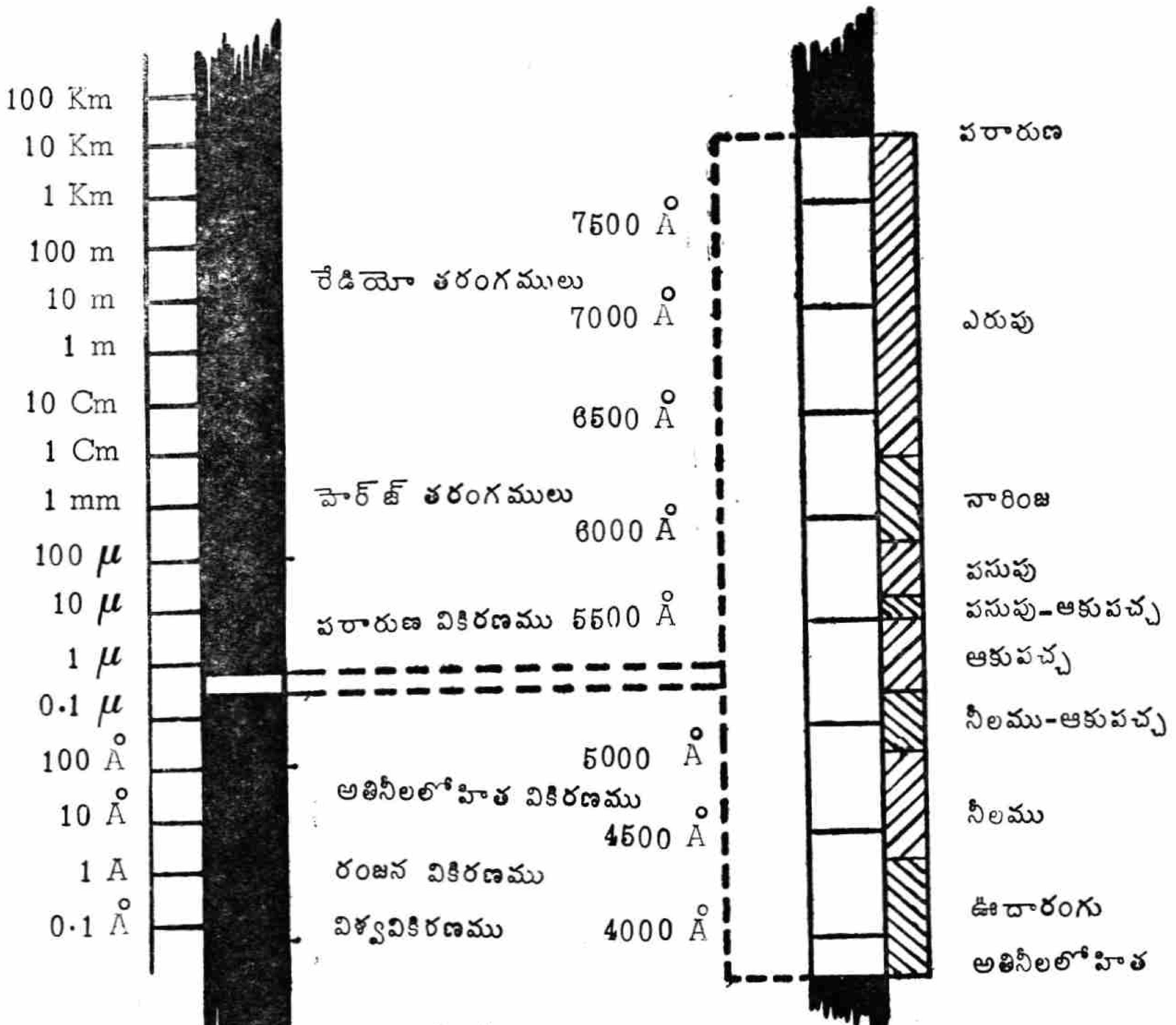
ప్రకాశస్రుతి (లూమినస్ ఫ్లక్స్) : మన కంటియొక్క సాపేక్ష సూక్ష్మగ్రాహిత్వము అండగాగొని అంతర్జాతీయముగ అంగీకరించబడిన ప్రకాశ పరీవాహమునకు 'ప్రకాశస్రుతి' అని పేరు. దీప్తిని వెలువరించు ఒక వస్తువు ఒక సెకను కాల వ్యవధిలో పైకి పంపు ప్రకాశమే ప్రకాశస్రుతి. దీనిని 'లూమెన్' అను యూనిట్లలో వ్యక్తపరచుదురు. దీని సంజ్ఞ 'lm'. ఒక విద్యుద్దీపము వెలబెట్టు ప్రకాశస్రుతికి ఆ దీపమునకు అందించబడిన శక్తి (అనగా ఒక వాట్టు జనింప జేయగలిగిన కాంతి శక్తి) కిని మధ్యగల నిష్పత్తికి 'దీప్తిదక్షత' అని పేరు.

దీప్తి తీక్ష్ణత: ఒక నియత దిశలో ఒక ఘనకోణ ఏకాంకమునుండి ఉద్గతమగు ప్రకాశస్రుతికి దీప్తి తీక్ష్ణత అని పేరు.

ఏకాంక ఘనకోణమునకు 'స్టెరేడియన్' అని పేరు. దీని నిర్వచనము 'R' సెం. మీ. అర్ధవ్యాసము గల ఒక గోళపు ఉపరి తలమున R^2 చతురపు సెం. మీ. తల పరిధిని రచించితిమి అనుకొందము. ఈ తల వైశాల్యము వర్తులముగా గాని లేదా ఇంకే ఇతర రూపమున గాని ఉండవచ్చును. ఈ గోళపు అర్ధవ్యాసము గోళ తల వైశాల్యపు వర్తుల పరిధిని అనుసరించి చలించుట వలన ఒక శంకువు ఏర్పడును. ఈ శంకువులో ఇమిడి ఉన్న ఘనకోణపు ఏకాంకమునకు స్టెరేడియన్ అని పేరు [చూ. చిత్రము-1].

దీప్తి తీక్ష్ణత ఏకాంకమునకు సంకేతము క్యాండెలా (Cd చిహ్నము).

ఔజ్జ్వల్యము: ఒక తలముపై స్ఫురించు కాంతి ఔజ్జ్వల్య సంవేదనను మనయందు జనింపచేయు వస్తూత్పాదిత ఉత్తేజనము. ఈ నిర్వచనము పరావర్తక, పారప్రేషక లేదా ఉత్సర్గక తలములలో దేనికైన వర్తించును. ఒక వ్యక్త వైశాల్య ఏకాంకముపై ఏ దిశలోనైన ప్రసరించు ప్రస్తుత కాంతి తీక్ష్ణత ఔజ్జ్వల్యము అనబడును. ఒక ఏకాంక వైశాల్యమునుండి ఉద్గతమగు ఔజ్జ్వల్యమును క్యాండెలాలలో నిరూపింతురు.



చిత్రము-1. వికిరణ పటము

వేరు వేరు వస్తువుల ఔజ్జ్వల్యము :

సూర్యునిది 1,65,000 క్యాండెలాలు/సెం.మీ²

చంద్రునిది 0·025 క్యాండెలాలు/సెం.మీ²

విద్యుద్దీపము కొన్ని వందల క్యాండెలాలు/సెం.మీ²

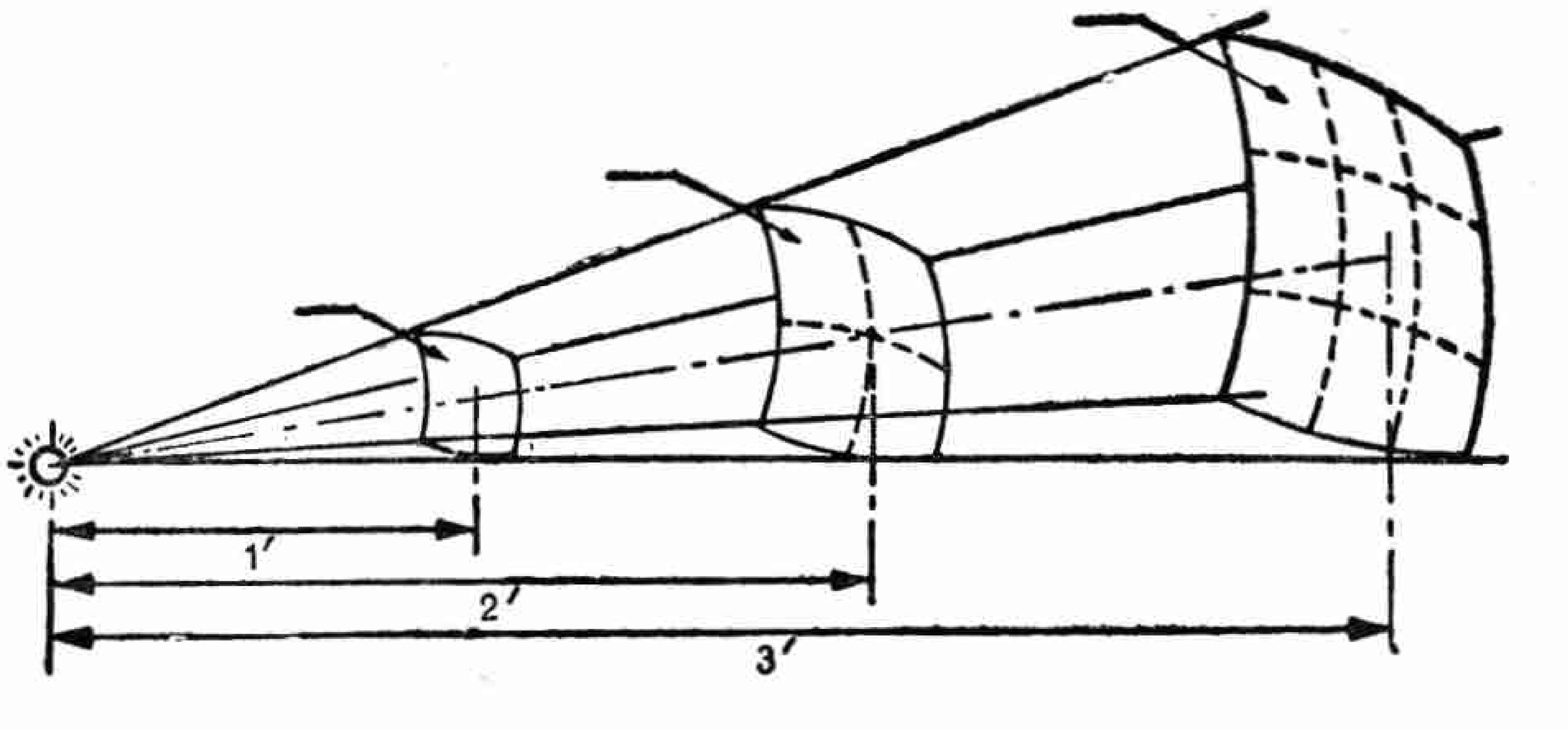
భాస్వర దీపము యొక్క ఔజ్జ్వల్యము చాల తక్కువ. కొన్ని క్యాండెలాలు/సెం.మీ² తరగతిలో ఉండును.

ప్రకాశనము: ఒక నియత వైశాల్యము పై బడు ప్రకాశస్మృతి ఆ వైశాల్యమును ఒక నియతాంశకు ప్రకాశింప జేయును. అందువలన ప్రకాశ మనగా ఏకాంక వైశాల్యముపై బడు ప్రకాశసృతి. దీనిని బ్రిటిష్ మానములో lm/అడుగు² గా నిరూపింతురు. మెట్రిక్ మానములో lm/మీటర్² అని సూచింతురు. అంతర్జాతీయ కాంతి సమితివారు మెట్రిక్ మానముపై ఆధారపడి ఉన్న lm/మీటర్² అను నిర్వచనమును వాడుదురు. దీని గుర్తు 'లక్స్'. క్రింది జాబితాలో వస్తువుల ప్రకాశ రాశికి కొన్ని దృష్టాంతములు ఈయబడినవి.

వేసవి-దిన మధ్యము నిర్మేఘ ఆకాశము	1,00,000 లక్స్
శీతకాలము-దిన మధ్యము బయట	10,000 లక్స్
వేసవి-దిన మధ్యము డాబా క్రింద	2,000-5,000 లక్స్
వేసవి-కిటికీ వెనుక	1,000-3,000 లక్స్
సూర్యుని ఉదయాస్తమయ వేళలు	500 లక్స్
కృతిమ దీపకాంతిలో వసతి గదిలోఉన్న బల్ల	200 లక్స్
కృత్రిమ దీపకాంతిగల ఆఫీసు	1,000 లక్స్

కాంతి రాశి: కాంతిరాశి ప్రకాశ సృతి × ప్రకాశన కాలము. లూమెన్ గంటలలో కాని లేదా లూమెన్ సెకండ్లలో కాని దీనిని నిరూపింతురు. ఫోటోగ్రఫీయందు ఉపయోగపడు కాంతి ఉత్పత్తి స్థానముల విషయమై కాంతి రాశి చాల ప్రధాన విషయము.

వ్యుత్క్రమ వర్గ నియమము: ప్రకాశ తీక్ష్ణత ప్రసరించు దిశకు లంబముగ ఉండు తలమందు గల ఒక బిందువువద్దపడు ప్రకాశ తీక్ష్ణత, కాంతి ఉత్పత్తి స్థానమునుండి ప్రస్తుత బిందువు యొక్క దూర వర్గమునకు వ్యుత్క్రమ నిష్పత్తిలో ఉండును [చూ. చిత్రము-2].



చిత్రము-2. వ్యుత్క్రమవర్గ సూత్రము

$$\text{దీప్తి} = \frac{\text{క్యాండెలాలలో దీప్తి తీక్ష్ణత}}{D^2\ (\text{దూరవర్గము})}$$

కాంతి కిరణములు దీపిత తలమును లంబ దిశలో తాకినపుడే ఈ నియమము వర్తించును.

దీప్తి మాపనము: కాంతి విద్యుద్ఘటము (ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ సెల్) సహాయముతో కాంతి రాశిని కొలువ వచ్చును. ఈ ఘటము గ్రహించిన ఈ కాంతిని విద్యుత్తుగ మార్చగలదు [చూ. సం. 2 పు. 393]. ఈ విద్యుత్తు ప్రవాహమును మిల్లీ ఆమ్మీటర్‌తో కొలిచినచో కాంతి రాశిని గణించ వచ్చును. ఇట్లు కాంతిని కొలుచు ఉపకరణమునకు దీప్తి మాపకము అని పేరు. దీని ప్రమాణమును lm/మీటరు² అను మానాంకములలో కొలుతురు.

కృత్రిమ కాంతి ఉత్పత్తి స్థానములు: పురాతన కాలము నుండి నూనెలు, క్రొవ్వొత్తులు దీపములకు వాడుచుండెడివారు. విద్యుచ్ఛక్తి అవతరించిన నాటినుండి ఉత్పత్తి స్థానము నుండి చాల దూరముగ ఉన్న చోట్లకు కూడ విద్యుత్తు సరఫరా చేయబడుచున్నది. విద్యుద్దీపముల ప్రయోజనమునకు విద్యుచ్ఛక్తిని ఉపయోగించు విధానములు మూడు ముఖ్యమైనవి కలవు: 1. జ్వలనము (ఇన్కెండెసెన్స్). ఒక వస్తువు ఆ దీప్తిని ఇచ్చునట్లు జ్వలింప చేయుట; 2. వాయువులయందు విద్యుదుత్సర్గమును పంపుట. 3. దహనము.

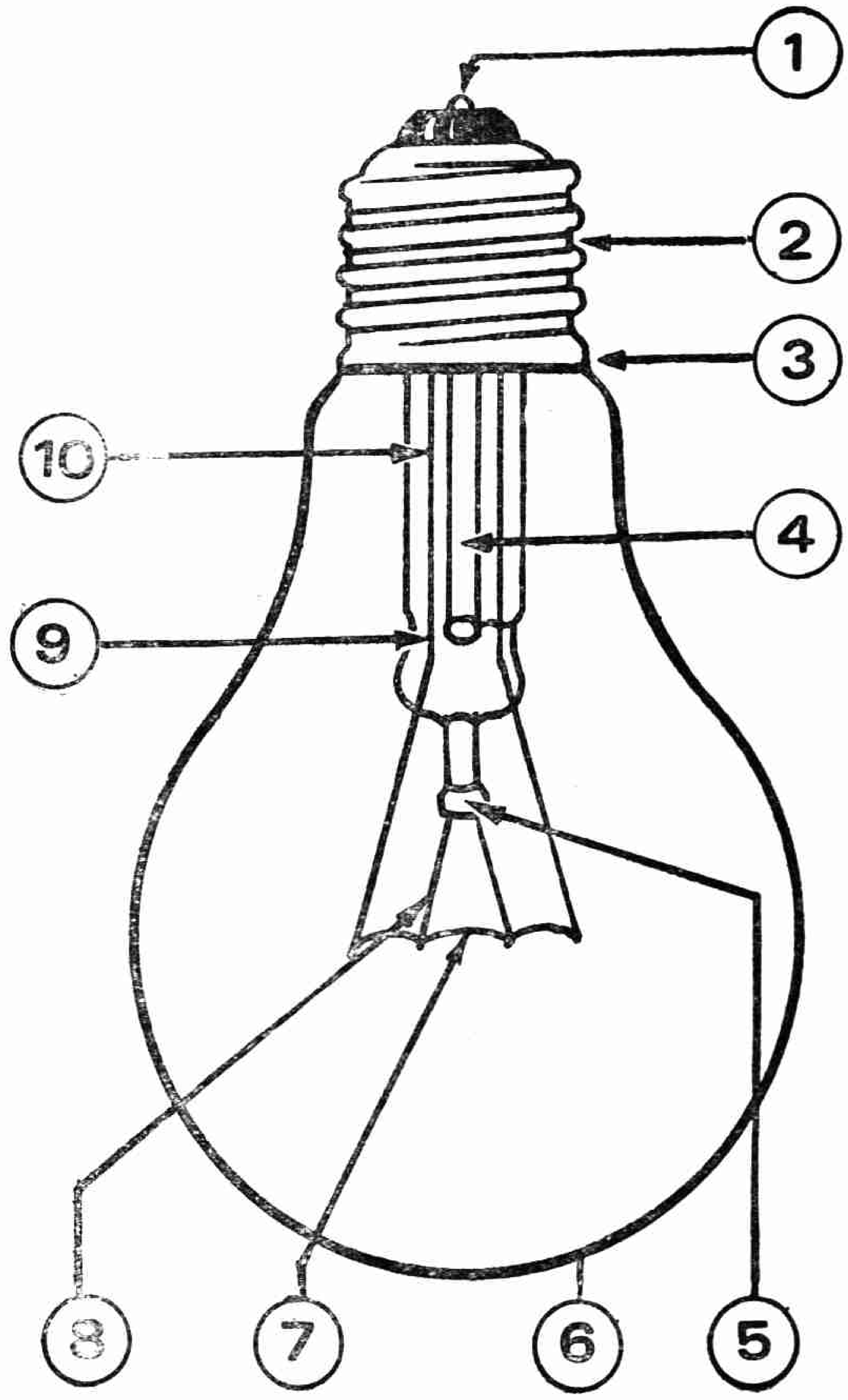
ఇందు వాటి తాపక్రమమును ఉన్నత స్థాయికి కొనిపోబడినపుడు ప్రజ్వలించెడు ద్రవ్యములను వాడుదురు. తాపక్రమము అతిశయించిన కొద్ది దీప్తి ఎక్కువగుచుండును. ఇది మొదటి విధానము.

ఇందు సాధారణముగ విద్యుద్వాహకములుగ ఆచరించని కొన్ని ధాతు బాష్పములు, ఆర్గాన్ వంటి కొన్ని అపురూప వాయువులు నాళములో బంధించబడి, ఆ నాళము ద్వారా విద్యుత్తు ప్రవాహమును పంపునపుడు ఆ బాష్పములు, ఆ వాయువులు ప్రకాశమును వెలిబెట్టును. ఇది రెండవ విధానము.

ఈ మూడవ విధము- అనగా గాలిలో వస్తువు దహనము (ఆక్సిజన్‌తో రాసాయనిక సమ్మేళనము) ఫొటో ఫ్లాష్ బల్బులలో ఈ విధముగ మనకు తారసిల్లును. గాలిగల గాజు బల్బులలో మగ్నీషియమ్ లేదా అల్యూమినియమ్ తీగెనుండి దాని ద్వారా విద్యుత్ప్రవాహమును పంపినపుడు ఆ తీగె కాలిపోవుచున్న సమయమున అతి ఉజ్జ్వలమైన కాంతిని ప్రసరించును. ఈ పరికరము అతి స్వల్ప కాలములో చాల ఎక్కువ

తీక్ష్ణత గల వెలుతురును ఇచ్చును. మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్నవగుటచేత మొదటి రెండు తరగతుల దీపములు సవివరముగ వర్ణించబడును.

జ్వలన తంతు దీపములు : విద్యుత్ప్రవాహము సాయమున జ్వలన తాపక్రమమునకు తార్చబడిన కొన్ని ధాతువుల తీగెలు వెలుతురును ఇచ్చును. వీటిని తంతు దీపములు అందురు. వీటి ముఖ్యభాగములు : తీగె, పూరకవాయువు, గోళము టోపీ [చూ. చిత్రము - 3].



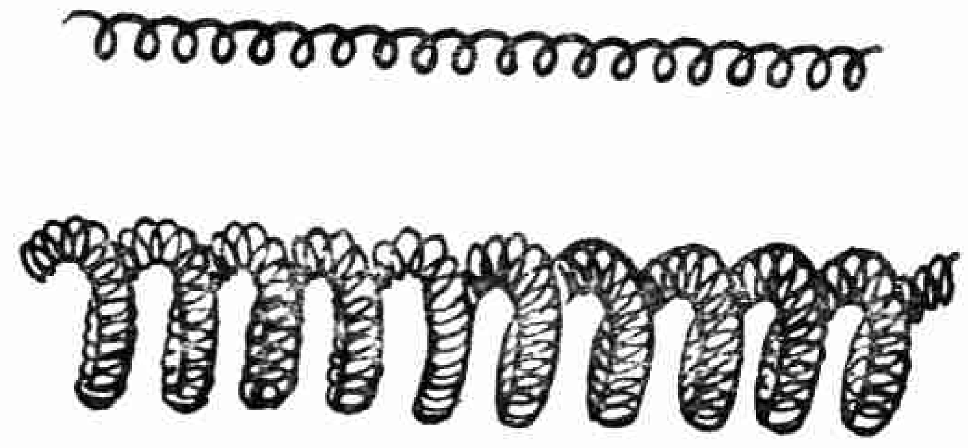
చిత్రము-3. విద్యుద్దీప గోళ భాగములు

1. స్పర్శబిందువు (ముఖ్య); 2. టోపీ; 3. స్పర్శబిందువు (పక్క); 4. విమోచన నాళము; 5. బొత్తాము; 6. గోళము; 7, 8, 9. తంతు (ఫిలమెంటు) దాని పట్టి ఉంచు భాగములు; 10. విద్యుత్తును సరఫరా చేయు తంతులు.

తీగె : టంగ్‌స్టన్ [చూ. సం. 2 - పు. 346] వంటి కొన్ని ధాతువుల తీగెలు అత్యధిక తాపక్రమమునకు వేడిచేసినపుడు కరగిపోకుండ కాలి, మంచి వెలుతురును ఇచ్చును. తీగెలోని విద్యుత్ప్రవాహము దాని విద్యున్నిరోధకము బట్టి-అనగా దాని అర్ధవ్యాసముపొడవు బట్టి - ఉండును. కాలునపుడు తీగె కొన్ని చోట్ల వేడికి ఆవిరిగ మారుట చేత అది బలహీనము అగును. ఈ చోట్ల తాపక్రమము క్రమముగ ఎక్కువై తీగె ఆవిరి అగుట ఎక్కువ అగును. చివరకు తీగె అచ్చట తెగి ఉచితమైన బాష్పీభవనపు రేటు కలిగి, సాధ్యమైనంత ఉన్నత తాపక్రమములను తట్టుకొను నట్లు తీగె నిర్మించబడవలెను.

తొలి దీపములు : వాయురిక్త గోళములలో తీగెలు కాలి వెలుతురును ఇచ్చునవి. వాయువు తీసివేసిన ప్రదేశమందు తీగె ఆవిరిగా మారుటకు అవకాశము చాల తగ్గి ఉండును. తరువాత తీగెచుట్ట, ఆ తరువాత మెలికలు తిరిన తీగెచుట్ట (కోయిల్డ్ కాయిల్) ప్రవేశపెట్టబడినవి. దీనివలన గోళపు పరిమాణము తగ్గించబడుటకు అవకాశము కలుగుటయే గాక ఉష్ణతా వ్యయము కూడ చాల తగ్గినది. అందువలన కాంతి దక్షత ఇనుమడించును [చూ. చిత్రము-4].

పూరక వాయువు : ఆర్గాన్, నైట్రోజన్, క్రిప్టాన్ లేదా వీటి మిశ్రములతో గోళములను నింపుటచే తంతుద్రవ్యము



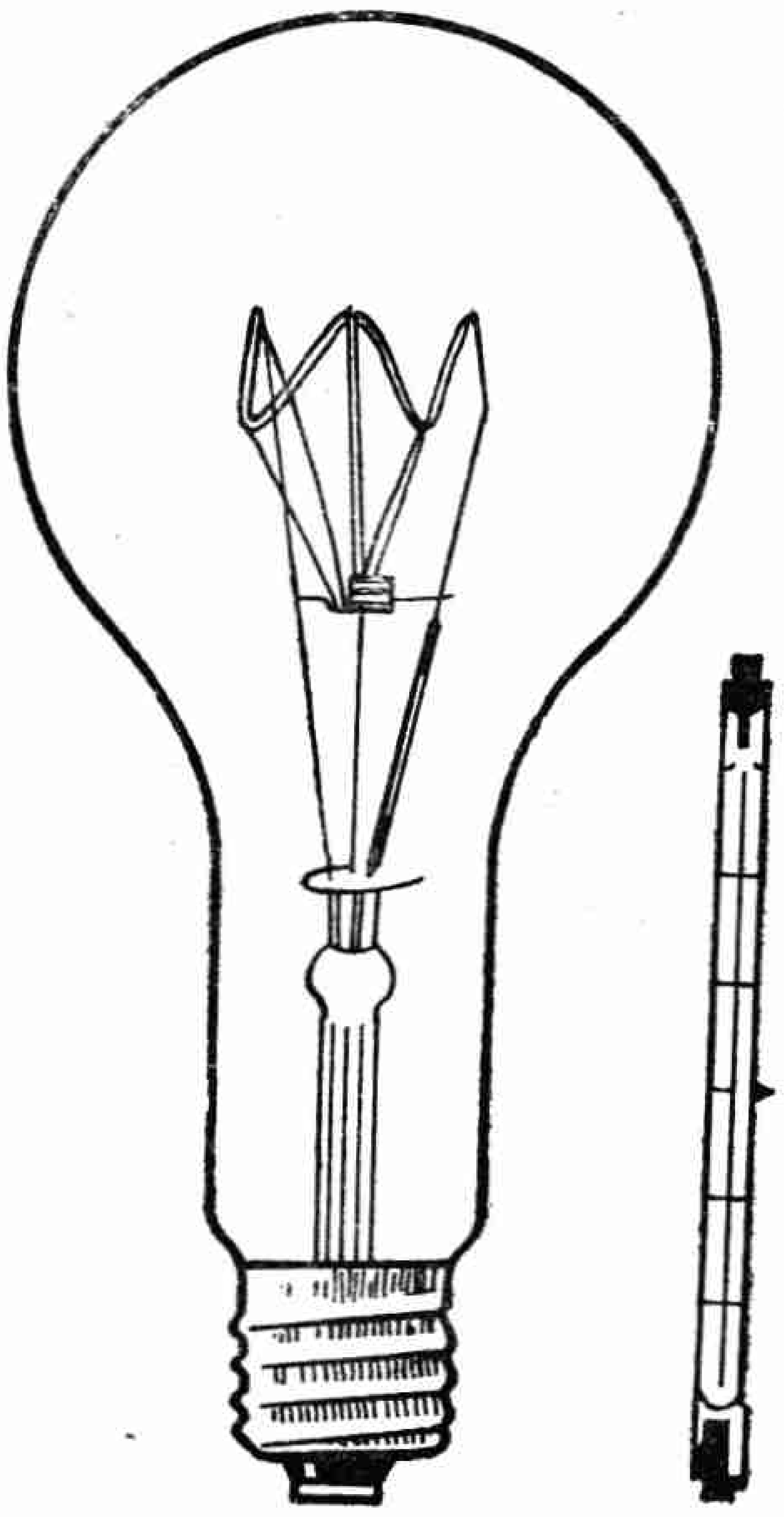
చిత్రము-4 చుట్ట చుట్టబడిన చుట్ట

ఆవిరిగా మారుట తగ్గి, తీగెను అధిక తాపక్రమములకు గురిచేసి దీప్తిని అతిశయింపచేయుటకు వీలైనది. సాధారణముగ 85–90% ఆర్గాన్, 10–15% నైట్రోజన్ గల మిశ్రమును పూరకముగ వాడుదురు. గోళమందు జ్వలించుచున్న తీగెకు ఆధారములగు దళసరి తీగెల మధ్య విద్యుచ్చాపము ఉద్భవించకుండ చేయుటకు నైట్రోజన్ ఆవశ్యకము.

ఇటీవల అవతరించిన దీపముల వృద్ధి హేలొజన్ వాయువును గోళములలో ప్రవేశపెట్టుట వలననైనా. గోళములో ప్రవేశించి ఉన్న హేలొజన్ వాయువు తీగె నుండి ఆవిరిగా బయటకు వచ్చిన టంగ్‌స్టన్ అణువులతో రాసాయనికముగ సంయోగించి టంగ్‌స్టన్ హేలైడ్ ఏర్పడును. ఇవి తీగపై పూతగా వ్యాపించును. తాపక్రమము ఎక్కువగ ఉండుటచే టంగ్‌స్టన్ సర్దుకొని హేలొజన్ వాయువును విడుదల చేయును. ఈ విడివడిన హేలొజన్ వాయువు మరల టంగ్‌స్టన్ కణములతో సంయోగించుట, మరల విడివడుట అను ఈ ప్రక్రియ పర్యాయ క్రమమున జరుగుచుండును. దీనివలన ఉన్నతతర తాపక్రమములను వాడుకచేసి తీగెయొక్క కాంతి దక్షత(20-25 లూమెనులు

వాట్టు)సాధించవీలైనది. హేలొజన్ మిశ్రముతో పూరించబడిన దీపములు హేలొజన్ మిశ్రములేని దీపముల కన్న ఎక్కువ మన్నిక గలవి.

ఈ క్రింది చిత్రము 5-లో చూపినట్లు గోళ పరిమాణము కూడ చాల వరకు తగ్గింప వీలైనది.



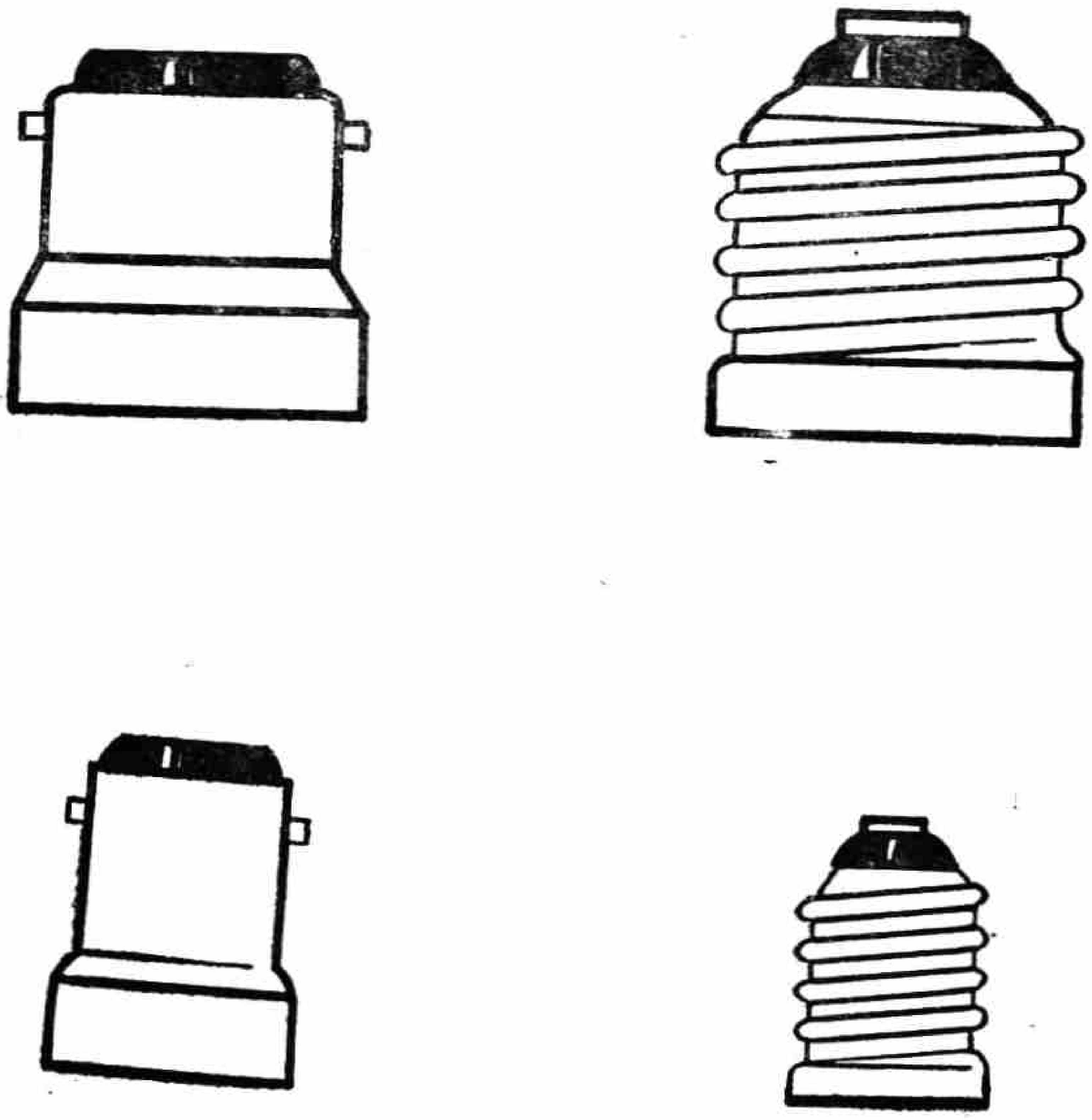
చిత్రము-5
కుడి : 1000 వాట్టుల హేలొజన్ దీపము
ఎడమ : 1000 వాట్టుల సాధారణ దీపము

గోళము : దహనము వలన శీఘ్రముగ తీగె శిథిలమగు ప్రమాదమును తొలగించుటకు గోళము ఆవశ్యకము. ఈ గోళములు సాధారణముగ మెత్తటి గాజుతో చేయబడును. అధిక తాపక్రమములను వాడు దీపములకు గోళములు కఠినమైన గాజుతో నిర్మించబడును. వర్షము, మంచు గోళమును తాకినపుడు అవి శిథిలము కాకుండ నిలచుటకు తాప సహము, కఠినము అగు గాజుతో నిర్మింతురు. అస్పష్ట దీపముల నిర్మాణమందు మాగుడు గాజు లేదా సిలికా పొర వేయబడిన గాజు గోళములను వాడుదురు.

టోపీలు : గోళమును బిగించుటకు ఒక స్థిరమైన ఆధారమును కల్పించుటకు టోపీలను వాడుదురు. సాధారణముగ స్క్రూ లేదా బెయొనెట్ టోపీలు వాడుకలో ఉన్నవి [చూ. చిత్రము - 6].

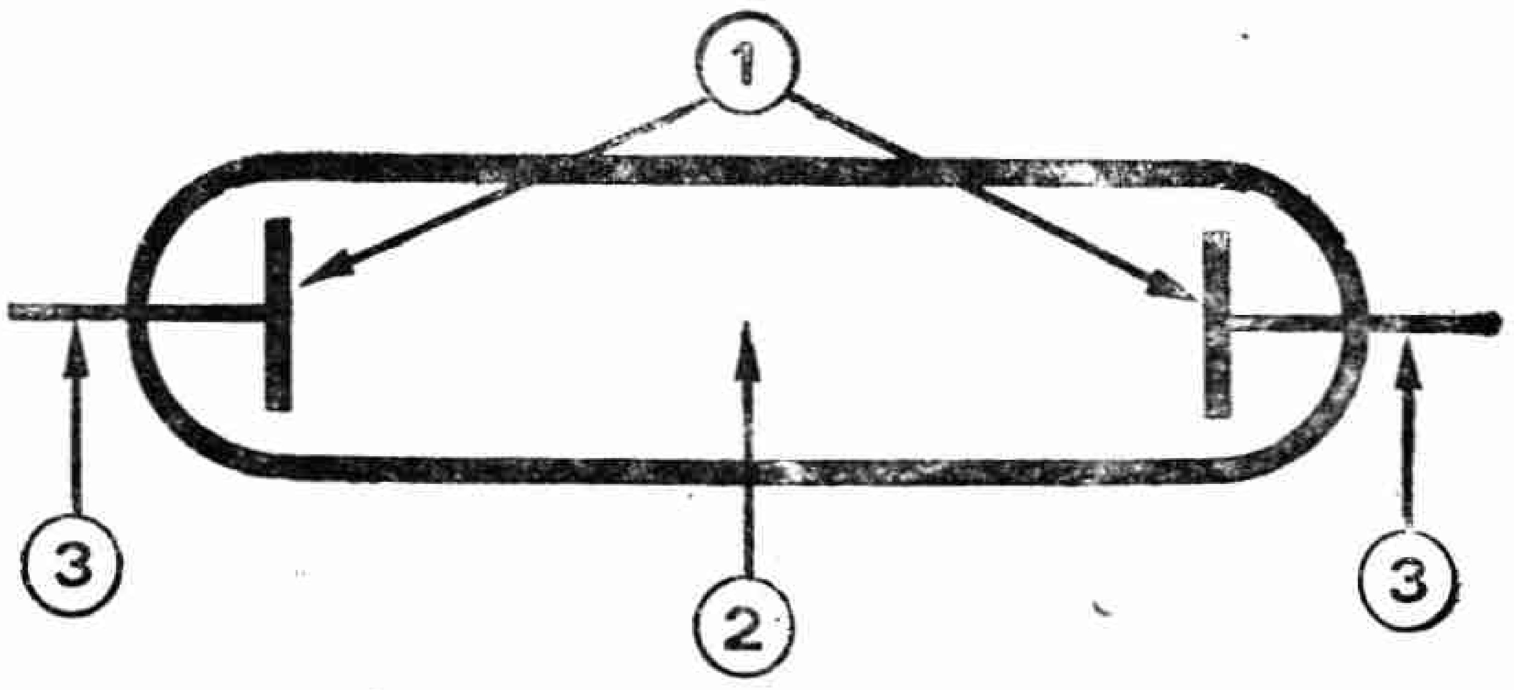
వోల్టేజీని ఎక్కువ చేసినచో కాంతి ఎక్కువగును. కాని, దీపముయొక్క జీవితకాలము తగ్గును. వోల్టేజీ తక్కువైన స్థితిలో దీపము చాల కాలము మన్నినను కాంతితగ్గి, దీప్తి దక్షత తగ్గును.

వేరు వేరు వోల్టేజీలు, వేరు వేరు వాట్టులు గల జ్వలన దీపములు ఉన్నవి. సాధారణ జ్వలన దీపములుకాక వేరు వేరు ప్రయోజనములకు వేరు వేరు దీపములు కలవు. బిందు దీపములు, మోటారుబండ్ల దీపములు, ఫిల్ములుగుండా వెండి తెరపై కాంతిని పరచు దీపములు, ఫోటోఫ్లాష్ దీపములు, విమాన దీపములు వినియోగములో ఉన్నవి.



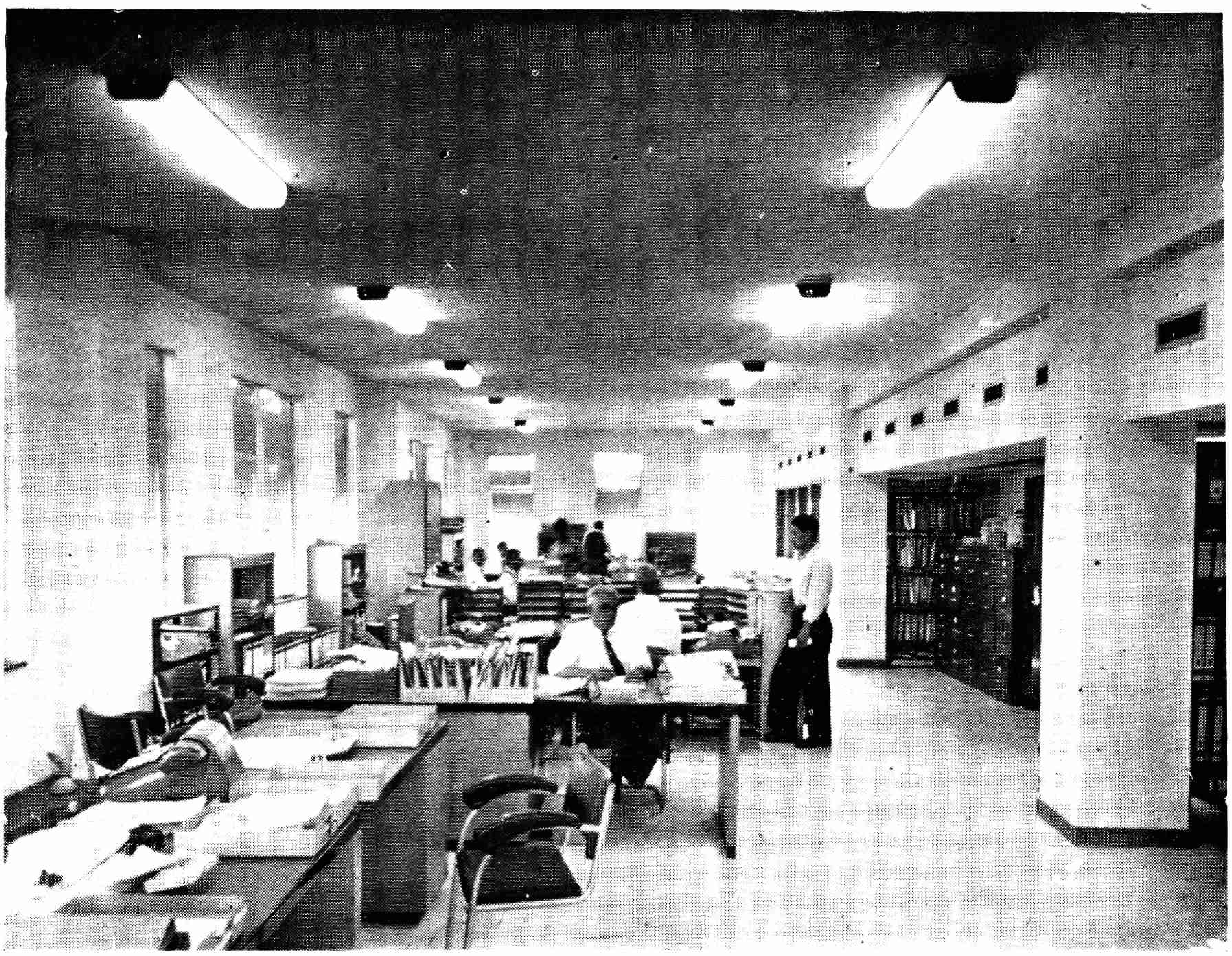
చిత్రము-6 దీపపు పీఠమున బిగించు టోపీ రకములు

వాయూత్సర్గ దీపములు : ఇవియును కాంతిని జనింపజేయుటకు విద్యుత్తునే వినియోగించినను తీగె దీపముల కన్న చాల భిన్నములు. ఇట్టి వాయూత్సర్గ దీపముల మూల రచన ఈ క్రింది చిత్రము (చిత్రము-7) లో చూపబడినది.



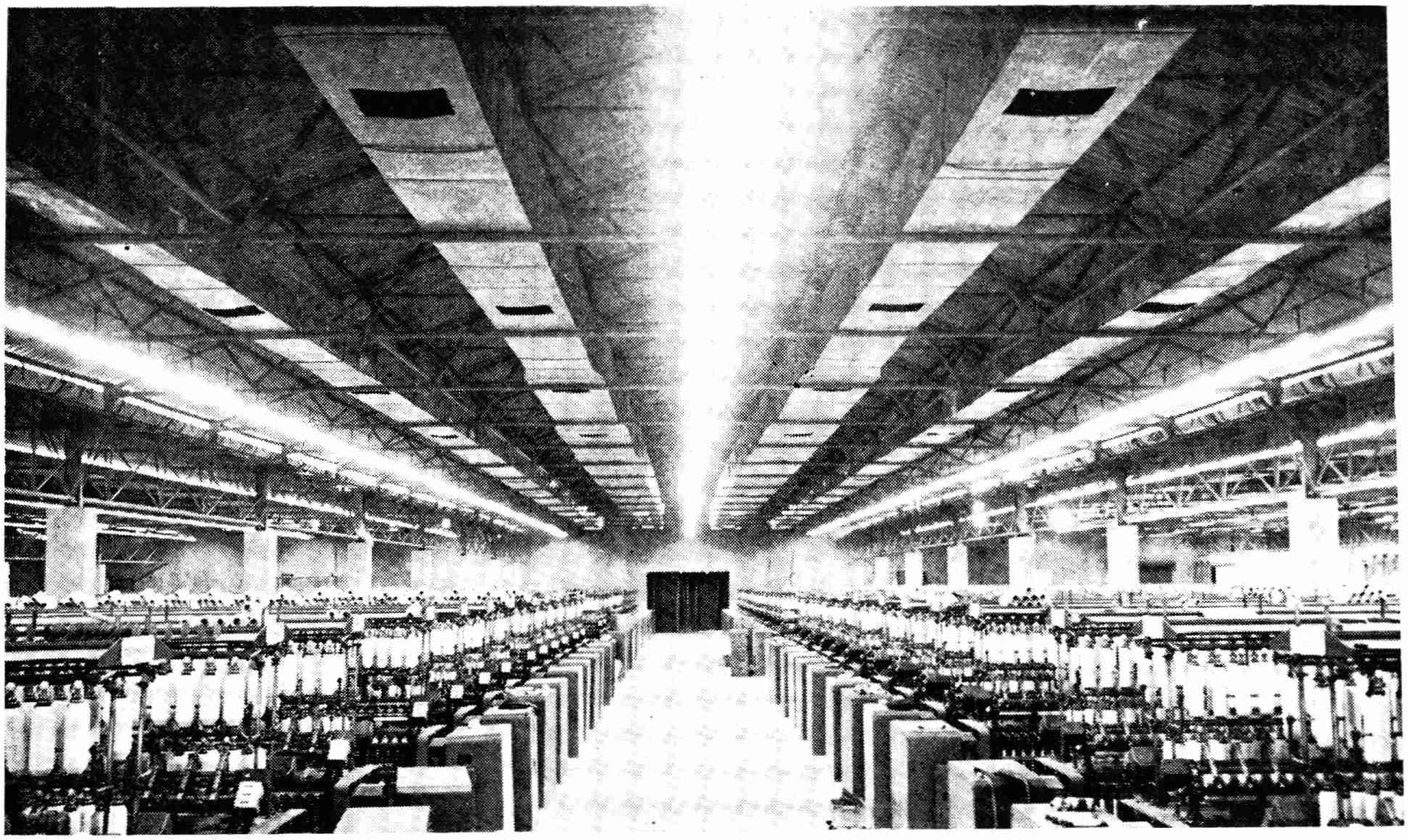
చిత్రము-7 వాయూత్సర్గ దీపములు
1. విద్యు దగ్రములు; 2. వాయువు; 3. తంతులు;

ఇది యొక గాలి తీసివేసిన గాజు గొట్టము. దీనిని పాదరస బాష్పముతో గాని లేదా సోడియమ్ ధాతు బాష్పముతో గాని నింపుదురు. వీటితో కొంత అపురూప వాయువును కూడ కలుపుదురు. గొట్టము రెండు చివరల రెండు విద్యుదగ్రములు దూర్చబడి ఉండును. ఈ ప్రవేశక తంతువులను ఒక నియత వోల్టేజీని ఇచ్చు విద్యుత్పరికరముతో కలిపిన



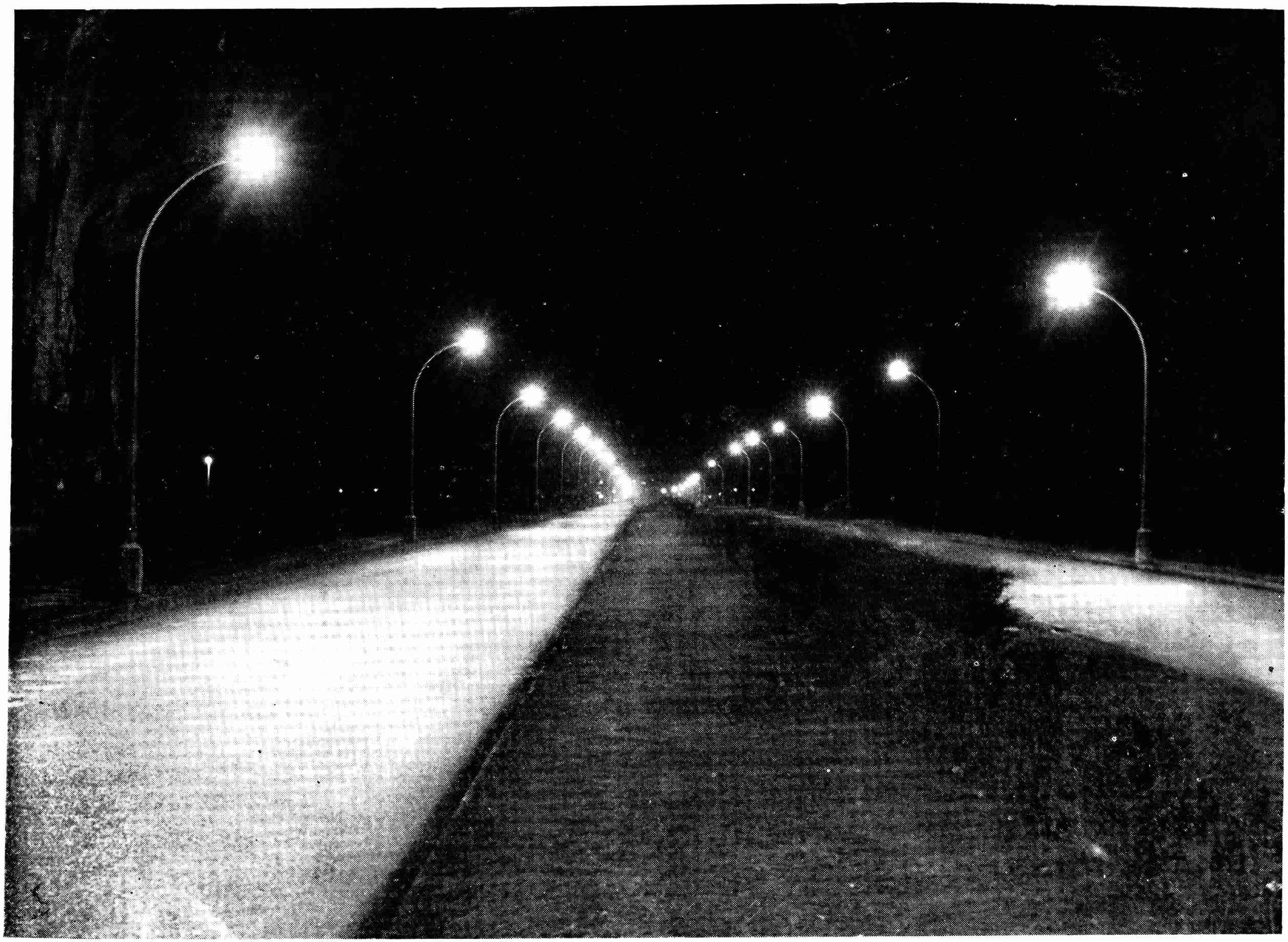
ఆఫీసువంటి గదులందు వెలుతురును ఇచ్చుటకు ఏర్పాట్లు

క్రింది చిత్రమున ట్యూబు లైటులను అమర్చు పరికరములు కప్పులోనికి ఇమిడ్చబడినవి

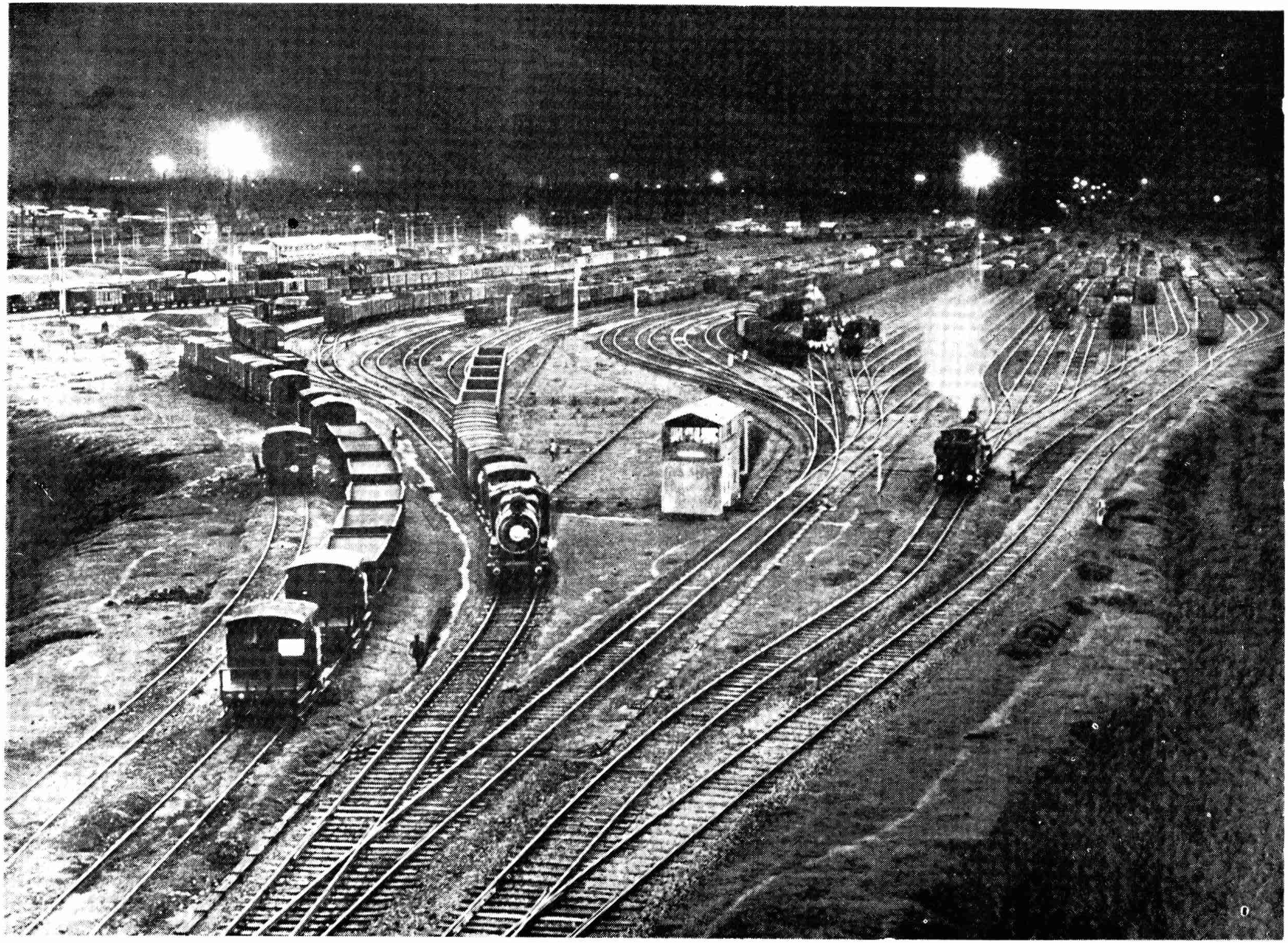


కర్మాగారములందు వెలుతురు: వస్త్ర కర్మాగారమునందు అవసరమగు ప్రమాణమున వెలుతురును ఇచ్చుటకు ఫ్లోరోసెంట్ దీపముల వరుసలు ఎడతెగకుండా బిగించబడినవి. పనిచేయు తలమును బట్టి నీడలు పడకుండా దీపపు వరుసలు అమర్చబడినవి

యంత్ర పరికరములతో పనిచేయు కార్ఖానాలలో అవసరమగు దీప్తిని ఇచ్చుటకు ఫ్లోరోసెంట్ దీపములు - ఒక్కొక్కటి 40 వాట్టుల ప్రమాణము గలవి - జంటలుగా ప్రత్యేకముగా నిర్మింపబడిన పారిశ్రామిక పరావర్తకములందు బిగింపబడినవి. గోడల వెంబడి వరుసగా బిగింపబడిన దీపములు గోడల వెంబడి ఉన్న యంత్రములకు కావలసినంత వెలుతురును ఇచ్చును



వీథి లాంతరులు: మోటారుబండ్ల రద్దీగల రోడ్లపై అమర్చిన దీప వ్యవస్థ. ఇందు అత్యధిక ప్రేషముగల రసబాష్ప (మర్క్యురీ వేపర్) దీపములు వినియోగపడినవి



భారీ దీపములు: రైలు కూడలివంటి స్థలములందు, ఉక్కు గోపురములపై బిగించబడిన పెద్ద అధిక ప్రేష రస బాష్పదీపములు ఆవరణము అంతటికీ వెలుగును ఇచ్చును

ఎడల నాళములోని వాయువు ఉత్తేజింపబడును లేదా అయనీకరించబడును. అనగా వాయు పరమాణువులు ధన విద్యుద్వాహములు, ఋణ విద్యుద్వాహములు అను భిన్న జాతీయ కణములుగ విచ్ఛిన్నములు అగును. ఇందు ఋణ చిహ్నాత కణములు ఎలక్ట్రానులు. ఈ ఎలక్ట్రానులు అయనీకరణ ప్రక్రియయందు ప్రముఖ పాత్రను వహించుచుండును.

ఉత్తేజక లేదా దాహక వోల్టేజియొక్క ఉన్నత పూరక వాయువుయొక్క స్వభావము, దాని ప్రేషము, విద్యుదగ్రముల మధ్య ఎడము ఈ అంశముల పట్టి ఉండును. దృశ్య ప్రకాశమును ఇచ్చు విద్యుదుత్సర్గమునకు చాపోత్సర్గము (ఆర్క్ డిస్చార్జ్) అని అందురు. ప్రారంభించగనే ఉత్సర్గము ఎక్కువగుచు, ఉత్సర్గ శలాకముయొక్క విద్యున్నిరోధము ఎక్కువగును. వాయూత్సర్గ దీపము ఋణ చిహ్నాత నిరోధము కలది. అందువలన ఉత్సర్గ నాళములోని విద్యుద్వలయము ఇంకొక బాహ్య విద్యుద్వలయముచే నియంత్రించబడును. ఈ ఏర్పాటు నాళముల మన్నికను పొడిగించును.

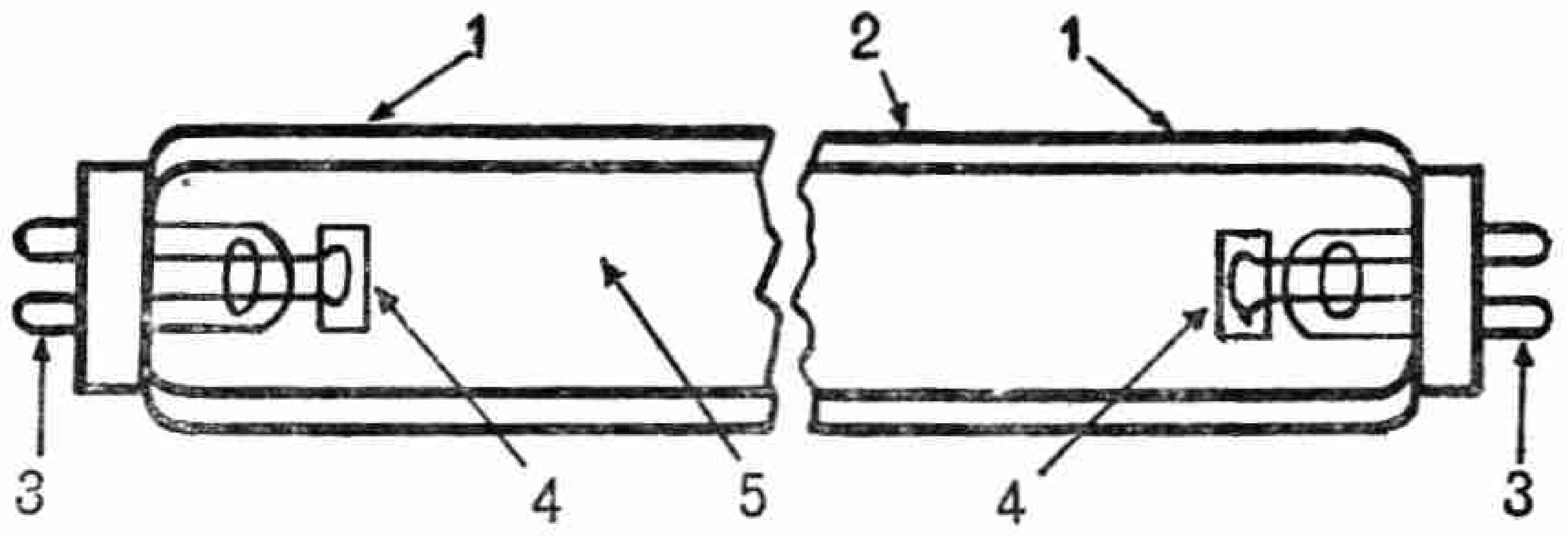
విద్యుత్ప్రవాహమును నియంత్రించుటకు ఋజు విద్యుత్ప్రవాహము (డి. సి.) విషయములో నిరోధకములు, ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహము విషయములో చోకులు లేదా బలాస్ట్‌లు ఉపయోగించబడును.

కొన్ని పక్షములలో జ్వలనము ప్రారంభించుటకు వోల్టేజి ఎక్కువ చేయవలసివచ్చినప్పుడు 'క్షరణ పరివర్తకము (లీక్ ట్రాన్స్‌ఫార్మరు)' లను ఉపయోగింతురు.

విద్యుదగ్రములు: వాయూత్సర్గ దీపములకు విద్యుదగ్రములు ప్రధాన అంగములు. ఇవి టంగ్‌స్టన్ ధాతువుచే చేయబడును. ఎక్కువ సంఖ్య ఎలక్ట్రానుల ఉద్గమింప చేయుటకు ఈ అగ్రములపై బేరియమ్ ఆక్సైడ్‌ను గాని లేదా థోరియమ్ ఆక్సైడ్‌నుగాని పూయుదురు. జ్వలనమునకు ముందు విద్యుదుత్సర్గముచే గాని, విద్యుత్ప్రవాహము అగ్రముల మధ్య ప్రవహించనిచ్చుటచే గాని ఇవి వేడెక్కించబడును. ఈ ఉపాయమువలన జ్వలనశక్మ (వోల్టేజి) అంత ఎక్కువగా ఉండనక్కరలేదు. ఇట్టి దీపములకు 'తప్తాగ్ర దీపములు' అని పేరు, వాడుకలో ఉన్న దీపములు ఈ కోవకు చెందినవియే. ముందుగా వేడిచేయబడని విద్యుదగ్రములు జ్వలనదశకు తీసికొనివచ్చుటకు అత్యున్నత శక్మలు (వోల్టేజీలు) ఆవశ్యకము. కాని, ఇట్టి ఏర్పాటు విద్యుత్తురాశి వ్యయమునకు తావీయును. అందువలన ఈ రకపు ఏర్పాటు ఎక్కువ వోల్టేజిగల దీపములకు, నియాన్ దీపములకు వాడుదురు.

ప్రస్ఫురణ దీపములు (ఫ్లోరోసెంట్ దీపములు): చాల దీపములు మన కంటికి అగపడు కాంతిఖండమునకు రెండు ప్రక్కల దగ్గరనున్న క్షేత్రములనుండి కంటికి అగపడని కిరణములను వెలిబెట్టును. ఈ కనబడని కిరణ క్షేత్రము నుండి ఉద్గమించు కిరణములలో అతి నీలలోహిత కిరణములు నాళము లోపలి గోడకు పూతగా ఉన్న చూర్ణమును తాకినప్పుడు దృశ్య కిరణములుగ మారును. ఏలన ప్రస్ఫురణ చూర్ణమునకు అతి నీలలోహిత కాంతిని గ్రహించి దృశ్య కాంతిని బయటపెట్టు సామర్థ్యము కలదు. ప్రస్ఫురణ దీపములను మూడు రకములుగ విభజింపవచ్చును: 1 అల్ప ప్రేష దీపములు: వీటిని కేవలము ప్రస్ఫురణ దీపము అందురు; 2. ఉన్నత ప్రేషముగల పాదరసపు ఆవిరి దీపములు; 3. సోడియమ్ ఆవిరి దీపములు.

అల్పప్రేష దీపములు: ఇవి నాళాకారము కలిగి ఉండును. ఈ నాళములు గాజుతో చేయబడును. ఈ నాళమున లోపలిగోడ ప్రస్ఫురణ చూర్ణముతో పూయబడి ఉండును. ఈ నాళపు రెండు చివరలను రెండు టోపీలు ఉండును. ఈ టోపీల లోపలనుండి ఒక పిన్ను పైకి పొడుచుకొని వచ్చును. పిన్నుల లోపలి కొనలకు మెలితిరిగిన తీగెచుట్టను మోయుచున్న విద్యుదగ్రములు అతికి ఉండును నాళమునందు చాల స్వల్పరాశి పాదరసము, ఆర్గాన్‌వంటి అపురూపవాయువు ఉండును. జ్వలనమును తేలికపరచుటకు ఆర్గాన్ ఆవశ్యకము. నాళములో ఒత్తిడి 0·1 మి. మీ. ఉండును [చూ. చిత్రము-8.].

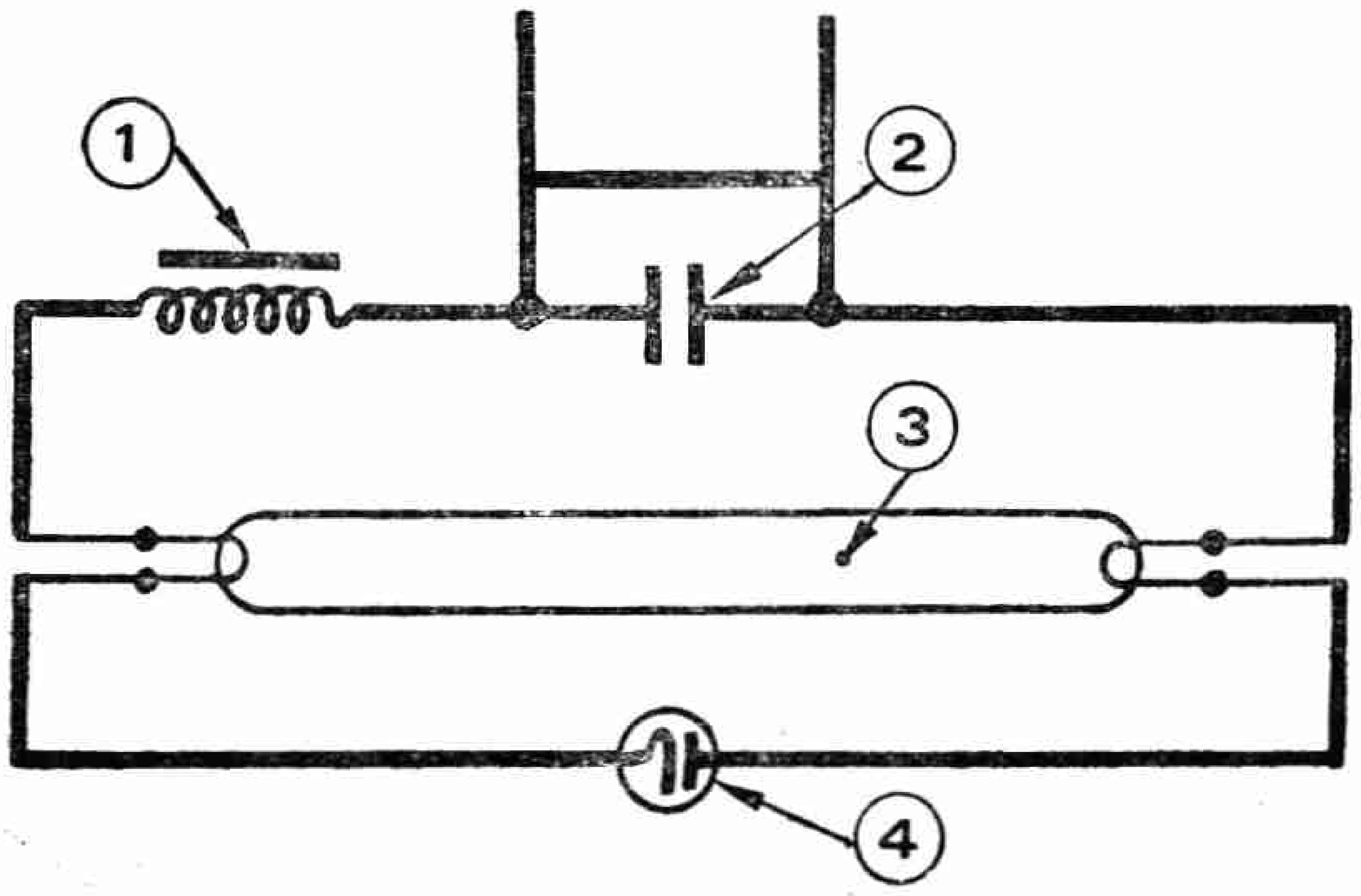


చిత్రము-8 ప్రస్ఫురణ (ఫ్లోరోసెంటు) దీపములు

1. ప్రస్ఫురణపూత; 2. నాళకుడ్యము; 3. టోపీ (రెండు పిన్నులుగల); 4. చుట్ట చుట్టబడిన తీగె-విద్యుదగ్రములు; 5. రసబాష్పము (× ఆర్గాన్).

ఈ నాళము వ్యాసము సాధారణముగ 50 మి. మీ. ($1\frac{1}{2}''$) ఉండును. ప్రస్ఫురణ దీపములు పనిచేయుటకు వలయు బలాస్ట్, ప్రవర్తకము (స్టార్టర్) వంటి కొన్ని ఉపాంగములు కలవు. బలాస్ట్ అనునది ముఖ్య విద్యుద్వలయముతో శ్రేణిలో అమర్చబడిన ఇండక్టన్స్. బలాస్ట్ నిర్వహించు పనులు మూడు: 1. దీపపు విద్యుదగ్రములను ముందుగా వేడిచేయుట; 2. చాప ఉత్సర్గమును ప్రారం

భించుటకు వలయునంత ఉన్నత శక్మను అందించుట; 3. దీపపు విద్యుత్ప్రవాహమును, విద్యుచ్ఛక్తిని అనుకున్న విలువలకు స్థిరీకరించుట [చూ. చిత్రము-9.].

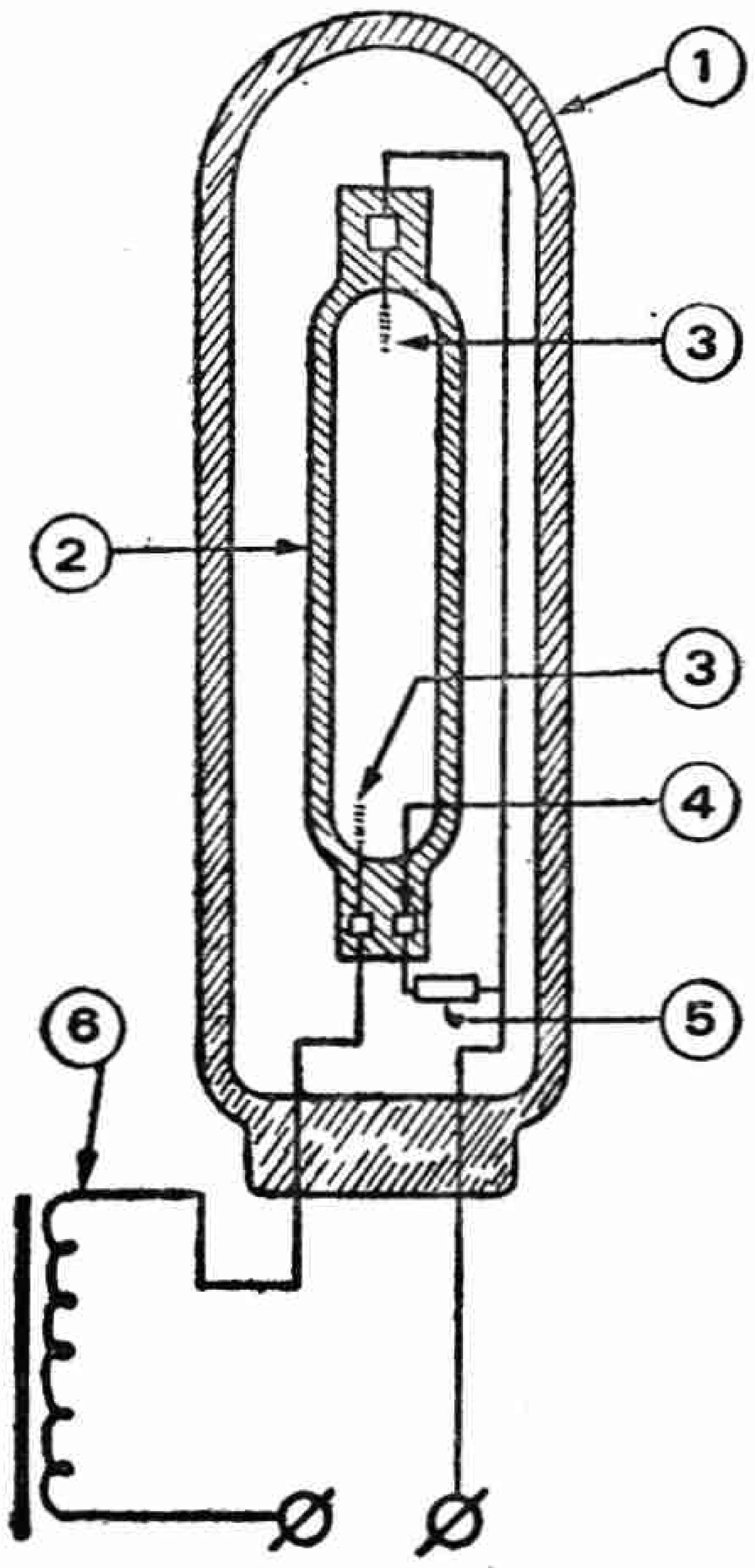


చిత్రము-9
ప్రస్ఫురణ దీప స్వరూపము
1. చోక్; 2. పవర్ ఫ్యాక్టరును మెరుగుపరచు కెపాసిటరు; 3. ప్రస్ఫురణ దీపము; 4. స్టార్టరు.

ప్రవర్తకము చేయు పని: అగ్రములను ముందుగా వేడెక్కించుటకు ఉద్దిష్టమైన విద్యుత్ప్రవాహమును చాలినంత సేపు సాగనిచ్చి, తరువాత వెంటనే తెంపివేయుట. దీని వలన బలాస్ట్ యందు క్షణికముగ వృద్ధిపొందిన విద్యుత్ప్రవాహము నాళములో చాప ఉత్సర్గమును ఉత్పాదించును. ఉత్సర్గకాలమునందు ప్రవర్తకమునకు అడ్డుగ స్థాపించబడిన శక్మ దానిచే పనిచేయించుటకు చాలదు. ఒకపరి ఉత్సర్గము ప్రారంభించెనేని ప్రవర్తకము మరల పనిచేయుటకు సిద్ధము అగును.

ఈ ప్రవర్తకములు గ్లో-స్విచ్చి స్టార్టర్ అని, తెర్మల్ స్విచ్చి స్టార్టర్ అని రెండు విధములు: ఈ రెండిటిలో మొదటి రకము విపులముగ వాడుకలో ఉన్నది.

ఉన్నత ప్రేష రస బాష్పదీపములు: పేరునకు తగినట్లు ఈ దీపములు పాదరసమును వాయూత్సర్గమునకు వాహకముగ వాడును. దీని ప్రధాన భాగము ఉత్సర్గ నాళము. ఇందు రెండు ప్రధాన విద్యుదగ్రములు, ఒక సహాయక విద్యుదగ్రము ఉండును. ఈ సహాయకాగ్రమును దానికి అభిముఖముగ అమర్చబడిన ప్రధాన అగ్రముతో ఒక ఉన్నత నిరోధకము గుండ సంధింపబడి ఉండును. ఇందుందే పాదరస బాష్పము, స్వల్పరాశి ఆర్గాన్ వాయువు జ్వలనమునకు చేయూత నొసంగును. ఈ ఉత్సర్గ నాళమును ఇంకొక నాళము ఆవరించి ఉండును [చూ. చిత్రము-10]. దీనికి టోపీలు అమర్చబడి ఉండును. దీపము పనిచేయు సమయమందు నాళములోని ఒత్తిడి 1-4 లేదా 5 వాతావరణముల వరకు ఉండును. విద్యుదగ్రముల మధ్య ఎడము చాల తక్కువగుట, ఉత్సర్గనాళము యొక్క తాపక్రమము ఉన్నత శ్రేణిలో ఉండుట జరుగును. ఇట్టి ఉన్నత తాప

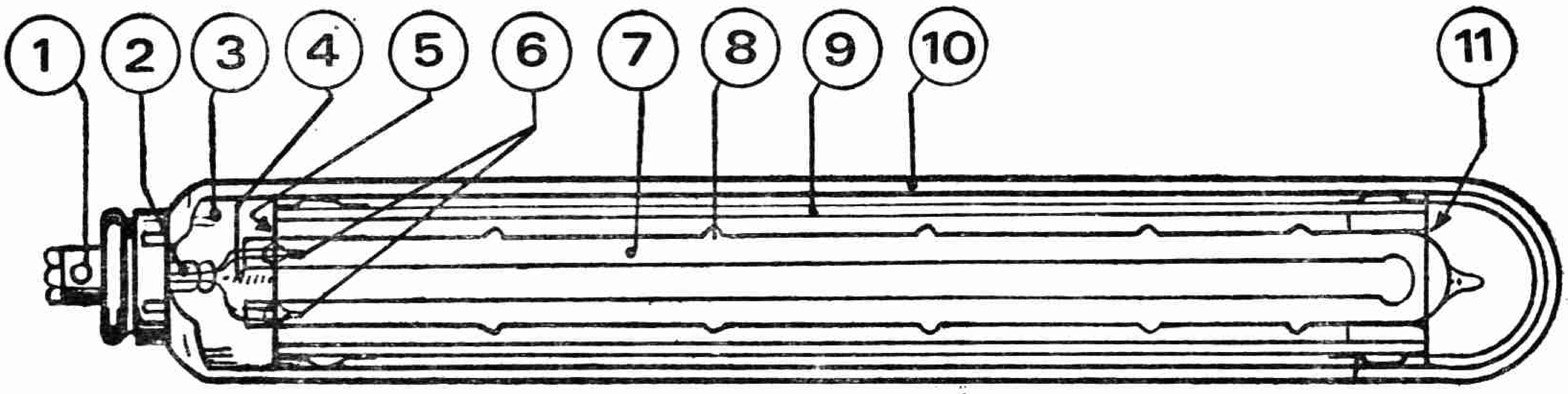


చిత్రము-10 వాయూత్సర్గదీపము.
1. పైకప్పు; 2. క్వార్ట్జ్ ఉత్సర్గనాళము; 3. ముఖ్య విద్యుదగ్రములు; 4. సహాయక విద్యుదగ్రములు; 5. ప్రారంభించుటకు సహాయక రెసిస్టరు; 6. ఛోక్.

క్రమములను తట్టుకొనుటకు దీపగోళము స్ఫటిక శిల (క్వార్ట్జ్)తో నిర్మించబడును. అకస్మాత్తుగ మారు పరిసర వాతావరణ స్థితులకు హానినొందకుండ ఆవరణ నాళము లోపలి నాళమును కాపాడును. అతిప్రేష దీపముల ఉత్సర్గ నాళము, ఆవరణనాళము ఈ రెండిటి మధ్యనుండి గాలిని తీసివేయుదురు. ఉన్నత ప్రేష దీపముల విషయములో ఈ రెండు నాళముల మధ్య అంతరాళమును నైట్రోజన్ వాయువుతో పూరింతురు. దీపము వెలుగునపుడు నాళమున జనించు అధిక తాపమును చల్లార్చుటకు నైట్రోజన్ ఆవశ్యకము.

సోడియమ్ ఆవిరి దీపము: ఈ రకమునందు విద్యుదుత్సర్గమునకు సోడియమ్ ఆవిరి వాహకము. నాళము U-ఆకారములో ఉండును. ఇందు రెండు విద్యుదగ్రములు అమర్చబడి ఉండును. ఈ నాళము లోపల నియాన్‌తో కలిపిన సోడియమ్ బాష్పము ఉండును. సహకార విద్యుదగ్రము ఒక పలుచటి, వంపు తిరిగిన రేకునకు అతుకబడి ఉండును. ఈ వంపు ఉత్సర్గనాళమునకు ప్రాపుగ ఆచరించును. నాళతాపక్రమమును స్థిరముగ ఉంచుటకు

రెండు గోడలు గల మరొక వాయురిక్త నాళము దీనిని ఆవరించి ఉండును. ప్రధాన నాళము లోపలి తాపక్రమమును ఈ తొడుగు ఇంచుమించుగ స్థిరముగ అట్టే పెట్టును. దీని ఫలితముగ కాంతి ప్రవాహ ఉత్పత్తి ఇష్ట మూల్యము కన్న ఎప్పుడును తగ్గదు. ఈ తొడుగు గొట్టమునకు పింగాణీ ఉంగరము ఒకటి తగిలించి ఉండును [చూ. చిత్రము-11]. ఈ అంగుళీయకమందు ఉత్సర్గ



చిత్రము-11: సోడియమ్ దీపము

1 మూత; 2. తీగెలు; 3. బేరియమ్ గెట్టర్; 4. సహాయక ఎలక్ట్రోడ్; 5. గాజు నాళమునకును, ఉత్సర్గ నాళమునకును ఆధారము; 6. ముఖ్య విద్యుదగ్రములు; 7. ఉత్సర్గనాళము; 8. సోడియమ్‌ను పంపిణీ చేయు పొట్ట; 9. వేడిమిని చొరనివ్వని గాజు గొట్టము; 10. పైకప్పు; 11. గాజుగొట్టమునకును, ఉత్సర్గ నాళమునకును ఆధారములు.

నాళము అమరి ఉండును. ఈ ద్వీపపు జ్వలన శక్మ ఎక్కువ (400 - 600 వోల్టులు) గనుక, ప్రత్యేక రచన గల దీపాధారములను ఉపయోగింతురు.

ఈ పైన నిరూపించిన దీప విధముల వినియోగములు దిగువ వివరించబడినది :

జ్వలన దీపములు : ఇవి చాల సరళ రచనగలవి గనుకను, అవి ఇచ్చు కాంతి చాల వినియోగములకు ఉచితముగ ఉండును గనుకను ఈ దీపములు ఇండ్లయందు, ఫ్యాక్టరీల యందు, ఆఫీసులయందు ఎక్కువగ వాడుకలో ఉన్నవి.

పెద్ద కట్టడములకు వెలుతురును సరఫరా చేయుటలో, ఈ దీపముల తక్కువ ప్రకాశ దక్షత ఒక లోపమే కాని గృహప్రకాశన విషయములో వీటి వెచ్చటి వెలుతురు చాల కోరతగి ఉన్నది.

పై చెప్పిన ఆధునిక హేలొజన్ దీపములు సినీమా, ఫిల్మ్ ప్రొజెక్టర్‌లకు ప్రకాశ ప్రవాహ విస్తరణ ప్రయోజనములకు వరప్రసాదము వంటివి.

ప్రస్ఫురణ దీపములు : వీటి దీప్తి దక్షత ఎక్కువైనను కాంతి ఉత్పత్తి చాల తక్కువ. వీటి కార్యకర కాలము జ్వలన దీపముల దానికన్న చాల ఎక్కువ. తాపము యొక్క నిష్ప్రయోజన వ్యయము కూడ చాల తక్కువ. అందుచే అవి ఆర్థికముగ లాభకరములు; బహుళ వినియోగమును అందుకొనినవి. ఇవి పారిశ్రామిక కార్ఖానాలయందు, వాణిజ్య భవనములందు ఉపయోగమునకు చాల తగి ఉన్నవి.

ఇంతియేకాక, భవనములకు వెలుపల, వీథులయందు, సప్లయి కేంద్రములయందు కాంతి ప్రదాతలుగ మిక్కిలి ఉపయోగపడుచున్నవి.

ఉన్నత ప్రేష తస బాష్పదీపములు : వీటి అత్యున్నత దీప్తి దక్షత, దీర్ఘ జీవితకాలము, చాక్షుష నైశిత్యము, రంగులు యథార్థముగ కనబడవలసిన ఆవశ్యకము లేని సందర్భముల-అనగా వీథుల, రైల్వే కేంద్రముల-రహదారుల ప్రకాశమునకు చాల పనికి వచ్చుచున్నవి.

సోడియమ్ బాష్పదీపములు : ఇవి అత్యున్నత చాక్షుష నైశిత్యమును కలిగి ఉన్నను రంగులను యథార్థముగ కనబరచవు. అందువలన ఇవి రాజపథముల, ఫౌండ్రీల (ఇనుప పోత కార్ఖానాల) యందు ఉపయోగించబడుచున్నవి. ఈ దీపములు ఏకవర్ణకాంతి ప్రకాశకములు అగుటచే దీని వెలుతురు ధూళి దూషిత వాతావరణమును, పొగమంచును, ధూమికను దూసికొని పోవుటలో మిన్న అగుటచే ప్రత్యేక పరిస్థితులలో ఎక్కువగ వాడుకలో ఉన్నది. వి.ఆర్.నాథన్.

ద్రావణీయ సిలికేట్‌లు : సిలికేట్‌లు సిలిసిక్ ఆసిడ్ లవణములు. సిలిసిక్ ఆసిడ్‌లలో మెటా సిలిసిక్ ఆసిడ్ ($H_2\,SiO_3$), ఆర్థో సిలిసిక్ ఆసిడ్ ($H_4\,SiO_4$) ముఖ్యమైనవి. పోలీ సిలిసిక్ ఆసిడ్‌లు కూడ పెక్కు కలవు; వాటిలో అత్యంత సరళమయినది డై సిలిసిక్ ఆసిడ్; ఆల్కలీ ధాతువుల సిలికేట్‌లలో లిథియమ్ సిలికేట్ మినహా మిగిలినవి ద్రావణీయములు. నీటిలో కరగి అతి స్నిగ్ధ ద్రావణములుగా ఏర్పడును.

ద్రావణీయ సిలికేట్ లు

వాణిజ్య వినియోగము కల సిలికేట్ లలో సోడియమ్ సిలికేట్ లు ప్రధాన తమములు; కొన్ని విశిష్ట వినియోగములకు పొటాసియమ్ సిలికేట్ లు ఆవశ్యకములు. తక్కిన ద్రావణీయ సిలికేట్ లు ఆర్థికముగ ప్రయోజనకారులు కావు. కావున, పెద్ద రాశులలో తయారు చేయబడవు. సజల (ద్రవరూప) సోడియమ్ సిలికేట్ లు 'సోడా సిలికేట్ లు' అని వ్యాపార రంగమున వ్యవహరింపబడును. వాణిజ్య సరళిలో తయారు చేయబడు సోడియమ్ సిలికేట్ ఆర్థో, మెటా, సెస్క్వి అనబడు మూడు భిన్న రూపములలో దొరకును. ఈ మూడిటిలో ఆర్థో సిలికేట్ నకు క్షారగుణము చాల ఎక్కువ. మెటా, సెస్క్వి సిలికేట్ లు-వాటి p_H (ఆమ్లసూచి) సోడా భస్మము కన్న మిక్కిలి ఎక్కువే అయినను - తక్కువ క్షారవంతములు. ఈ మూడు సిలికేట్ లు స్ఫటిక రూపములు. నీటిలో కరగు ఇతర సోడియమ్ సిలికేట్ లు-మెటా సిలికేట్ కన్న తక్కువ క్షారగుణము కలవి – అనేకములు ఉన్నను అవి గాజువంటి అస్ఫాటిక రూపములు. పొటాసియమ్ సిలికేట్ కొద్ది రకములలో మాత్రమే లభించును పొటాసియమ్, సోడియమ్ సిలికేట్ ల మిశ్రములు కూడ అందుబాటులో కలవు.

సిలికేట్ల ఉపయోగములు: సిలికేట్ ద్రావణములు క్షాళకములుగా ప్రసిద్ధి కనినవి. సోడియమ్ సిలికేట్ లు బట్టల సబ్బులు తయారు చేయుటలో విరివిగ వాడబడును. మామూలు సబ్బులు కాక, మిగిలిన క్షాళకము (డిటర్జెంట్)ల తయారీలో అవి తమ ఉపయోగితను అసందిగ్ధముగ నిరూపించుకొనినవి. అవి క్షార ద్రవ్యములచే వస్తువులకు కలుగు క్షయమును నిరోధించుటలో సమర్థములైనవి. బట్టలు ఉతుకు సాధన నిర్మాణమునకు ఉపకరించు అల్యూమినియము, ఇత్తడి మొదలగు ధాతు, ధాతు మిశ్రములపై ఉపరితల క్షయకారకములుగ ఆవరించు సల్ఫేట్, సల్ఫొనేట్ రాసాయనికముల వలన సంభవించు క్షయ కార్యమును నివారించుటయందు సాటిలేనివి. వంట పాత్రలను శుభ్రము చేయుటకు కూడ ఇవి చాల ఉపయోగములు.

సోడియమ్ సిలికేట్ అధిచూషక ద్రవ్యము (బంక)గ కూడ వాడుకలో ఉన్నది. నరదల కాగితపు పెట్టెలలో దాదాపు సగభాగము ఈ సిలికేట్ లతోనే తయారు చేయబడును. వేడికి లొంగని రిఫ్రాక్టరీ ద్రవ్యము అగుటవలన సోడియమ్ సిలికేట్ కొలుములు, బట్టీల నిర్మాణమునకు చాల అనుకూలపడును. చిక్కని సిలికేట్ ద్రావణముతో పూత పూసిన నారలు తాప, విద్యుత్తు బంధకములుగ పనికివచ్చును.

సిలికా జెల్ నిర్మాణము ద్రావణీయ సిలికేట్ ల మరియొక వినియోగము. ద్రావణీయ సిలికేట్ ల ద్రావణములకు ధాతు అయన్ లను గాని, ఆమ్లములను గాని చేర్చుట వలన సిలికాజెల్ అవక్షిప్తమగును [చూ. అడ్ హెసివ్ లు-పు 169]. క్రూడ్ నూనెనుండి గాసోలీన్ నూనెను సంపాదించుటకు చేయబడు ప్రేరక విచ్ఛేదనల [చూ. ఇంధనములు, ఉపోత్పన్నములు-పు. 232] యందు, పరిశ్రమలలో వాడబడు నీటిని, మలిన జలమును శుద్ధిచేయుట యందు సిలికా జెల్ ఉపకరించును.

వస్త్ర పరిశ్రమలో రంగును తొలగించు ద్రవ్యముల స్థిరీకరణమునకు టన్నుల కొద్ది సోడియమ్ సిలికేట్ అవసరము. కాగితము గుజ్జునకు ద్రావణీయ సిలికేట్ లను చేర్చినచో కాగితముపై అచ్చు చక్కగా పడును. మొత్తము మీద 50 పైచిలుకు ప్రాసెసింగ్ పరిశ్రమలలో ద్రావణీయ సిలికేట్ లు బండ్ల కొలది వాడబడుచున్నవి.

సోడియమ్ సిలికేట్ ను చిన్న మోతాదులో నోటిలో వేసికొని మ్రింగుట వలన లేదా కండరములలోనికి సూది మందుగా ఎక్కించుట వలన ప్రేగులలో పుట్టిన అమ్లగుణము విరుగును.

పారిశ్రామిక తయారీ: గాజును కరగించు సాధారణ కొలిమిలో శుద్ధమైన ఇసుకను సోడియమ్ కార్బొనేట్ తో కలిపి 1430°C వద్ద కరగించినచో సోడియమ్ మెటా సిలికేట్ తయారగును:

$$\underset{\text{ఇసుక}}{N.\ SiO_3} + Na_2\,CO_3 \xrightarrow{1430^\circ C} Na_2\,O\ .\ N.\ SiO_2 + CO_2\uparrow$$

కొలిమిని నిర్మించు సామగ్రిని నిర్ణయించుటలో ప్రత్యేక శ్రద్ధ అవసరము. ఏలన మామూలు గాజుతో పోల్చి చూచినచో ఇచ్చటి తాపక్రమము అధికతరమైనది. తప్త ద్రవము కూడ ఎక్కువ క్షయకరము.

యూరప్ లో చాకలి సోడాకన్న, కాస్టిక్ సోడా కన్న చౌకగా దొరకు సోడియమ్ సల్ఫేట్ (గ్లాబర్ లవణము) నుండి సోడియమ్ సిలికేట్ ఉత్పత్తి అగుచున్నది. సోడియమ్ సల్ఫేట్ ను ఇసుకతోను, బొగ్గుతోను కలిపి కొలిమిలో కరగింతురు. బొగ్గు సల్ఫేట్ ను సల్ఫైడ్ గా ఆక్సీహారించును; సల్ఫైడ్, ఇసుక మధ్య జరుగు ప్రతిక్రియ ఫలితముగ సోడియమ్ సిలికేట్ ఫలించును. సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్, గంధకము (బాష్పరూపమున), కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఉప ద్రవ్యములుగ లభించును.

$$2\ Na_2SO_4 + 2C + 2n\ SiO_2 \longrightarrow 2\ Na_2O\ .\ n.\ SO_2 + S\uparrow + SO_2\uparrow + 2\ CO_2$$

సోడియమ్ సల్ఫేట్‌కు బదులు సోడియమ్ క్లోరైడ్ అనబడు సాధారణమయిన ఉప్పును ఉపయోగించి కూడ ఫలితమును సాధించవచ్చును.

ప్యాకింగ్ : సెస్క్వి సిలికేట్‌లను గాలి చొరని పెట్టెల లోను, మెటాసిలికేట్‌లను ఇనుప లేదా కాగితపు డ్రమ్ముల లోను ప్యాకింగ్ చేయుదురు. సిలికేట్ జల ద్రావణము లను ఇనుప పీపాలలో రవాణా చేయుదురు. అయితే అల్యూమినియము పీపాలనుగాని, గాల్వనైజ్ చేసిన ఇనుప పీపాలనుగాని, జింకు పీపాలనుగాని వాడరాదు.

ఆరోగ్య, భద్రతా విషయములు : ఈ సిలికేట్ ద్రావణ ములు క్షారగుణము కలవి. కావున, క్షారముల విషయమున తీసికొన వలసిన జాగ్రతలు అన్నియు వీటి విషయమున కూడ పాటించవలెను. వీటిని పెద్ద మోతాదులలో సేవించి నచో శరీరారోగ్యము చాల దెబ్బతినును. కాని, ప్రాణా పాయము మాత్రము ఉండదు.

ఆర్థిక పురోగతి : పెక్కు ప్రాసెసింగ్ పరిశ్రమలకు ద్రావ ణీయ సిలికేట్‌లు అత్యావశ్యకములు. నిజమునకు వీటిని గుప్త పారిశ్రామికాంశములు అని అనవచ్చును. ప్రపం చము మొత్తమునకు కావలసిన సిలికేట్‌లలో 2/3 భాగము యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఉత్పత్తి అగుచున్నవి. ప్రస్తుతము భారతదేశమునకు సుమారు $3\frac{1}{2}$ లక్షల టన్నుల (40^{o}BC సాంద్రతకల) సిలికేట్ ద్రావణములు కావలసి వచ్చుచున్నది.

సిలికా తోటలు : సిలికా తోటల పెంపకము ప్రజామోద మును పొంది చూడ ముచ్చటగా ఉండు శాస్త్రీయప్రదర్శ నము. నీటిలో కరగు భార ధాతు లవణముల స్ఫటికములను సజల సిలికేట్ ద్రావణములో వేసినచో అది బూజుల వలె సవర్ణనానాకృతిని పెరుగును.

సి.ఎస్.పి. రావు.

ధాతు తాపడము : చూ. వెల్డింగు - పు. 763.

ధాతు మిశ్రములు : చూ. సం. 2-పు. 425, 426.

నత్రికామ్లము : చూ. నైట్రిక్ ఆసిడ్ - పు. 536.

నత్రీకరణము (నైట్రేషన్): నైట్రో గణములను అణువు లందు ప్రవేశపెట్టు రాసాయనిక ప్రక్రియకు 'నత్రీకరణము' అని పేరు. ఈ నైట్రో గణములు అణువులలో ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించి, వాటి స్థానము లను ఆక్రమించును. ఈ ప్రక్రియ ఫలముగ నీరు ఫలించును.

$$C_6H_5H + HO\cdot NO_2 \longrightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$$

బెన్జీన్ నైట్రిక్ ఆసిడ్ నైట్రో బెన్జీన్ నీరు

నత్రీకరణ సాధనములు : నైట్రిక్ ఆసిడ్, సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రము తరచుగ ఉపయోగపడు నత్రీకరణ సాధనము. ఈ మిశ్రముల భౌతిక - రాసాయనిక పరీక్ష NO_2 అను అయన్ వాటిలో ఉండునని సూచించెను. ఈ సూచన ప్రకారము నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో $-NO_2$ అయన్‌లు ఉండునని అనుకొనవచ్చును:

$$HNO_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow NO_2{}^{+} + H_3O^{-} + 2HSO_4$$

NO_2 అయన్‌కు నైట్రిక్ అయన్ అని పేరు. ఇతర నత్రీకరణ ద్రవ్యములగు నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్, నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్‌లలో ముఖ్యముగ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సన్నిధిలో ఈ అయన్‌ల ఉనికిని ఉచిత శోధనలచే రుజువు పరచవచ్చును. ఈ అయనీకరణము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉదక భాగము తగ్గుకొలది ఎక్కువగును. 94% ఆమ్లములో అయనీకరణము ఇంచుమించు పూర్తిగ ఉండును. నత్రీకరణ ప్రక్రియ గరిష్ఠ ఫలములను ఇచ్చుటకు మిక్కిలి అనుకూలమైన మిశ్రములో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ శాతము ఎక్కువగ ఉండవలెను. పారిశ్రామిక నత్రీకరణ ప్రక్రియలందు 98% సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను వినియోగించుట పరిపాటి అయినది. ఈ ప్రక్రియయందు జనించు ఉదక మును పీల్చుట సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క కార్యమని గుర్తించవలెను. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కాక, ఇతర ఉదకహార ద్రవ్యములు ఆసిటిక్ అన్ హైడ్రైడ్ (నిర్జల ఆసిటిక్ ఆసిడ్), బోరాన్ ట్రై ఫ్లోరైడ్ వంటివి అనుశీలించబడినవి.

ఎస్టరీకరణము (ఎస్టరిఫికేషన్) : నైట్రేట్ ఎస్టర్‌లు ఏర్పడుటకు వలయు ప్రక్రియ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో ఆల్కహాల్‌లు ప్రతికరించునపుడు సంభవించును. ఉదా : మెతిల్ ఆల్కహాల్‌ను నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో కలిపినపుడు జనించు మెతిల్ నైట్రేట్ :

$$CH_3\ \boxed{OH + H}\ NO_3 \longrightarrow CH_3NO_3 + H_2O$$

ఈ రకపు నత్రీకరణ ప్రక్రియ విపుల పారిశ్రామిక విని యోగము కలది. ఉదా : గ్లిసరిన్ ($C_3H_5OH_3$) ను నైట్రో గ్లిసరిన్‌గా మార్చుట:

$$C_3H_5 \left\langle \begin{array}{l|l} O-H+H & ONO_2 \\ O-H+H & ONO_2 \\ O-H+H & ONO_2 \end{array} \right. \longrightarrow C_3H_5(O.NO_2)_3$$

నైట్రో గ్లిసరిన్

ఇట్టి ప్రక్రియనే ఉపయోగించి, ప్రత్తి విడదీయగా గింజలకు అంటుకొని ఉన్న చిన్న తంతువులయందు లేదా పనికిరాని ప్రత్తియందు గల సెల్యులోస్ ద్రవ్యమును నైట్రో సెల్యులోస్‌గ మార్చుదురు. సెల్యులోస్ అణువులలో ఉండు గ్లూకోస్ ఆన్ హైడ్రైడ్‌కు చెందిన హైడ్రాక్సిల్ గణములు నైట్రిక్ ఆసిడ్ చే ఎస్టరీకరించబడి, తదనుగుణములగు నైట్రేట్‌ల క్రింద మారును. నైట్రోగ్లిసరిన్, నైట్రో సెల్యులోస్ అను పేరులు భ్రాంతి దూషితములు; ఇవి నైట్రో యౌగికములు కావు. వాస్తవికముగ ఇవి నైట్రేట్‌లు.

అరొమాటిక్ నత్రీకరణము: ఆరొమాటిక్ నత్రీకరణ కార్యమందు ఆరొమాటిక్ యౌగికములోని వలయ బద్ధమగు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానము NO_2 గణముచే ఆక్రమించబడును ఇదివరకు వలయములో ఉన్న ప్రతిస్థాపక గణము స్వభావమును బట్టి ప్రవేశించు నైట్రో గణము, ఉన్న గణమునకు సాపేక్షముగ ఆర్థో (1, 2), మెటా (1 3), పారా (1, 4) స్థానములను ఆక్రమించ వచ్చును. నత్రీకరణ ఫలద్రవ్యములో ఈ సమాంగ రూపములు (ఐసోమెర్) ఎంతెంత రాశులు ఉండునో అది కూడ ప్రతిస్థాపక గణ స్వభావమునుబట్టి ఉండును. నత్రీకరణ ద్రవ్యము ఎలక్ట్రోఫైలిక్ (ఎలక్ట్రాన్‌తో మైత్రి గల) ద్రవ్యము గనుక, ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రత గరిష్టముగా ఉన్న కార్బన్ పరమాణువు వెనకను కొన్ని ప్రతి స్థాపకములు మెటాస్థానమునకు భిన్నమైన ఆర్థో, పారా స్థానములో ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రత అధికముగ ఉండునట్లు చేయును. అందువలన ఆర్థో, పారా సమాంగ రూపములు ఎక్కువ రాశిలో ఉండునట్లు నత్రీకరణము సాగును. మరి కొన్ని ప్రతిస్థాపకములు ఆర్థో, పారా స్థానముల కన్న మెటా స్థానముల ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రతను ఎక్కువ చేయును. ఇట్టివి నైట్రో (NO_2) గణమును మెటా స్థానములోనికి నడపును.

స్థాన నిర్దేశము: ఆరొమాటిక్ ప్రతి స్థాపక కార్యమందు సంభవించు స్థానవరణమును గురించిన సిద్ధాంతమును రాబిన్సన్, ఇన్‌గోల్డ్ అను వారు ప్రకటించిరి. ఇదివరకు వలయములో స్థానమును స్వీకరించి ఉన్న ప్రతి స్థాపక గణము యొక్క స్వభావమును బట్టి, నూతనముగా ప్రవేశించు వేరు వేరు గణములు, వలయములో వేరు వేరు స్థానములను గ్రహించుటకుగల కారణమును ఈ సిద్ధాంతము విశదీకరించును. ఈ సిద్ధాంత ప్రకారము ఒక ప్రతిస్థాపక గణము ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రతను రెండు విధముల — అనగా ప్రేరణ విధమున లేదా ఎలక్ట్రాన్ స్థాన వినిమయ విధమున-మార్చును. ప్రేరణలో ఎలక్ట్రాన్ ఆకర్షించబడును లేదా వికర్షించబడును. ఇది యౌగికము యొక్క ద్విధ్రువ భ్రామిష (డైపోల్ మోమెంట్)ను బట్టి ఉండును. అవిభక్త ఎలక్ట్రాన్ జంటగల కొన్ని ప్రతిస్థాపకములు ఎలక్ట్రాన్ స్థాన వినిమయ కార్య ఫలితముగ వలయములోని ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రతను ఎక్కువ చేయగలవు. ఈ ఫలితములు ప్రతిపక్షమునందును ఆర్థో, పారా నిష్పత్తిని మార్చగలవు. నత్రీకరణ మాధ్యమము కూడ ఆర్థో, పారా నిష్పత్తిని నియంత్రించ గలదు.

నత్రీకరణ గతిశాస్త్రము: సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌వంటి నిరుదకీకరణ సాధనము యొక్క ప్రధానచర్యను చెప్పి ఉంటిమి. నైట్రో మీథేన్ లేదా ఆసిటిక్ ఆసిడ్ వంటి కార్బన్ యౌగిక ద్రావములలో నత్రీకరణ ప్రక్రియ గతి, ప్రక్రియకు పాల్పడిన యౌగికము యొక్క స్వభావమును పట్టియేగాక, ప్రతి స్థాపక ద్రవ్య స్వభావమును పట్టి కూడ ఉండును. కొన్నిప్రక్రియలలో ఆధార ద్రవ స్వభావము కూడ ప్రధాన పాత్రను వహించును. నత్రీకరణ మిశ్రములో గాని, నత్రీకరణ సాధనమగు నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో గాని ఉన్న నైట్రిక్ ఆసిడ్ ప్రక్రియా వేగమును మార్చుటయందుప్రధానపాత్రను స్వీకరించును. ఆక్సీ నైట్రేషన్ అనగా ఒకే ఆరొమాటిక్ యౌగికము ఏక కార్యములో నత్రీకరించబడుట,ఆక్సీకరించబడుట జరుగు ప్రక్రియ. ఉదా: మర్క్యూరి నైట్రేట్ సంపర్కమున బెంజీన్ పై విలీన నైట్రిక్‌ఆసిడ్ యొక్క చర్య ఫలముగ డై నైట్రో ఫీనోల్, పిక్రిక్ ఆసిడ్ లభించును.

పారిశ్రామిక నత్రీకరణము: ఇటీవలి వరకు ఇంచుమించు నత్రీకరణ ప్రక్రియలు అన్నియు తడవ తడవలుగ నడుపబడుచుండెడివి. నత్రీకరణమునకు, క్షాళనమునకు,శుద్ధి కార్యమునకు ఈ ప్రక్రియ పెద్ద పాత్రలను ఉపయోగించుచుండెడిది. నత్రీకరణ గతి స్వభావము తెలిసిన పిమ్మట, స్టెయిన్‌లెస్ ఉక్కు అందుబాటులోనికి వచ్చిన తరువాత, నిర్విరామ విధానము తడవ విధానమును త్రోసి పుచ్చినది. తడవ విధానమందు సన్నాహమునకు, నిర్వహణమునకు కూడ కావలసిన సామగ్రి సరళమైనది. భిన్న భిన్న ప్రయోజనములకై అదే సామగ్రి ఉపయోగించి భిన్న భిన్న ఫలములను సాధించ వచ్చును. ఉత్పత్తి అత్యున్నత స్థాయిలో జరుగునపుడు తప్ప తడవ విధానమందు శ్రమకు అగు వ్యయము నిర్విరామ విధానములో అగు దాని కన్న అధికతరము. దీనికి విరుద్ధముగ నిర్వరామ విధానమందు సన్నాహ నిర్వహణములు కష్ట సాధ్యములు. ఇందు తొలి మదుపు ఖర్చులు చాలతక్కువగా ఉండును. ఏలన, కావలసిన చోటు,

సామగ్రి చాల తక్కువ. నిర్విరామ విధానమందు సామగ్రి స్టెయిన్‌లెస్ ఉక్కువంటి ఎక్కువ విలువ గల ద్రవ్యములతో నిర్మించబడును. నిర్విరామ పద్ధతిలో అపాయ సంభావన చాల తక్కువ. ఏలన, నత్రీకరణ పాత్రయందు ఎప్పుడైనను ద్రవ్యము అల్ప రాశిలో ఉండును. నైట్రోగ్లిసరిన్ వంటి విదారక ద్రవ్యములను చేయుటలో ఇది యొక ముఖ్యమైన క్షేమకరాంశము.

నత్రీకరణము-తడవ పద్ధతి : నత్రీకరించవలసిన ముడి వస్తువులను తొలిని కొలిచియో, తూచియో గ్రహింతురు. ఇదివరకే శీతలీకరించబడిన ఆమ్లమిశ్రమునకు మెల్లగా ముడి ద్రవ్యమును చేర్చుదురు. నత్రీకరణము సాగుచున్న సమయమందు కూడ ఆమ్లమిశ్రమును శీతలీకరింతురు. మృత్పాత్రల విషయములో పైనుంచి చల్లార్చుట కుదరదు. ముడి ద్రవ్యము చేర్చుచున్న సమయమందు ఆమ్లద్రవమును బాగుగ మథించుచుండవలెను. ఈ పని గొట్టము గుండా మిశ్రము లోనికి పంపబడు గాలి వలన జరుగును. ఆ గాలిలో తేమ, నూనె, ఇతర మలిన ద్రవ్యములు ఉండకూడదు. గాలి గొట్టమునకు రంధ్రములు ఉచిత క్రమమున ఉంచినచో, మథించుపని ఏక రూపమున జరుగును. గాలిచే తరుచుట వలన బయటకు నిర్గమించు నైట్రిక్ ధూమము ఒక విచూషణ పరికరమందు గ్రహించబడును. ఇందు లభ్యమగు విలీన నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఇంకొక ప్రక్రియలో ఉపయోగపడును. నత్రీకరణ పాత్రయందలి తాపక్రమమును ఉచిత రీతిని తెర్మామీటరులను ఉపయోగించి కడు జాగరూకతతో పరిశీలింతురు. గాలితో మథించుటవలన, శీతలీకరించుటవలన, నత్రీకరింపబడవలసిన ద్రవ్యమును క్రమగతిని చేర్చుచుండుటవలన తాపక్రమము కావలసిన మితిలో ఉంచబడును. ఒకవేళ తాపక్రమము మిగుల దాటినచో శీతలీకరణము ఎక్కువచేసి, నత్రీకార్య ద్రవ్యమును చేర్చుటను ఆపివేయుదురు. తాపక్రమము ఇంకను ఎక్కువైనపుడు నత్రీకరణ పాత్రలోని ద్రవ్యము అంతటిని ఒక నీటి కుండీలోనికి పారవేయుదురు. ఈ దశలో పిశంగవర్ణము గల పొగలు నత్రీకరణ పాత్రనుండి పైకెగయును. నత్రీకరణ ద్రవ్యము రాసాయనికముగ విఘటితమగుచున్నదని ఈ పొగలు సూచించును. ఈ పరిస్థితులలో విదారణ జరుగుటకు అవకాశము ఉండును గనుక, కర్మాగారముల నుండి కార్మిక సిబ్బందిని పంపివేసి, నత్రీకరణ పాత్రలోని ద్రవ్యమును నీటి కుండీలలోనికి పారపోసి, తగు జాగ్రత తీసికొనవలయును.

నిర్విరామ నత్రీకరణము: ఈ ప్రక్రియయందు ముందుగా చల్లపరచిన ఆమ్లమును ఒక విశాలమైన పాత్రలో నత్రీకరించబడవలసిన ద్రవ్యమునకు చేర్చి యంత్రములతో మిశ్రమును మథింతురు. ఈ పాత్రను లోపలినుండి, బయటినుండి కూడ చల్లార్చుటకు తగిన సాధనములను ఉపయోగింతురు. గాలి గొట్టములను కూడ సహాయకములుగ వాడుదురు. కాని, యాంత్రిక మథనము అతి తీక్ష్ణముగా ఉండుటచే నత్రీకరణము అచిరకాలములో ముగియును. నత్రీకరణ పాత్రనుండి అవిరతముగ నత్రీకృత ద్రవ్యము బయటకు ప్రవహించుచుండును. యాంత్రిక మథన కార్యమునందు వాయు మథన ప్రక్రియయందు కన్న నత్రీకరణ పాత్రనుండి బయటకు వెడలు పొగలు చాల తక్కువ రాశిలో ఉండును. ఉత్పత్తి ఎక్కువగా ఉండును గనుక, నైట్రిక్ వాయువుల సంగ్రహణమునకు, విచూషణకు చాలిన విచూషణ పరికర సామగ్రి ఆవశ్యకము.

ప్రవాహ మాపకములను, తెర్మామీటరులను, ఇతర శోధన పరికరములను వాడుటవలన ప్రతిక్రియ జరుగుచున్న పాత్రలలోనికి ఆది ద్రవ్యముల ప్రవేశము, నత్రీకరణ పాత్రయొక్క తాపక్రమము సంతృప్తికరముగ నియంత్రించబడును. యంత్రమును నడుపుశక్తి భంగపడునపుడు పాత్రలోనికి ముడి ద్రవ్యముల ప్రవేశము దానంతటదియే ఆగిపోవునట్లు చేయు పరికరములను సిద్ధముగా ఉంచుదురు. పాత్ర సామగ్రిని తయారుచేయుటకు స్టెయిన్‌లెస్ ఉక్కు.. నియంత్రణ పరికరములు అందుబాటులో ఉండుట వలన నిర్విరామ నత్రీకరణ విధానము సాధ్యమైనది. సాధారణముగ నియంత్రణ సాధనములు నత్రీకరణ పరికరములు ఉన్న స్థలమునకు దూరముగ ఉంచుదురు. తాపక్రమము, నత్రీకరణ పాత్రనుండి పొగ లెగయుట మితిమీరినపుడు పాత్రను నీటిలో ముంచుటకు, దానిని ఖాళీచేయుటకు తగిన రక్షణ పరికరములను సిద్ధముచేసి ఉంచుదురు.

క్షాళనము, పరిశుద్ధము చేయుట : నత్రీకృత ద్రవ్యము క్షాళన, పరిశోధన ప్రక్రియలకు గురిచేయబడును. తడవల విధానములో ఈ ప్రక్రియలు కూడ తడవ, తడవగా జరిపించబడును. నిర్విరామ ప్రక్రియలో క్షాళన, పరిశోధనలు నిర్విరామముగ గాని లేదా భాగశః గాని జరుపబడును. ఆర్థిక దృష్టిలో ఏ విధానము లాభకరమైన దానిని అవలంబింతురు లేదా ఫలద్రవ్య నియంత్రణకు, విడుదలకు తడవల విధానము ఆవశ్యకమైన ఎడల తడవ విధానమునే గ్రహింతురు. నత్రీకృత ద్రవ్యములనుండి ఆమ్లమును తొలగించు రెండు విధానములందును పెద్ద రాశులలో నీరు ఆవశ్యకము; ఆమ్ల దశలో ఈ ద్రవ్యములు అస్థిరములు; విదారణ ప్రమాదమునకు అవకాశ మొసంగును. అందువలన నిల్వయుంచుటకు ముందు ఈ ద్రవ్యములను నీటితో

బాగుగ కడగి, ఆమ్లమును తటస్థీకరణ విధానమున తొలగింతురు. క్షాళన, పరిశోధన కార్యములందు బహిష్కృతమగు నీటిలో మానవుల, జంతువుల జీవములకు అపాయకరమగు విష ద్రవ్యములు ఉండును. వాటిని ఒక నదిలోనికి గాని, జలప్రవాహములోనికి గాని విడువకముందు అవసరమైనపుడెల్ల వాటిని శుభ్రపరతురు. ఈ మురుగు నీటిని శుభ్రపరచుటకు అవలంబింపబడు ప్రక్రియలు స్థానమును, ప్రక్రియను బట్టి మారుచుండును. వీటికి కూడ ఖర్చు ఎక్కువగా ఉండును. ఈ మురుగు నీటిని, దానిలో ఉన్న మలినములను గ్రహించు నదినో, జలప్రవాహమునో జాగ్రతగా పరిశీలించుచుండవలయును.

ఖర్చు పెట్టబడిన ఆమ్లము - పునస్సంపాదన: నత్రీకరణ కార్యమందు ఉపయోగపడిన ఆమ్ల మిశ్రమందు కొంచెము నీటితో కలిసిన నైట్రిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లు ఉండును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ లోని చాల భాగము నత్రీకరణములందు ఉపయోగపడును. కాని, కొంత మిగిలి ఉండును. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ప్రధాన ప్రక్రియయందు పాల్గొనదు. అందుచేత ఖర్చుపడిన ఆమ్ల మిశ్రమందు అది మిగిలి ఉండును. ఖర్చుపడిన ఆమ్లమందు కొంత నైట్రిక్ ఆసిడ్, చాల రాశి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, నీరు, కొన్ని నత్రీకృత ద్రవ్యములు ఉండును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ తిరిగి సంపాదించుటకు పూర్వము నత్రీకృతద్రవ్యము వేరు చేయబడవలెను. ఇందులకై ఆ ఆమ్లమిశ్రమును 48 మొదలు 120 గంటల వరకు పెద్ద తొట్టెలలో తేర నిత్తురు. దీని ఫలముగ మలిన ద్రవ్యములు క్రిందికి దిగిపోవుటయో లేదా మీదికి తేలిపోవుటయో జరుగును. మధ్యభాగమును వేరు చేసి, దానినుండి ఆమ్లములను వినత్రీకరణ ప్రక్రియచే తిరిగి సంపాదింతురు. మిశ్రమును స్వేదించుట వలన అందుండు నైట్రిక్ ఆసిడ్ అంతయు విలీన రూపమున లభ్యమగును. ఇదియే వినత్రీకరణ ప్రక్రియ. ఈ ప్రక్రియయందు లభ్యమగు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను గాఢ ఆమ్లముగ సాంద్రీకరింతురు లేదా దానిని రాసాయనిక ఎరువులను తయారుచేయుటకై ఉపయోగింతురు. తొట్టెల అడుగున, పైన సంగ్రహించబడిన మలిన ద్రవ్యములను వేరు చేసి కాల్చి నాశనము నొందింతురు.

నత్రీకృత ద్రవ్యములను లాభసాటిగా ఉత్పాదించుటలో ఆమ్లముల లాభకర పునస్సంపాదన ఒక ముఖ్యాంశము.

భద్రత: నత్రీకరణము చాల ప్రమాదములో కూడుకొన్న ప్రక్రియ. అందు వాడబడు ఆమ్లములు శరీరముపై పడిన గాయములగును. అవి శరీరముపై చిందిన చోట్ల నీటితో-ముఖ్యముగా వేడి నీటితో-కడగి మందు పూయవలెను. ఈ పనికై ప్రక్రియా మందిరములలో వేడి చేయుటకు వలయు పరికరములతో కూడుకున్న నీటి తొట్టెలు ఎప్పుడును సిద్ధముగా ఉండును. నత్రీకరణ ప్రక్రియయందు ఆమ్లముల ఉత్పాదన పునస్సంపాదన కార్యములందు విడివడు నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ శరీరారోగ్యమునకు మిక్కిలి భంగకరములు. ఊపిరి తిత్తులను అవి శీఘ్రముగ చెరచును. ఎక్కువ రాశిలో పీల్చినచో ప్రాణాపాయము కూడ కలుగజేయును. అందువలన ప్రక్రియాగారముల నుండి ఈ పొగలను బయటకు నెట్టు ఎలక్ట్రిక్ పంకాలు ఉండవలెను. అసాధారణ పరిస్థితులలో కార్మికుడు ఇట్టి విషవాయువులకు వశము కావలసి వచ్చినపుడు వాయు ముఖాచ్ఛాదనలను వాడవలయును. నత్రీకరణ ప్రక్రియలు అన్నియు అగ్ని, విదారణ ప్రమాదములను తెచ్చిపెట్టును. ప్రక్రియను జరిపించుటకు వలయు యంత్ర సామగ్రి వ్యవస్థలో ఉచితమగు క్షేమ సంరక్షణ ఉపకరణమును సిద్ధము చేసి ఉంచవలయును. అట్టి యంత్రములను నడపుట యందు అత్యున్నత స్థాయిని అందుకొనిన నిర్వహణా నైపుణ్యము ఆవశ్యకము.

డి. ఎస్. శాస్త్రి

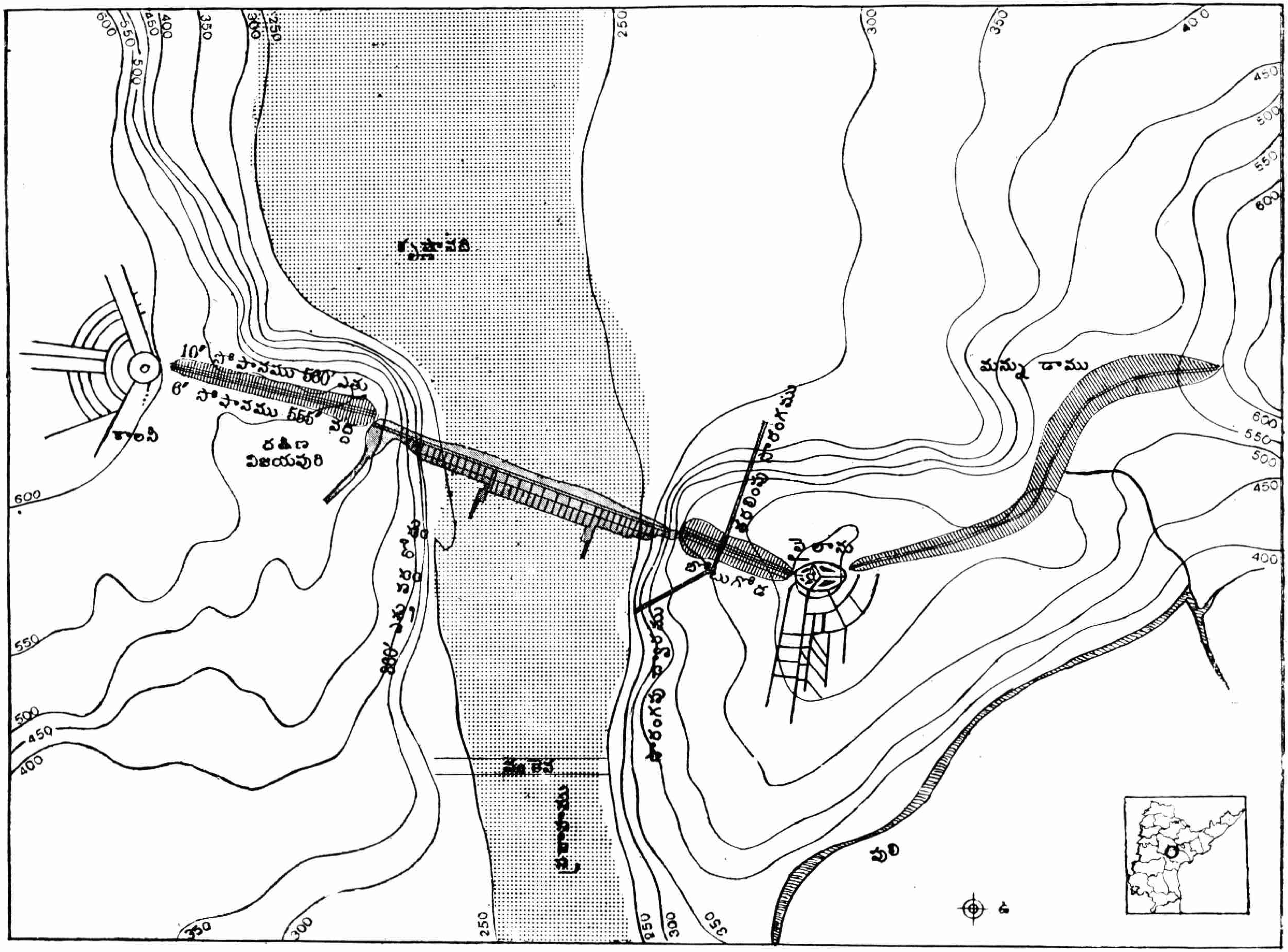
నదీయానము: చూ. నౌకాయానము - పు. 544.

నాగార్జునసాగరు డాము-I: ప్రపంచమున సున్నము, రాయి ఉపయోగించి నిర్మించిన డాములలో కెల్లా నాగార్జునసాగరు డాము మిక్కిలి ఎత్తయినది. ఇది దక్షిణ భారతదేశమున ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని నల్గొండ జిల్లా మిరియాలగూడ తాలూకాలో కృష్ణానదిపై కలదు.

భరతవర్షమున ప్రవహించు 12 పుణ్యనదులలో కృష్ణానది ఒకటి. ఈ నదీతీరమున సుప్రసిద్ధమైన అనేక సామ్రాజ్యములు వెలసి, క్షీణించినవి. ఆనాడు ఆ ప్రాంతము తెలుగు సంస్కృతికి ఆటపట్టు. రామాయణ, భారత ఇతిహాసములందు ఈ నది ప్రసక్తి కనిపించుచున్నది. కృష్ణానది ఒడ్డున శ్రీశైలమువద్ద ప్రసిద్ధికెక్కిన జ్యోతిర్లింగమును శ్రీరామచంద్రుడు, పాండవులు దర్శించినట్లు, ఆరాధించినట్లు చెప్పుదురు. శాతవాహనులు, ఇక్ష్వాకులు ప్రాచీన కాలమున కృష్ణానదీలోయప్రాంతమును రాజధానిగా చేసికొని సామ్రాజ్యములు పలినట్లు చెప్పుటకు చారిత్రకాధారములు కలవు. మధ్యకాలమున కృష్ణానదికి ఉపనది యగు తుంగభద్ర ఒడ్డున విజయనగర సామ్రాజ్యము వెలసి, విరాజిల్లినది. నాటి శోభను తెలుపు శిథిలములు నేటికిని హంపివద్ద చూడవచ్చును. మత సంబంధముగను, సంస్కృతీ సంబంధముగను ప్రసిద్ధ కేంద్రములుగా చెప్పబడు ఏలేశ్వరము, విజయపురి, అమరావతి కృష్ణానది ఒడ్డుననే కలవు

నాగార్జునసాగరు డాము నిర్మాణమునకు పూర్వము కృష్ణానది ప్రవహించు కనుమ దృశ్యము, 1955

నాగార్జునసాగరు డాము మొదటి దశ నిర్మాణము పూర్తి అయిన పిదప ఆకాశ దృశ్యము, ఫిబ్రవరి 1969



నాగార్జునసాగరు డాము ప్లాను

ఈ ప్రాంతమునందు హిందువులు, బౌద్ధులు కలిసి నివసించుచూ స్వేచ్ఛగా తమ తమ మతములను వ్యాపింపజేసిరి. భారతదేశమున ప్రాచీన విశ్వవిద్యాలయములు అనబడు మూడింటిలో అమరావతి ఒకటి (తక్షశిల, నలందా మిగతా రెండు). ఈ కేంద్రమునకు జపాను, చీనా, సయామ్, కాంబోడియా, టిబెట్, సిలోన్ వంటి బహు దూరప్రాంతములనుండి విద్యార్థులు ఆకర్షింపబడుచుండిరి. ప్రసిద్ధ విజ్ఞాని ఆచార్య నాగార్జునుడు ఈ నదీ ప్రాంతమునే కేంద్రముగాగొని మహాయాన బౌద్ధమును వ్యాప్తిచేసెను. ఈ విధముగ కృష్ణానది శతాబ్దముల తరబడి ఆంధ్రసామ్రాజ్యములకును, తెలుగు సంస్కృతికిని ఆటపట్టుగా నిలచినది.

ఇరు పార్శ్వముల ఉన్న నేలను సేద్యయోగ్యము చేయుటకు కృష్ణానది మిక్కిలి అనుకూలముగా ఉన్నది. సమమట్టమైన నేల, గరప నేల స్వభావము, మితముగా వర్షపాతము వంటి నైసర్గిక లక్షణములు ఆంధ్రప్రదేశ్‌కు కలిసి వచ్చినవి. సేద్యసంప్రదాయము తాతలనాటినుండి అనూచానముగా వచ్చుచున్న వ్యవస్థయే కాబట్టి, మానవ ప్రయత్నము చేసి నదీజలమును సద్వినియోగము చేసికొనిన ఆంధ్రప్రదేశ్ భారతదేశమునకు 'గాదె' అగునని వేరుగా చెప్పనవసరము లేదు.

దక్షిణ భారతదేశములోని ప్రముఖ నదీలోయ ప్రణాళికలలో నాగార్జునసాగరు మిన్న. ఇది బహుళార్థ సాధకమైన ప్రజా ప్రయోజనకారి. పైగా దీని నిర్మాణము జటిల సమస్యలతో కూడిన భారీ కట్టడము. ఆదిలో భావించిన పథకము మితమైనది. కాని, ఆ పథకమును సాంకేతికముగ తీర్చిదిద్ది, అంతిమ రూపు రేఖలు ఒసగు సరికి బ్రహ్మాండ ప్రమాణమును అందుకొనినది. దీని పరిణామములోని ముఖ్య ఘట్టములను విశదీకరించుట అవసరముగా తోచుచున్నది.

ప్రణాళిక అవశ్యకత: కృష్ణానదీ జలములను పంటనీటి వసతులకు వినియోగించుకొనుటకుగాను శతాబ్దము పైగా కృషి సాగుచునే ఉన్నది. మొన్న మొన్నటి వరకు కృష్ణానదిపై రెండు చోట్లనే నీటి వనరులను వినియోగించుకొనుట జరిగినది. ఎగువన మహారాష్ట్రములో ఖరద్ సమీపమున ఒక మోస్తరు నిర్మాణము మొదటిది. ఇక రెండవది: విజయవాడ (ఆంధ్రప్రదేశ్) సమీపమున ఉన్న సుప్రసిద్ధమైన కృష్ణఆనకట్ట*. కోరమండల తీరమున కృష్ణా-గుంటూరు జిల్లాలలోని సుమారు 80 కి. మీ. (50 మైళ్ళు) నిడివిగల డెల్టాప్రదేశమునకు పంట నీటి వసతిని ఈ కృష్ణా ఆనకట్ట కల్పించుచున్నది. అయితే, విజయవాడకు ఎగువన నదికి ఉభయ పార్శ్వములందు ఉన్న మెట్టప్రదేశమునకు నదీజలములవల్ల ప్రయోజనము చేకూరుట లేదు. దీని కారణము పుష్కల జల వసతిని అందించుటకు సరియైన నిర్మాణము లేకపోవుటయే.

కృష్ణానదీ లోయ – రిజర్వాయరుల నిర్మాణమునకు అన్వేషణ: మెట్ట ప్రదేశములకు నీటివనరులను కల్పించుటకు ఈ శతాబ్దము మొదటి పాదమున జరిగిన కృషి ఫలితముగా పులిచింతలవద్ద ఒక రిజర్వాయరు ప్రణాళికను ప్రతిపాదించిరి. అయితే, కారణాంతరములవల్ల ఈ ప్రణాళిక కార్యరూపమును దాల్చలేదు. మెట్టప్రదేశములు ఎప్పటివలె నమ్మకములేని వర్షాధారములుగనే ఉండవలసి వచ్చినది.

కృష్ణానది జలములను మెట్టప్రాంతములకు పంటనీరుగా అందించుటకు రెండవ ప్రయత్నము 1930లో నాటి నిజాం ప్రభుత్వ ఆధ్వర్యవమున నవాబ్ అలీ నవాజ్‌జంగ్ బహద్దూర్ పర్యవేక్షణలో సాంకేతిక పరిశీలనలు సాగినవి. దీని ఫలితముగా నందికొండవద్ద (మిరియాలగూడ తాలూకా, నల్గొండ జిల్లా) డామును నిర్మించుటకు ఒక పథకమును సిద్ధపరచి, దానిని అప్పటి మద్రాసు ప్రభుత్వముతో ఉమ్మడిగా నిర్వహించుటకు ప్రతిపాదనలు చేసిరి. కాని, కుడికాలువ క్రింద సేద్యయోగ్యమగు పంటనేల లేదని మద్రాసు ప్రభుత్వము అభిప్రాయపడి, సహకరించుటకు నిరాకరించిరి. అప్పుడు నిజాంప్రభుత్వము తమ సంస్థానములో ఉన్న 2.42 లక్షల హెక్టేరుల (6 లక్షల ఎకరముల) నేలకు పంటనీటి వసతిని కల్పించు ఎడమ కాలువకు తగు డాము స్థలమును వెదకుటకు పునః పరిశీలనలు చేసిరి. అయితే, ఇది కూడ ధనాభావ కారణముల వలన కార్యరూపము దాల్చలేదు.

తదుపరి నాటి ఉమ్మడి మద్రాసు ప్రభుత్వము కృష్ణానదీ జలములను సేద్యయోగ్యము చేయుటకు కృష్ణా-పెన్నా పేరిట 1947-51 మధ్య ఒక బృహత్ పథకమును సిద్ధపరచుటకు సన్నాహములు చేసిరి. దీనిప్రకారము కర్నూలు జిల్లాలోని సిద్ధేశ్వరము వద్ద కృష్ణానదిపై డామును, ఇటు పెన్నపై రెండుచోట్ల రెండు రిజర్వాయరులను, ఈ రెండు రిజర్వాయరులను కలుపు లంకె కాలువలను, ప్రతిపాదించిన పెన్నా రిజర్వాయరుకు దిగువన ఒక బరాజును, బరాజు నుండి అనేకములైన పంటనీటి కాలువలను కలవు. ఈ పంటనీటి కాలువలలో దక్షిణ పెన్నా కాలువ ద్వారా మద్రాసు రాష్ట్రము*లోని దక్షిణాది జిల్లాలకు కృష్ణానదీ జలములను మళ్ళించుట ప్రధాన ఉద్దేశ్యము. వాస్తవ

* 1855లో నిర్మింపబడిన ఆనకట్టను ఇటీవల(1954-1957)పునర్నిర్మించి కృష్ణాబరాజు (ప్రకాశం బరాజు)గా రూపొందించిరి.

* నాటి మద్రాసు

మునకు ఆది పథక స్వరూపమును అనుసరించి నేటి ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని నేలకు పంట నీటిని అందించుటకు కృష్ణా - పెన్నా ప్రాజెక్టు ఉద్దేశ్యము కాకపోగా, దక్షిణ మద్రాసులోని నేలకు పంటనీటి వసతిని కల్పించుటయే ప్రధాన ఉద్దేశ్యము అగుటచే తెలుగు జిల్లాలలోని గోదావరి, గుంటూరు, (కృష్ణ, ఖమ్మం, నెల్లూరు జిల్లాలలోని) మెట్టప్రాంతపు రైతులు - కృష్ణానది తీర వాసుల సంక్షేమ సంఘము తరఫున - ఆందోళనను కొనసాగించుటకు చోటు ఇచ్చినది. 1902 నాడు బ్రిటిషు ఇంజనీరులు కూలంకష పరిశీలనలు జరిపి రూపొందించిన పులిచింతల ప్రాజెక్టు నిర్మాణమును చేపట్టవలెనని ఆందోళనకారుల ధ్యేయము. వాస్తవమునకు దక్షిణమున కావేరి నదిపై చేపట్టిన మెట్టూరు డాము కంటే ఈ పులిచింతల ప్రాజెక్టును ముందుగా చేపట్టవలసి ఉన్నది. అయితే, అప్పుడు జరగలేదు. అందుచే పులిచింతల ప్రణాళికను వెంటనే చేపట్టవలెనని ఆందోళన సాగించిరి. కాని, ఈ ప్రణాళికవల్ల 2.42 లక్షల హెక్టేరు (6 లక్షల ఎకరము)లకు మాత్రము పంటనీటి వసతి కలుగును. ఆహార సమస్యను తీర్చుటకు, పంట కొరతను అరికట్టుటకు ప్లానింగు కమిషన్‌వారు భారీప్రణాళిక వైపే మక్కువ చూపిరి. పులిచింతల ప్రణాళిక 2.42 లక్షల హెక్టేరు (6 లక్షల ఎకరము)ల నేలకు మాత్రమే నీటివసతిని కల్పించుచున్నదగుటచే ఆందోళనకు అడ్డము వచ్చినది. నందికొండ ప్రాంతమున భారీ ప్రదేశము ఉండుటచే భారీ డాము నిర్మాణము సాధ్యమగునని సాంకేతిక అభిప్రాయమును ప్రముఖ ఇంజనీరులు వెలిబుచ్చిరి. ఈ స్థల నిర్ణయమునకు మరొక కారణము కూడ కలదు. ఒక కనుమ ప్రాంతమునగాని, కొండప్రాంతమునగాని విడిచి బహిఃప్రాంతమునకు చొచ్చుకొని వచ్చునపుడు చాల ఎక్కువ ప్రదేశము సేద్యయోగ్యమగుట సర్వసాధారణ విషయమే. కృష్ణానది విషయములో ఇది తటస్థపడుటవల్ల స్థలనిర్ణయము అవలీల అయినది. నందికొండవద్ద ఉన్న లోతయిన కనుమద్వారా కృష్ణానది ప్రవహించి బహిఃప్రదేశమున ప్రవహించును. కొండలు పెద్ద పెద్ద ఖాళీప్రదేశములతో విడి మిట్టలుగా ఏర్పడుటచే ఆ మిట్టలగుండా కాలువలను నిర్మించుట సాధ్యమగునని యోచింపబడినది. అందుచేతనే, కుడి కాలువలను నిర్మించుటకు వ్యయప్రయాసలతో కూడిన నిర్మాణములేవియు అవసరము లేకపోయినవి. ఇట్లు కుడి కాలువను నిర్మించుటకు సాంకేతిక సమస్యల పరిష్కరణ సుసాధ్యముకాగా, ఎడమవైపు కాలువను గురించి లోగడయే (నిజాం ప్రభుత్వము) పరిశీలనలు జరిపింపబడి పథకము రూపుగొని, సిద్ధపరుపబడుటచే బహుళార్థ సాధక ప్రణాళిక ఆర్థికముగా గిట్టుబాటు అయి సాంకేతికముగా సుసాధ్యమైనది. నేటి నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టుకు ఇది పూర్వగాథ. ఈ ప్రణాళికా స్వరూపమును ప్రకటించుటతో అది వెంటనే ప్రజానురంజకమైనది. ప్రకృతి వికటించినపుడు వర్షాభావము ఏర్పడినను ఈ పంటనీటి వనరులు సమకూరుటతో ఫలసాయము సమృద్ధిగా పండించి ప్రజలు సుఖజీవనమును కొనసాగించవచ్చునని ఉత్సాహ, ప్రోత్సాహ జనితులైరి. సహజముగా ఈ జిల్లాలలోని నేల సారవంతమైనదయినప్పటికిని అనావృష్టి వలన ప్రజలు దైన్యముతో బాధలకు గురియగుచున్నారు. 1850కి పూర్వము-ఆర్థర్ కాటన్ ఆనకట్ట కట్టక పూర్వము-డెల్టాప్రాంతములు కూడ ఇట్టి దుస్థితికే గురి అయినవని చెప్పుదురు. ఇంత ధనధాన్యములతో ఇప్పుడు వర్ధిల్లుచున్న కృష్ణ, గోదావరి డెల్టాప్రాంతము ఒకప్పుడు క్షామదేవత తాండవించిన ప్రాంతమే. కరువు, కాటకములకు నిలయమైన ఈ ప్రాంతమున కృష్ణానది నుండి పంటకాలువలను త్రవ్వి, అలుగులు (వెయిర్ లు) నిర్మించుటతో-ఫలవంతమైన రైతులకృషితో-సస్యశ్యామలమై విరాజిల్లుచున్నది. అందుచే నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టు నిర్మాణమును ప్రకటించగనే ఆ యా ప్రాంతములనందలి రైతులు ప్రణాళికపట్ల తమ మక్కువను ప్రకటించిరి.

భారతదేశమున 1951లో ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికకు తుదిమెరుగులుదిద్దు సమయమున వరిపంటను ఇతోధికము చేయు నీటివనరుల అభివృద్ధిని కొనసాగింపవలయునను దృఢసంకల్పము ప్లానింగు కమిషన్‌కు కలుగుటతో భారీ బృహత్ ప్రణాళికను చేపట్టుట సమంజసమని వారికి తోచినది. ఆ సమయముననే రాష్ట్రములో వరి కొరతను తీర్చుటకు అప్పటి మద్రాసు ప్రభుత్వము కృష్ణా-పెన్నా ప్రణాళికను మొదటి ప్రణాళికాకాలములో చేపట్టవలెనని పట్టుపట్టినది. దాదాపు అదే సమయమున దిగువ కృష్ణా ప్రణాళికను కృష్ణానది మీద నందికొండవద్ద నిర్మించవలెనని సంకల్పముతో హైదరాబాదు ప్రభుత్వము ముందుకు వచ్చినది. హైదరాబాదు రాష్ట్రములో 3.2 లక్షల హెక్టేరు (7.9 లక్షల ఎకరము) లకును, కృష్ణాజిల్లాలోని నందిగామా తాలూకాలో 94.3 వేల హెక్టేరు (2.33 లక్షల ఎకరము) లకును పంటనీటి వసతిని కల్పించుటకు ఈ దిగువ కృష్ణా ప్రాజెక్టు ఉద్దిష్టమైనది. అయితే, భారత ప్రభుత్వ ఆధ్వర్యవమున పనిచేయుచున్న ప్లానింగు కమిషన్ ఈ విషయములో ఒక నిర్ణయమునకు వచ్చుటకు ముందు ఆ యా పథకములను కూలంకషముగా విజ్ఞులైన ఒక

సాంకేతిక సమితి పరిశీలించవలెనని అభిప్రాయమును వెలిబుచ్చిరి. దీని ఫలితముగా కృష్ణా-గోదావరినదీ జలముల సక్రమ సద్వినియోగముపై నివేదికను అర్థించుచు 1951లో ఖోస్లా నాయకత్వమున ఒక సాంకేతిక సమితికి ఆ పని అప్పజెప్పిరి.

కృష్ణా-పెన్నాకు బదులు నందికొండ: ఈ సాంకేతిక సమితి (1951) మద్రాసు ప్రభుత్వ ప్రతిపాదనను, హైదరాబాదు ప్రభుత్వ ప్రతిపాదనను దృష్టిలో పెట్టుకొని ఢిల్లీలో మరికొన్ని పరిశీలనలు జరిపి, ఆ పిదప ఒక సమగ్ర సాంకేతిక నివేదికను సిద్ధపరచి, కేంద్ర ప్రభుత్వము ముందర ఉంచిరి. అయితే, ఈ సాంకేతిక బృందము చేసిన సిఫార్సులు అంతకుముందు అందరూ అనుకొనుచున్న సాంకేతిక అభిప్రాయములను తారుమారు చేసినవి. దిగువ కృష్ణా ప్రణాళికకన్న 15 మీ. (50′) ఎత్తయిన చోట నందికొండవద్ద ఒక ఎత్తయిన డామును నిర్మించవలయుననియు, క్రొత్తగా కుడిప్రక్కన ఒక కాలువను త్రవ్వి గుంటూరు, నెల్లూరు జిల్లాలకు పంటనీటిని అందివ్వవలయుననియు సాంకేతిక సమితి సిఫార్సులలో ముఖ్యాంశము. కుడి కాలువకు సిద్ధేశ్వరమువద్ద తక్కువ ఎత్తుగల ఒక డామును నిర్మించి అందుండి మరల పంటనీటి కాలువలను త్రవ్వి కడప-కర్నూలు జిల్లాలకు పంటనీటిని అందించుటయు, పులిచింతలవద్ద మరొక డామును నిర్మించి కృష్ణా-గుంటూరు జిల్లాలకు అదనపు పంటనీటి వసతిని సమకూర్చుటను గురించియు సాంకేతిక బృందము తమ నివేదికయందు ముచ్చటించిరి. ఈ విధముగా ఢిల్లీలో తయారైన క్రొత్తపథకము తరుచు అనావృష్టికి గురియగుచున్న మెట్ట ప్రాంతములందలి లక్షలాది హెక్టేరుల మెట్టనేలకు వరప్రసాదముగా ఫలించినది. ఖోస్లా సాంకేతిక బృందము చేసిన పరిశీలనను అనుసరించి సరిక్రొత్త విషయము బయట పడినది. అంతకు ముందు ఎవరికీ ఇది తోచలేదు. నదికి కుడితీరమున అభేద్యములైన నల్లమలై కొండల శ్రేణి ఒకటి ఉండుటచే నదివెంబడి ఒక సన్నని చీలికకు మాత్రమే పంటనీటి వసతి పరిమితమగునని అంతకు ముందు అనుకొనుచుండెడివారు. ఢిల్లీలో విజ్ఞులు నిర్వహించిన సాంకేతిక పరిశీలనలలో నల్లమలై శ్రేణిలో నక్రకల్లు వద్ద ఒక చిన్న ఖాళీప్రదేశము ఉండుట అదృష్టవశాత్తు తెలియవచ్చినది. దీని ఫలితముగా ఈ ఖాళీ ప్రదేశముగుండా కాలువను నిర్మించి నల్లమలై కొండలకు ఆ ప్రక్క ఉన్న సారవంతమైన బృహత్ ప్రాంతమునకు పంటనీటి వసతిని కల్పింపవచ్చునని విజ్ఞులు అభిప్రాయ పడిరి. ఇదియే పెద్ద మలుపు. దీనితో ప్రపంచములోని ప్రముఖ డాము స్థలములలో నందికొండ కూడ చేర్చతగినదైనది. సాంకేతిక బృందము కూడ ఈ నందికొండనే ఎంచి డాము నిర్మాణమునకు సిఫార్సు చేయవలసి వచ్చినది.

ఆంధ్ర, హైదరాబాదు ఉమ్మడి ప్రణాళిక: పైన వివరించినట్లు సాంకేతిక సమితి సిఫార్సుమేరకు మరల ఆయా రాష్ట్రము*ల స్థాయిలో పరిశీలనలు కొనసాగినవి ఫలితముగా ఆంధ్ర, హైదరాబాదు రాష్ట్రముల తరపున ఉమ్మడిగా ఒక పథకము సిద్ధపరుపబడినది. ఈ పథకము ప్రకారము ప్రణాళిక అంతిమ దశ అందుకొను సరికి మొత్తము 14 లక్షల హెక్టేరు (35 లక్షల ఎకరము)లకు పంటనీటి వసతి సమకూరును. నదికి కుడిప్రక్కన గుంటూరు, నెల్లూరు జిల్లాలలోని మెట్ట నేలలకును, ఎడమ ప్రక్కన నల్గొండ, ఖమ్మం కృష్ణాజిల్లాలోని మెట్ట ప్రాంతములకును పంటనీరు అందును. ఆంధ్ర, హైదరాబాదు రాష్ట్రములు 1954లో సిద్ధపరచిన ఉమ్మడి రిపోర్టు ప్రకారము 180 మీ. (590′) ఎత్తుగల మేసనరీ (రాయి సున్నమును ఉపయోగించిన) డామును గూర్చియు, 12.9 లక్షల హెక్టేరుల (31.8 లక్షల ఎకరముల) నేలకు పంటనీటిని అందించు కాలువల వ్యవస్థను గూర్చియు వివరములు కలవు. అప్పటి ధరవరులను బట్టి దీనికి అంతకు 122 కోట్ల రూపాయలు ఖర్చగునని అంచనా వేసిరి.

దఫ దఫాల నిర్మాణము: భారీ ప్రాజెక్టును నిర్మించవలయునని ఆదిలో ఒక ఉద్దేశ్యము ప్లానింగు కమిషన్‌కు ఉన్నప్పటికిని నందికొండ ప్రాజెక్టు వంటి పెద్దప్రాజెక్టును చేపట్టుటకు సంశయించుచుండెను. అంతకంటె తక్కువ ఖర్చుతో నిర్మించదగు చిన్న ప్రాజెక్టును రూపొందించవలెనని ప్లానింగు కమిషన్ పట్టుబట్టెను. అందుచేత, మార్పులుచేసి, రెండు దశలు గల ప్రణాళికను సిద్ధపరచిరి. డాము పూర్తి నిడివిని సాధించుటయును, రిజర్వాయరు పూర్తి ఎత్తువరకు సెక్షనును నిర్మించుటయును మొదటి దశ. అయితే, దిగువ మట్టము వరకునే డాము నిర్మాణము జరుగును. ఇట్లు మొదటి దశను మాత్రము చేపట్టుటకు కారణము ఖర్చును తగ్గించుటయే. మొదటి దశయందు 8 లక్షల హెక్టేరులకు (20 లక్షల ఎకరములకు మాత్రము) పంటనీటిని అందించుటకు కాలువల వ్యవస్థ నిర్మాణము ఉద్దిష్టమైనది. ఇట్లు మొదటి దశను పూర్తి చేయుటకు అగు ఖర్చు 75 కోట్ల రూపాయలని నాటి అంచనా. అయితే డామునకు ఎడమవైపునను, కుడివైపునను త్రవ్విన కాలువలు మాత్రము అంతిమ నీటి ప్రవాహమును తట్టుకొనుటకు వీలుగా రూపురేఖలు దిద్దుటకు ఉద్దిష్టమైనది.

* అప్పటికి ఆంధ్రప్రదేశ్ రాష్ట్రము ఏర్పడలేదు.

బౌద్ధావశేషముల మునక: నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టు ఎంత ప్రయోజనకారి అయినప్పటికిని ఎప్పటికప్పుడు ఇబ్బందులు తటస్థపడుచునే ఉన్నవి. రిజర్వాయరు నిర్మాణము వలన పెద్ద సరస్సు ఏర్పడుటచే రెండువేల ఏండ్లనాటి సుప్రసిద్ధ నాగార్జున కొండకు సంబంధించిన బౌద్ధావశేషములు ముందుతరములవారికి దక్కక నీటి అడుగున పడిపోవునని చారిత్రక పరిశోధకులకు భయము వేసినది. ఆ యా మత సంప్రదాయములవారికే గాక, పురాతత్వశాస్త్రజ్ఞులను కూడ ఈ సమస్య ఆకర్షించినది. భారతదేశములోనే కాక, విదేశములందున్న (సిలోన్, బర్మా, తాయిలాండు) బౌద్ధ సంస్థలు గాబరాపడి నిరసనను తెలిపిరి. ఈజిప్టులో ఆస్వాన్ (ఉన్నత) డాము నిర్మాణ ఫలితముగా అబోసింబెల్ దేవాలయముల మునకను పరిహరించుటకు పరిష్కారము రూపొందినట్లే కృష్ణాలోయలోని సుసంపన్న సాంస్కృతిక సంపదను పరిరక్షించుటకు మిన్నయైన పరిష్కారమును సిద్ధపరచి అమలుపరచిరి. నాగార్జున కొండలో కూరుకొని పోయి ఉన్న శిథిలావశేషములను శాస్త్రయుక్తముగా త్రవ్వి, వెలికి తీయుటకు ఒక సమగ్ర కార్యక్రమమును రూపొందించిరి. వాటిని ముందు తరములవారికి అందించుటకుగాను ఒక మ్యూజియములో భద్రపరచుటకు ఏర్పాట్లు చేసిరి. చుట్టును రిజర్వాయరు నీటిచే ఆవరింపబడి ఉన్న కొండపై ఈ మ్యూజియమ్‌ను నిర్మించిరి. ఒకప్పుడు ఈ ప్రాంతమున నాగార్జునుని ఆచార్యత్వమున ఒక మహా విద్యాపీఠము వెలసి ప్రతిష్ఠను ఆర్జించుటచే నందికొండ ప్రాజెక్టును నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టుగా పేరు మార్చిరి [చూ. తెలుగు సంస్కృతి సంపుటము - పు. 882]

ప్రాజెక్టు వివరములు: నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టునందు రిజర్వాయరు పూర్తి ఎత్తు 180 మీ. (R. L. 590') ఉండునట్లు కృష్ణానదికి అడ్డముగా రాయి, సున్నముతో మేసనరీ డామును నిర్మించుట ముఖ్యభాగము. రిజర్వాయరు పూర్తి ఎత్తును అందుకొనినపుడు 284.90 చ. కి. మీ. (110 చ. మై.) సరస్సు ఏర్పడను. ఇప్పుడు రిజర్వాయరుకు ఇరుప్రక్కలా కుడి, ఎడమ కాలువలు బయలు వెడలును. నదికి అడ్డముగా కట్టబడిన డాములో లోతైన పునాదుల మీద 124.7 మీ. (409') ఎత్తుగల కట్టడము ముఖ్య భాగము. ప్రపంచమున నేడు రాతిని, సున్నమును ఉపయోగించి కట్టిన మేసనరీ డాములో కెల్లా నాగార్జున సాగరు డాము మిన్న. ఈ డామువల్ల గరిష్ఠ నీటిమట్టమున 1,15,580 లక్షల ఘ మీ. (93 7 లక్షల ఎకరవు అడుగుల) నీటిని నిల్వ ఉంచు సరస్సు ఏర్పడును. ఇది భారతదేశమున ఉన్న వాటిలో మిక్కిలి పెద్దది. సెకనుకు 1,019 ఘ. మీ. (36 000 ఘ. అ.) నీటిని వెలువరించునట్లు కాలువల వ్యవస్థ రూపొందించబడినది. పంటనీటి వ్యవస్థను ఇట్లు సాధించిన వాటిలో ఇది మిన్న. సెకనుకు 594. 7 ఘ. మీ. (21,000 ఘ. అ.) నీటిని వెలువరించుటకు కుడికాలువ వ్యవస్థ తీర్చిదిద్దబడినది. ఇది ప్రపంచములోని పెద్ద కాలువలలో ఒకటిగా పేర్కొనదగును. ఈ డాము నిర్మాణమున వినియోగించిన రాతి, సున్నము (మేసనరీ)ల పరిమాణము 4.89 లక్షల ఘ. మీ. (1727. 2 లక్షల ఘ. అ). ఇంత పెద్దరాశిలో రాతి, సున్నమును ఉపయోగించి కట్టిన డాము ప్రపంచములో ఇప్పటికి మరొకటి లేదు. ఈ డాము నిర్మాణమున ఉపయోగించిన మేసనరీ, కాంక్రీటు మొత్తమురాశి 56.3 లక్షల ఘ. మీ. (1,990లక్షల ఘ.అ.).

నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టు నిర్మాణమునందు రాతిని, సున్నమును ఎక్కువగా ఉపయోగించి అంత ఎత్తుగల డాము వంటి హైడ్రాలిక్ నిర్మాణమునందు ఇది వరకు ఎన్నడూ రాతిని, సున్నమును ఉపయోగించలేదు. ఇదియే భారతీయ ఇంజనీరులు-ముఖ్యముగా ఆంధ్రా ఇంజనీరులు-సాధించిన విశిష్ట సాంకేతిక ఘనకార్యము. గ్రావిటీ పద్ధతిని నిర్మించిన ఈ డాము ఎత్తు 152. మీ. (409'), పొడవు 1,450 మీ. (4 756'). దీనికి ఇరు ప్రక్కలా మట్టి డాములు కలవు. మొత్తము డాము పొడవు 4.86 కి.మీ.(3,02మైళ్ళు). ఇట్లు ఇంత పెద్ద డాము నిర్మాణమున సున్నము, రాయిని ఉపయోగించి కట్టిన డామునందు అంత మన్నిక ఉండదనియు, దారుఢ్యము లోపించుననియు, నీరు ఊరి డాము దెబ్బ తినుననియు, కాంక్రీటు ఉపయోగించుటయే మంచిదనియు ఇంజనీరులలో కొందరు సందేహమును వెలిబుచ్చిరి. ఒరిస్సాలోని హీరాకుడ్‌వద్ద నిర్వహించిన పరిశోధనా ఫలితములు ఈ సందేహములను నివృత్తి చేసినవి. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని 'బ్యూరో ఆవ్ రిక్లమేషన్' సంస్థ నిర్వహించిన పరిశీలనలు హీరాకుడ్ ఫలితములను బలపరచినవి.

రాయి, సున్నమును ఉపయోగించి మేసనరీ డాము నిర్మించుటకు నిర్ణయించిన ఫలితముగా వేలకొద్ది ప్రజలకు బ్రతుకు తెరువు లభించినది. వీరిలో తాపీ పనివారు, రాతి పనివారు, పెక్కుమంది కూలిజనములు కలరు. ఒక్కొక్కప్పుడు పని ముమ్మరముగా ఉన్న కాలమందు ప్రతిరోజూ డాము వద్ద 40 వేల మంది, కాలువల త్రవ్వకపు పనియందు 60 వేల మంది పనిచేసిరి. మో. స. నా.

నాగార్జున సాగరు డాము-II: నల్గొండ జిల్లాలో (మిర్యాల గూడెం) 16°–34' ఉత్తర అక్షాంశము 79°-19' తూర్పు రేఖాంశము కలియు చోట నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టు డామును నిర్మించుటకు స్థల నిర్ణయము

జరిగినది. 125 మీ. ఎత్తు, 4.86 కి. మీ. పొడవు గల ఈ డాము కృష్ణానదికి అడ్డముగా నిర్మించబడినది. కృష్ణానది ఆరగాణి ప్రాంతము 2,15 000 చ. కి. మీ (83 వేల చ. మై.) డాము వద్ద 1 15,580 లక్షల ఘ.మీ. (93.7 లక్షల ఎకరపు అడుగుల) నీరు నిల్వచేయబడును. డాము నిర్మాణము వలన 284.90 చ. కి మీ. (110 చ. మైళ్లు) విస్తీర్ణము గల కృత్రిమ సరస్సు ఏర్పడినది. మేసనరీ డాము పీఠము వెడల్పు 99.06 మీ (325′) అది పైకి పోను పోను వెడల్పు తగ్గుచూ పైన 10.66 మీ. (30.5′) వెడల్పు ఉండి రోడ్డుగా ఉపకరించును. ఒక్కొక్కటి 13.71 × 13.41 మీ. (45 × 44′) కొలతలు గల 26 రేడియల్ గేట్లు నాగార్జున సాగరు డామునందు బిగించబడినవి. రిజర్వాయరు పూర్తిగా నిండినప్పుడు నీటి మట్టము 179.80 మీ. (590′) ఉండును. అదనపు నీటి నిల్వను అదుపులో పెట్టుటకే గాక, నది పొంగి వరదలు వచ్చినపుడు సెకనుకు 53,800 ఘ. మీ. (19 లక్షల ఘ. అ.) నీటిని 181.05 మీ. (594′)ల మట్టము వద్ద వెలువరించుటకు ఈ రేడియల్ గేట్లు తీర్చిదిద్దబడినవి.

ఇంత బ్రహ్మాండమైన మేసనరీ కట్టడమును నిర్మించుటలో యంత్రములను సాధ్యమైనంతవరకు తగ్గించి, అధికాధికముగా కండబలమును వినియోగించుట నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టు నందలి ప్రత్యేక విశిష్టత. ఇట్లు చేయుట వలన ఆర్థికముగా ఖర్చులు కలిసివచ్చుటయే కాక, పని కూడ చురుకుగా సాగినది. నాగార్జున సాగరు ప్రాజెక్టును పూర్తి చేసినపుడు 14,16,400 హెక్టేరుల (35 లక్షల ఎకరముల)కు పంట నీరు అందుటయే కాక, 4,60 000 కి. వా. విద్యుత్తు కూడ ఉత్పత్తి అగును.

కృష్ణానది మళ్లింపు: డాము నిర్మాణము సుసాధ్యమగుటకు నిర్మాణ స్థలమున నీటి నిల్వ సాధ్యమైనంత వరకు తగ్గించవలసి ఉన్నది. దీనిని సాధించుటకు కృష్ణానదీ ప్రవాహమును మళ్ళించవలసి ఉండెను. ఈ పని గడ్డుసమస్యతో కూడినది. 1955, డిసెంబరు 10 వ తేదీన భారత ప్రధాని జవాహర్ లాల్ నెహరూ ఈ ప్రాజెక్టు పనికి శంకుస్థాపన చేసిన మరుసటి ఏట ఈ మళ్ళింపు పథకమును చేపట్టిరి. నదికి ఎడమవైపున మూడవ వంతు భాగమున కాఫర్ డామును నిర్మించిరి. ఇది గండ రాళ్ళతోను, సున్నముతోను కట్టిన తాత్కాలిక నిర్మాణము. ఈ కాఫర్ డాముకు ఖర్చు 15,60,000 రూపాయలు. ఈ నిర్మాణమునకు పట్టిన రాయి,సున్నము వెరశి 26,000 యూనిట్లు.* ఈ నిర్మాణము నందు ఒక యూనిట్ కు అయిన ఖర్చు 60 రూపాయలు. భారతదేశమున ఇతర డాము నిర్మాణములలో యూనిట్ కు అయిన ఖర్చు దీనికంటె ఎక్కువయే. 1964, సెప్టెంబరు 30 న నది పొంగి ఒక్క పెట్టున పెద్ద వరద రాగా 12 లక్షల క్యూసెక్కుల జల ప్రవాహమునకు కాఫర్ డాము తట్టుకొని నిలిచినది. కట్టడమునందు తలవెంట్రుక వాసి బీట కూడ పడలేదు. నీటి ఊట చాయలు కూడ కనిపించలేదు. గరిష్ఠ వరద మట్టమునకు పై స్థాయిలోనే కాఫర్ డాము నిర్మాణము జరుగుటచే ఏడాది పొడుగునా నిరాటంకముగా పని సాగించుటకు వీలయినది. వేసవిలో నీటి ప్రవాహము 5,000 క్యూసెక్కుల స్థాయిలో ఉండును. భారీ యంత్ర సామగ్రిని ఉపయోగించి మన్నుతో కాఫర్ డామును సిద్ధము చేసి, అటువైపు మిగతా నది భాగమందలి ప్రవాహమును అదుపులో పెట్టిరి. నిర్మాణకాలమున ఉపయోగింపబడు స్లూయిస్‌లు సిద్ధము అగువరకు - కాఫర్ డాము ఉన్నంతవరకు - మాత్రమే వర్షాకాలము పని సాగెడిది. వర్షాకాలమున కాఫర్ డాము ప్రాంతము మినహాయించి, మిగతా భాగమున కట్టడపు పని నిలుపుదల చేసెడివారు. ముందే పునాదులు వేసిన ప్రాంతమువైపుకు నది ప్రవాహమును ప్రవహింప జేసి, నది అడుగు మట్టమున లోతైన పునాదులు తీసెడివారు. పునాదిని త్రవ్వి, తక్షణమే నింపుటవలన త్రవ్వకము, పూరకము ఒకే ఋతువునందు ముగిసెడిది.

నది అడుగు మట్టమునకు 7.62 మీ. (25′) పైన ఒక్కొక్కటి 3.04 మీ. (10′) వ్యాసము గల మళ్లింపు స్లూయిస్‌లను 1963 లో మాత్రము నెలకొల్పగలిగిరి. అల్ప వ్యవధిలో ఈ పనిని సాధించవలసి వచ్చుటచే అనేక జటిల సమస్యలకు గురికావలసివచ్చినది. 33,700 ఘ మీ. (11 09 100 ఘ. అ.) రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ సిమెంటు కాంక్రీటు, 4,274 చ. మీ. (46,000 చ. అ.) మూసకట్టుపని, 950 టన్నుల రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌మెంటులు ఇత్యాది పనులను కాంట్రాక్టు పద్ధతుల మీద ఇతరులకు ఇవ్వకుండగనే ప్రభుత్వ ఇంజనీరుల ప్రత్యక్ష పర్యవేక్షణలో రూ. 42 లక్షలు ఖర్చుపెట్టి, 59 రోజులలో - రోజుకు మూడు షిఫ్టులు పెట్టి - పనిని ముగించిరి ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో ఇంతకుముందు ఎన్నడూ ఇంత అల్ప వ్యవధిలో ఇంత పెద్ద కట్టడపు పనిని ప్రభుత్వపరముగా నిర్వహించబడి ఉండలేదు. ఒక 0.0283 మీ. (ఒక ఘ. అ.) పరిమాణముగల ఒక యూనిట్‌కి ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు రూ. 3-82 పైసలు గిట్టినది. ఇంత తక్కువ ధరకు గిట్టుబాటు అగుట భారతదేశమునందు ఇతర చోట్ల ఎచ్చటను కానరాదు. నిర్మాణ సమయమున నెలకొల్పిన స్లూయిస్‌లు రెండు

* యూనిట్ = 100 ఘ. అ- (2.83 ఘ.మీ.)

సంవత్సరములలోను (1962, 63) వేసవిలో నదీ ప్రవాహమును మళ్ళించుటకు ఉపయోగపడినవి. ఈ స్లూయిస్‌లను 1965లో మూసివేయగా నదీ ప్రవాహమును 8.22 మీ. (27′) వ్యాసము గల గుర్రపు నాడా ఆకారమున ఉన్న సొరంగము గుండా మళ్ళించ వలసి వచ్చినది. ఈ తరలింపు సొరంగము గుండా 20,000 క్యూసెక్కుల నీరు ప్రవహించుచుండును. తరలింపు సొరంగమునకు రెండు మట్టములలో ప్రవేశ మార్గములు కలవు ఒకటి సముద్రమట్టమునకు 91.44 మీ.(300′)ఎత్తునను, రెండవది: +121.92 మీ. (+400′) ఎత్తునను కలవు. వీటిని నదియొక్క ఎగువ భాగమునకు కలుపుటకు బాతుమెడ ఆకారములో మార్గము కలదు. ఈ తరలింపు సొరంగము నిర్మించుటతో వేసవికాలమున నదిలోని నీటి ప్రవాహమును అదుపులోనికి తెచ్చుటకు సాధ్యపడినది. డాము నిర్మాణము సాగుచున్నకొద్దీ డాము ఎత్తు క్రమముగా పెరుగుచుండుట వలన నీటి నిల్వ ఏర్పడుటతో ఆ నీటిని కృష్ణా డెల్టాకు సప్లయి చేయుటకు ఈ తరలింపు సొరంగము సహాయ పడుచున్నది. దీనివలన నాగార్జున సాగరు డాముకు 177 కి. మీ. (110 మైళ్లు) దిగువన ఉన్న 4.856 లక్షల హెక్టేరులు (12 లక్షల ఎకరములు) గల కృష్ణా డెల్టాకు ఢోకాలేకుండా అదునులో పంటనీరు అందుటయే గాక, రెండవ పంటను పండించుటకు కూడ నాగార్జున సాగరు డాము నిర్మాణము పూర్తికాకమునుపే ఈ తరలింపు సొరంగము వలన సాధ్యపడినది.

మేసనరీ నిర్మాణము: రాయి, సున్నమును ఉపయోగించి 56 లక్షల ఘ. మీ. (1980 లక్షల ఘ అ) ఘన పరిమాణము గల 125 మీ. (409′) ఎత్తయిన డామును నిర్మించుటలో నాగార్జున సాగరు డాము ప్రప్రథమమైనది. ప్రపంచమున ఇదివరకు ఎన్నడూ ఇంత బ్రహ్మాండమైన ఎత్తుగల డామును సాధించని ఈ ఘనకార్యము భారతీయ ఇంజనీర్లు సుసాధ్యమని నిరూపించిరి. 1957లో మేసనరీ కట్టడపు నిర్మాణమును ప్రారంభించిరి. డాము పాద భాగమున ముందువరుస కాంక్రీటు ఉపయోగించుటతో పని ప్రారంభమైనది. ఈ ప్రదేశమున 0.09 చ.మీ. (ఒక చ. అ) కు 80 టన్నులు కనిష్ఠ సంపీడన ప్రతిబలము కానవచ్చుటచేత కాంక్రీటు ఉపయోగించవలసిన ఆవశ్యకత ఏర్పడినది. మేసనరీ ఉపయోగించుటకు ప్రయత్నము చేసిరి గాని, సున్నము. రాయి కలిసిన దాని బలాబలముల విషయమైన నిర్దిష్ట వివరములు తెలియకుండుటచే మేసనరీ బదులుగా కాంక్రీటును ఉపయోగించుటకు ఇంజనీరులు నిర్ణయించిరి. అయితే, తరువాత హీరాకుడ్‌లోను (ఒరిస్సా రాష్ట్రము), యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని డెనివర్ అను చోటను మేసనరీ విషయమై నిర్దుష్ట పరిశీలనలు నిర్వహించి, కాంక్రీటు ఎంత ప్రతిబలమును తట్టుకొనగలదో మేసనరీ కూడ అంతగాని, అంతకంటె ఎక్కువగాని ప్రతిబలమును తట్టుకొనగలదని తేలినది. అందుచేత, తరువాత తరువాత డాము పాద భాగమందు ముందు వరసలలో కాంక్రీటుకు స్వస్తిచెప్పి మేసనరీని ఉపయోగించుటయే గాక, మొత్తము డాము నిర్మాణమునందు మేసనరీనే ఉపయోగించదొడగిరి. అయితే, బ్రహ్మాండ రాశులలో గండరాయిని, ఇంకా ఇతర దినుసులను డాము స్థలమునకు ఎప్పటికప్పుడు చేరవేయుట ఒక జటిల సమస్య అయినది. ఇందులకు ఆ యా దినుసులను సమీకరించి, రవాణా చేసి అందించుటకు ఒక క్రమమైన పథకమును సిద్ధముచేసి అమలు పరచిరి. పని ముమ్మరముగా ఉన్న రోజులలో రోజునకు 12,000 వాగనులను నిర్వహించ వలసి వచ్చెడిది. 10 ఏండ్లపాటు నాగాలేకుండా రోజుకు 50,000 మందిని డాము నిర్మాణమునందు నియోగించి, పనిచేయించిరి. కాని, డాము నిర్మాణమున కాంక్రీటు ఉపయోగించి ఉండిన 7,000 మంది సిబ్బందితో పని ముగింపుకు వచ్చి ఉండెడిది. అయితే, కాంక్రీటు నిర్మాణము 25 శాతము మేసనరీ కంటె ఎక్కువ ఖర్చుతో కూడినదియు, పైగా చాల తక్కువమందికి జీవనోపాధి కల్పించునదియు అయి ఉన్నది. దీనిని బట్టి మేసనరీ నిర్మాణమును ఉపయోగించుట వలన ఆ ప్రాంతీయ ప్రజల ఆర్థిక వ్యవస్థను ఇనుమడింపజేయుటకు అవకాశము కలిగినది. సమీపమున 10-20 కి మీ. చుట్టు ప్రక్కల మంచి గ్రానైట్ రాయి, క్వార్ట్‌జైట్ ఇసుక దొరకుచున్నవి. 5 మొదలు 12 కి.మీ దూరములో గల లోయలలో బంకమన్నును కాల్చి సుర్కి సున్నమును సిద్ధపరచెడి వారు. డాము స్థలమునకు దాదాపు 20 కి. మీ. దూరమున ఉన్న మాచెర్ల సిమెంటు ఫ్యాక్టరీనుండి సిమెంటును తీసికొనివచ్చెడివారు.

ఈ సిమెంటును భారీ రాశులలో రవాణా చేయుటకు ఒక క్రొత్త రైలుమార్గమును మాచెర్ల సిమెంటు ఫ్యాక్టరీ, డాము స్థలములకు మధ్య నిర్మించిరి. మూసిన వాగనులను ప్రత్యేకముగా నిర్మించి, సిమెంటును అందు నింపి, రైలు మార్గమున డాము వద్దకు గొని వచ్చి, నేరుగా 'సిలో'లు అనబడు గాదెలలోనికి ఆ సిమెంటును పంపు చేసెడివారు. గాదెలనుండి గురుత్వాకర్షణము వలన ఆ సిమెంటును బాచింగ్ సాధనములోనికి పంపి, తగు పాళ్ళలో గండ్ర ఇసుకను చేర్చి మోర్టారు సున్నమును సిద్ధ పరచి, దానిని మేసనరీ నిర్మాణమునకు గాని, కాంక్రీటు నిర్మాణమునకుగాని ఉపయోగించెడివారు. డాము నిర్మాణ

మున గ్యాలరీలను కట్టుటకును, సంకోచ సంధు (కంట్రాక్షన్ జాయింటు) లందు నాగితాపడము (కాపర్ సీలింగ్) లకును, వెల్లువమార్గ (స్పిల్ వే)మున బకెట్ నిర్మాణమునకును, ఆ బకెట్ శిఖర నిర్మాణమునకును, క్రెస్ట్ గేట్ల స్తంభముల నిర్మాణమునందును, వెల్లువ మార్గమున వంతెన కట్ట వలసిన చోట్లను కొద్ది కొద్దిగా కాంక్రీటును ఉపయోగించవలసిన అవసరము ఉండెడిది.

జెల్లి రాయి (యాగ్రికేట్), ఇసుకవంటి దినుసులను బెల్ట్ కన్వేయరు ద్వారా బాచింగ్ సాధనమున చేర్చెడివారు. ఈ బెల్ట్ కన్వేయరులను దిగువన ఉన్న సొరంగముల ద్వారా పోనిచ్చెడివారు ఆ సొరంగములు పై మరి బిన్నులకు సంబంధించి ఉండెడిది. సొరంగములలో ఉన్న చూట్లను చేతితో నియంత్రించుచు దినుసులను ఆ బెల్ట్ కన్వేయరుకు అందించెడివారు, బాచింగ్ సాధనము నందున్న సెకండరీ బిన్నులలో అనేక గ్రేడులకు చెందిన జెల్లి దినుసులను ఉంచెడివారు. సెకండరీ బిన్నుల నుండి తూకము వేయుటకు గాను కాటా వద్దకు విద్యుత్తు సాధనము ద్వారా తీసికొని వెళ్ళెడి వారు. సుర్కిని నిల్వ చేయుటకు బాచింగ్ సాధనమునందు ఒక ప్రత్యేక మందిరము కలదు. బాచింగ్ సాధనములోని దిమ్మెకు సుర్కిని చేర్చుటకై యంత్ర సాధనమును ఉపయోగించెడి వారు. అర ఘ. గ. మొదలు 3 ఘ. గ. వరకు భిన్న ఘన పరిమాణములు గల మిక్సరులయందు మోర్టారును, కాంక్రీటును తయారుచేసెడివారు.

నాగార్జున సాగరు డాము నిర్మాణ సమయమున సాధారణముగా పగటిపూట మేసనరీ దినుసులను, రాత్రి పూట కాంక్రీటు దినుసులను తయారుచేసెడివారు. డామునకు కుడివైపునను, ఎడమవైపునను వేర్వేరు బాచింగ్ సాధనములు కలవు. ప్రారంభదశలో బాచింగ్ సాధనములు పల్లపు ప్రాంతములలోనే ఉండెడివి. నిర్మాణము సాగుకొలది బాచింగ్ సాధనములను ఆ యా ఉన్నత ప్రదేశములకు తరలించుటవల్ల రవాణా ఖర్చులు కలిసి వచ్చినవి. డాముకు ఎడమ ప్రక్కన పంటులపై సంచారము చేయు రెండు బాచింగ్ సాధనముల సహాయమున పని చేయించెడివారు. ఇట్లు సంచారము చేయు బాచింగ్ సాధనము యొక్క సైజు ఒక ఘ. గ. ఘనపరిమాణము గలిగి ఉండెడిది. డీసెల్ లాంచీల సహాయమున కాంక్రీటును అవసరమగు చోటికి చేర్చుచుండెడివారు. మే, జూన్ మాసములలో మాత్రము తీవ్రమైన పవనముల వలనను, కెరటముల వలనను అప్పుడప్పుడు మాత్రము చేరవేయు పద్ధతిని ఉపయోగించెడువారు. అయినను, ఇట్టి విధానము ఖర్చులు కలిసి వచ్చిన దగుటచేతను, రవాణా సౌకర్యవంతముగా ఉండుటచేతను ముందు ముందు ఇతర డాము నిర్మాణ సమయములందు అనుసరింప దగినదిగా ఉన్నది.

నిర్మాణ సామగ్రి రవాణా: క్వారీలనుండి త్రవ్వి తీసిన గండశిలలను లారీలపైకి ఎక్కించి డాము స్థలమున ప్లాట్ ఫారమ్ పైకి చేర్చెడివారు. ఈ ప్లాట్ ఫారమ్‌లనుండి ఈ పెద్ద పెద్ద రాళ్ళను పైకి ఎత్తవలసి ఉన్నది. కూలీలు వాటిని ప్రత్యేకముగా ఏటవాలుగా కట్టిన పరంజాల మీదుగా పైకి తీసికొని పోయెడివారు. మరి కొన్నిటిని క్రేనుల సహాయమున పైకి ఎత్తవలసి వచ్చుచుండెడిది. డాముకు ఎగువ వైపున, దిగువ వైపున కూడ సరుగుడు గుంజలను పాతి వెదురు గెడలతో పరంజాలను కట్టి, క్రేనుల సహాయము లేకుండా కూలీల సహాయముతోనే మొత్తము డాము నిర్మాణము +103 63మీ. (+340′) ఎత్తువరకు సాధించిరి. డాముకు ఎడమవైపున +83 21మీ (+273′) ఎత్తున దిగువ ప్రవాహము వైపు రెండు వాషింగ్‌టన్ క్రేనులను బిగించిరి. ఆ పైన డాముకు ఎడమవైపున +105. 46 మీ. (+346′) ఎత్తున విద్యుత్తు సహాయమున పనిచేయు రెండు మోనోటవర్ క్రేనులను బిగించిరి. ఇందులో 28 మీ. ($92\frac{1}{2}$′) వ్యాసార్ధమున ఒక్కొక్క దాని ఉద్ధయన సామర్థ్యము 8 టన్నులు. దిగువ ప్రవాహము వైపున స్పిల్ వే మినహాయించి డాము నందలి మిగతా భాగమున మేసనరీ డామునుండి పొడుచుకొని వచ్చు సొరుగును ఒక దానిని +128.02 మీ. (+420′) ఎత్తున నిర్మించిరి. ఈ సొరుగు (లెడ్జ్) పై రోడ్డును నిర్మించి, నిర్మాణ సామగ్రిని చేరవేయుటకు ఉపయోగించుచుండిరి. డాము ఎడమ భాగమునుండి నిర్మించిన ఈ రోడ్డు కుడివైపుకు సాగుచు 146.30 మీ (480′) వెడల్పుగల స్పిల్ వే ఉక్కు ట్రెసిల్ వంతెనచే కలుపబడినది. దీని ఫలితముగా నిర్మాణసామగ్రిని చేరవేయుటకు తగు సౌకర్యము చేకూరుటయే కాక, స్పిల్ వే భాగమున ఆ నిర్మాణ సామగ్రిని ఏడాది పొడుగున ఎత్తుటకు, దింపుటకు సౌకర్యము సమకూరినది. అందుచేత, స్పిల్ వే ప్రాంతమున నీరు పొర్లిపోకుండ చూచి, నిర్మాణమును +166 42 మీ. (+546′) ఎత్తు అందుకొనిన తరువాత మాత్రమే నీరు స్పిల్ వే ద్వారా పొర్లునట్లు చేసిరి. డాము నిర్మాణము ఈ స్థాయిని అందుకొనిన తరువాత ట్రెసిల్ వంతెనను విప్పివేసిరి. +134 12—146 30 మీ. (+440-480′) ఎత్తున అక్కడక్కడ ఒక్కొక్క దానిని దాదాపు 60.96 మీ. (200′) మధ్య దూరము ఉండునట్లు డాము పొడుగునా

నీరు పొర్లని ప్రాంతమున మొత్తము 18 మోనోటవర్ క్రేనులు బిగించిరి. +128 మీ. (420′) ఎత్తున ఉన్న రవాణారోడ్డుమీదకు చేరవేయబడిన నిర్మాణ సామగ్రిని ఎత్తుటకు ఈ మోనోటవర్ క్రేనులను ఉపయోగించిరి. రిజర్వాయరు ఏర్పడుటతో నిర్మాణ సామగ్రిని పంట్‌లపై తీసికొనివచ్చి మోనోటవర్ క్రేనుల సహాయమున ఎత్తెడివారు. డాము నిర్మాణము పైకెగయు కొద్దీ క్రేనులు బిగించిన ఉక్కు నిర్మాణము మేసనరీలో కూరుకొనిపోయెడిది మరల ఆ నిర్మాణ అవశిష్ఠములపై క్రొత్త బద్దలను బిగించి ఆ నిర్మాణము ఎత్తు పెంచుకొని మరల దానిపై క్రేనులను బిగించెడివారు.

రైలుమార్గమున గండశిలల రవాణా: ప్రారంభదశలో డాము నిర్మాణమునకు అవసరమగు గండశిలలను లారీల సహాయమున డాము స్థలమున ఉన్న రబుల్ ప్లాట్‌ఫారమ్ పైకి చేర్చి, వాటిని కూలీలచే అవసరమగు చోటికి తరలించెడివారు. డాము ఎత్తు పెరుగు కొద్దీ ముందు వివరించిన విధమున మోనోటవర్ క్రేనులను ఉపయోగించెడివారు. సుమారు 4.257 ఘ మీ. (150 ఘ. అ) ఘనపరిమాణము గల స్కిప్‌లలోనికి గండశిలలను నేరించి, స్కిప్‌లను క్రేను సహాముతో ఎత్తి లారీలలో ఉంచి, లారీని మోనోటవర్ క్రేనుల సమీపమునకు తరలించెడివారు. అచ్చటనుండి మోనోటర్ క్రేనులు ఆ స్కిప్‌లను ఎత్తి కార్యస్థలమునకు చేర్చెడివి 1960-63 మధ్య ఈ విధానము అవలంబించబడింది. ఆ తరువాత మరియొక సరిక్రొత్త పద్ధతిని అనుసరించిరి. ఇందు స్కిప్‌లను ఎత్తి లారీలలో పెట్టుటకు సంచార క్రేనులను ఉపయోగింపనవసరము లేకపోయినది. క్రొత్త విధానమున 0 609మీ. (2′) గేజిలో రైలు మార్గమును నిర్మించి చదునుగా ఉండు ట్రాలీలను ప్రవేశపెట్టిరి. ఈ ట్రాలీలపై స్కిప్‌లను బిగించిరి. చదును నేలపై రైలుమార్గమునకు సమానాంతరముగ ఎత్తుగా ఉండు ప్లాట్‌ఫారమును తయారుచేసిరి. క్వారీలనుండి లారీలమీద తీసికొని రాబడిన గండశిలలతో దిగువ రైలు మార్గమున ఉన్న ట్రాలీలపై ఉన్న స్కిప్‌లను నేరుగా నింపుచుండిరి. ఈ పద్ధతి చేపట్టుటవలన సంచార క్రేనులను ఉపయోగించుకొనవలసిన పని లేకపోవుటయే గాక, ప్రతి యూనిట్‌కు 2.831 ఘ.మీ. (100 ఘ అ.) చేరవేయుటకు అగు ఖర్చులో రూ.16లు ఆదాతో బాటు పని చురుకుగా సాగినది. ఈ చిన్న రైలుమార్గమున ఉపయోగించిన రైలు ఇంజను సామర్థ్యము 50 హార్స్‌పవర్. చదునుగా ఉండు మార్గమున ఒక రైలు ఇంజను ఆరు స్కిప్‌లను లాగును. డామునకు కుడి, ఎడమ ప్రక్కల ఈ ఏర్పాట్లు కలవు.

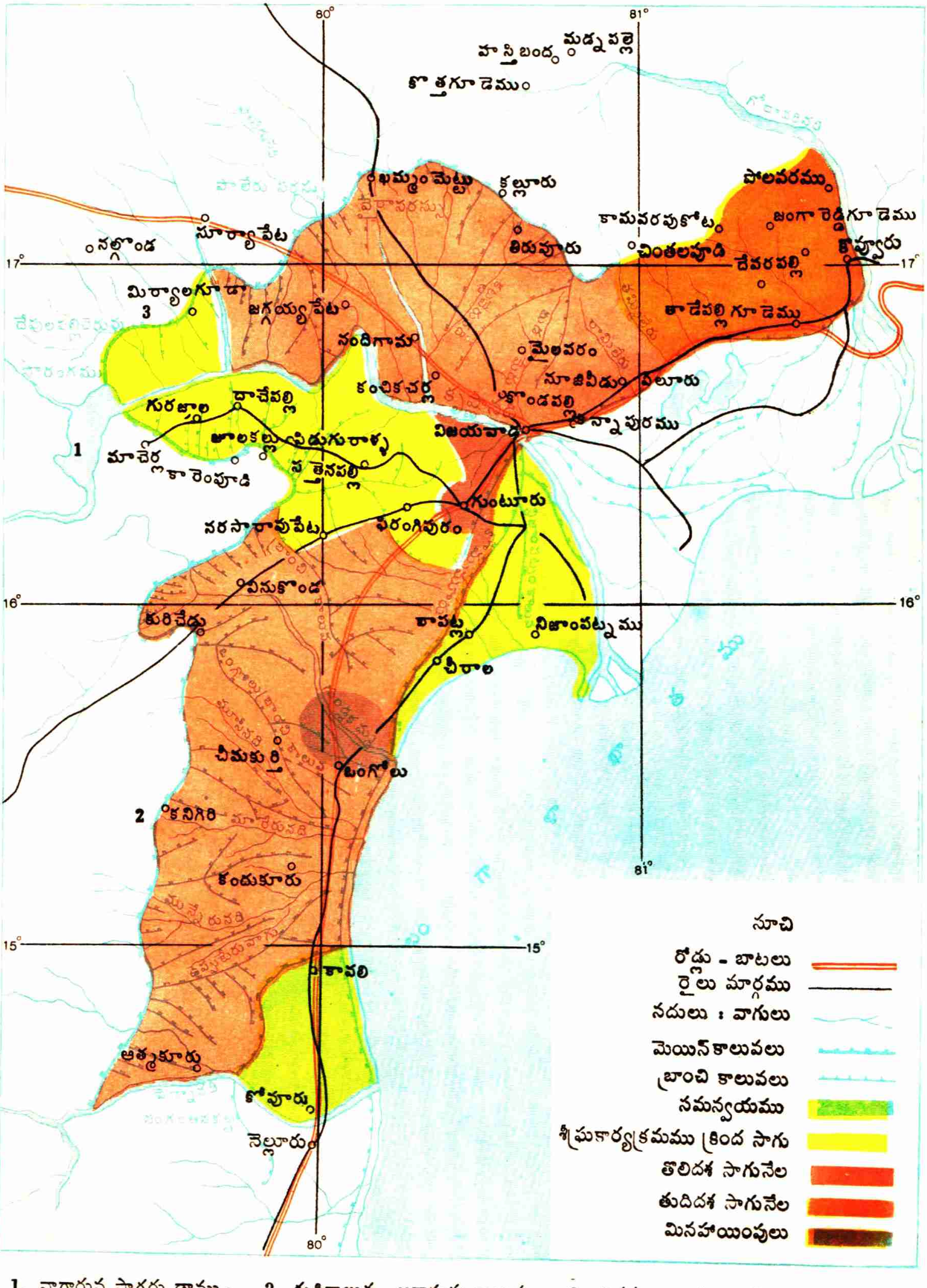
రాయి, సున్నము వంటి మేసనరీని ఉపయోగించి ముందు ముందు ఎత్తయిన డాములను నిర్మించు సమయమున గండశిలలను చేరవేయుటకు ఈ పద్ధతి చాలా అనుకూలముగా ఉండునట్లు విజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

మొర్టారును తయారుచేయుట: డాము నిర్మాణమునకు అవసరమగు మోర్టారును అంతటినీ ప్రభుత్వ పరముగనే సిద్ధము అగుటకు ఏర్పాటులు చేసిరి. వేర్వేరు ఎత్తులలో ప్రతిబల విశ్లేషణ (స్ట్రెస్ ఎనాలిసిస్) వంటి శాస్త్రీయుక్త పరిశీలనలకు గురిచేసి ఫలించిన ఫలితములనుబట్టి సిమెంటు, ఇసుక పాళ్ళను ఆ యా ప్రాంతముల అవసరములనుబట్టి కలుపుచుండిరి. సిమెంటు, ఇసుక నిష్పత్తులు 1: 3; 1:3.91; 1:4.72 ఇత్యాది విధముగా పాళ్ళను నిర్వహించుచుండిరి సిమెంటు బరువులో 20 శాతమునకు బదులు సుర్కీని ఉపయోగించెడివారు. నాణ్యము పెరుగుటకు, పనిలో సౌలభ్యమును సాధించుటకు ప్రతి 2 831 ఘ మీ. (100 ఘ. అ.) మోర్టారుకు 0 123 గ్యాలను ఎరోసిన్ * అను ఒక ప్రత్యేక పదార్థమును కలిపెడివారు. డాము స్థలమున బిగించిన విన్‌గెట్ బాచింగ్ సాధనమున విద్యుత్తు సహాయమున తూకము తెలిసికొనుటకు వీలు కలదు. మరొక బాచింగ్ సాధనము (ప్లాంటు) బ్లానాక్స్‌నందు గాలిని ఉపయోగించి తూకము వేయుపద్ధతిని అనుసరించెడివారు. అప్పుడప్పుడు తరుచుగా ఈ తూకము వేయు పరికరములను తనిఖీచేయు సిబ్బంది సరిచూచెడివారు.

బెల్ట్ కన్వేయరు ద్వారా రవాణా: క్రేనులు లేని స్పిల్‌వే ప్రాంతమునకు మోర్టారు, కాంక్రీటును భారీ రాశులలో చేర్చవలసి ఉన్నది. రజ్జుమార్గము (రోప్‌వే)గాని, ట్రెసిల్ వంతెన వంటి సదుపాయములు లేని సమయమున బెల్ట్ కన్వేయర్ పద్ధతిని ప్రవేశపెట్టి, సమస్యను చక్కగా పరిష్కరించిరి. ఈ కన్వేయరు విధానమున 914.4 మి. మీ. (36″) వెడల్పు గల బెల్ట్‌ను ఉక్కు ట్రెసిల్‌పై బిగించి స్పిల్‌వేకు అడ్డముగా ఉంచిరి. స్పిల్‌వేలో ఎడమ చివర నుండి 332.23 మీ. (1090′)లును, కుడి చివరనుండి 341.23 మీ. (1120′)లును బెల్ట్ కన్వేయరు ఆక్రమించినది. ప్రవేశ మార్గమున కాంక్రీటు, మోర్టారు క్రేనుల సహాయమున ఎత్తబడి హాపర్‌లోనికి స్వీకరించబడి, బెల్ట్ కన్వేయరు మీదికి కొద్ది కొద్దిగా చేతితో ఛూట్‌ల ద్వారా త్రోయు ఏర్పాట్లు గలవు రెండవ చివర కన్వేయరుబెల్ట్‌కు గుండ్రముగా తిరుగు ఛూట్‌లు అమర్చి ఉండును. ఈ ఛూట్‌లద్వారా నిర్మాణసామగ్రి భిన్నమార్గములలో పోవు ఛూట్‌లకు అందించుచుండును. ఈ వ్యవస్థ

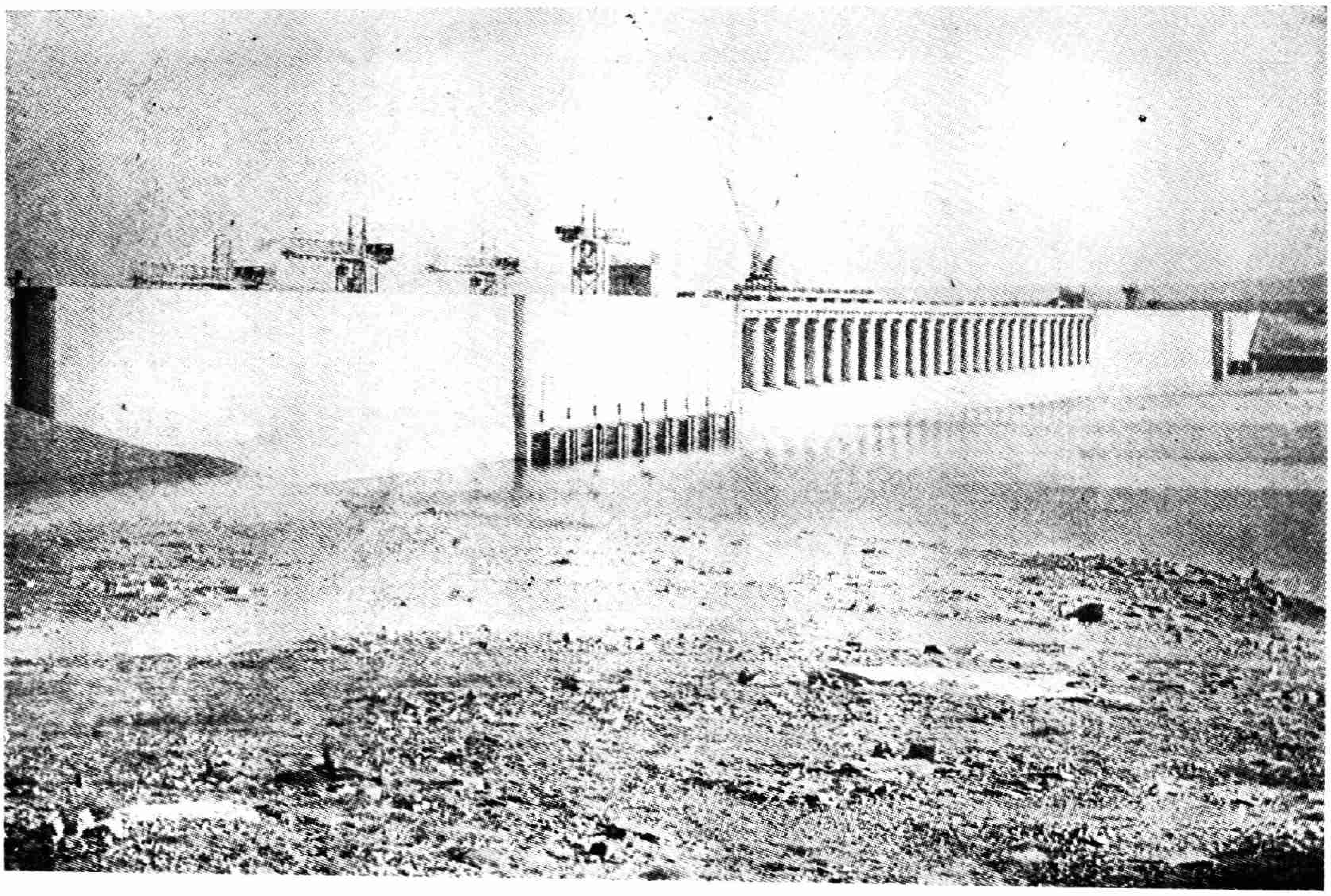
* ఇది ఎయిర్ ఎన్‌ట్రెయినింగ్ ఏజంటు.

నాగార్జున సాగరు డాము - ఆయకట్టు

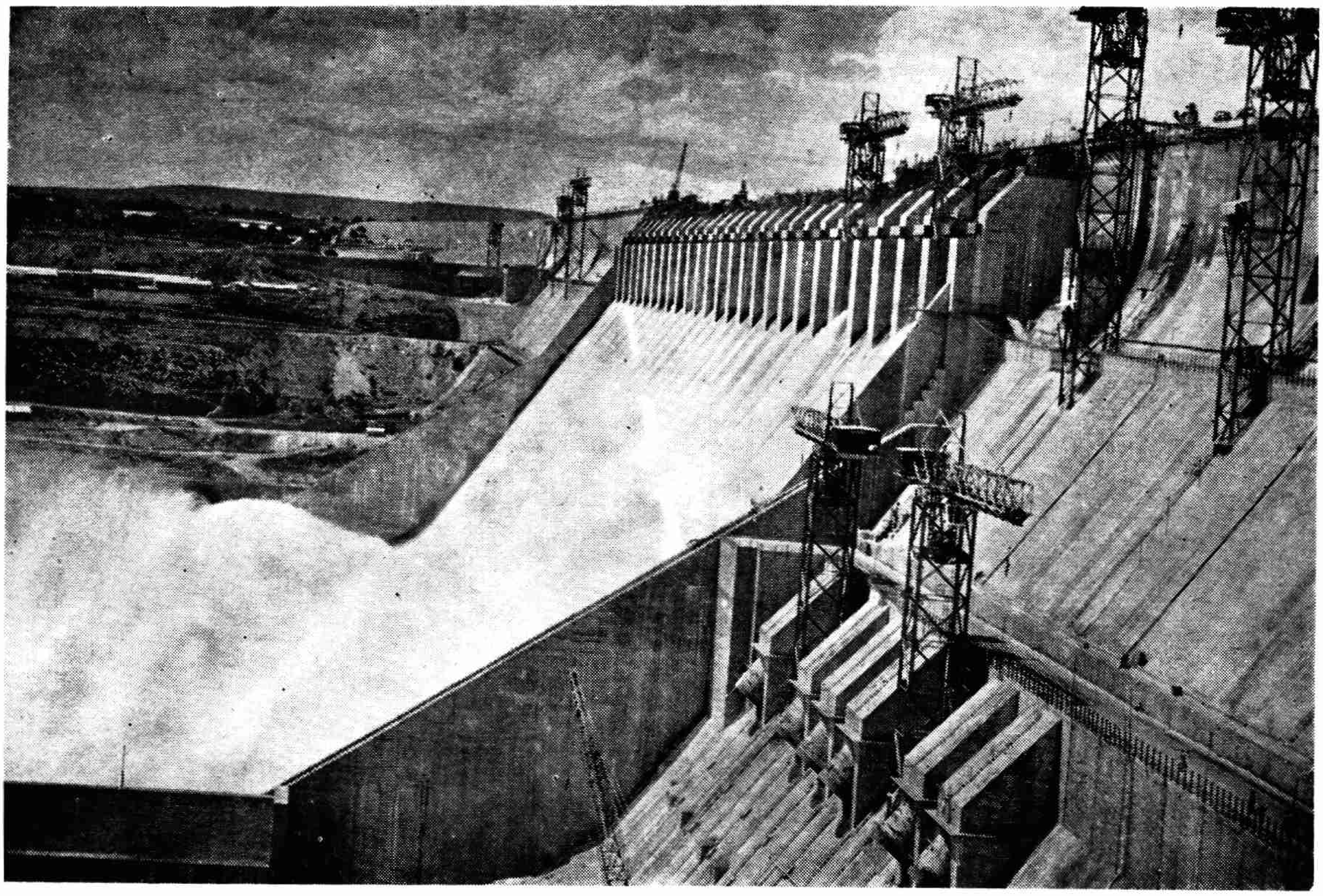


1. నాగార్జున సాగరు డాము ; 2. కుడికాలువ - జవాహరు కాలువ ; 3. ఎడమ కాలువ - లాల్‌బహదూర్ కాలువ.

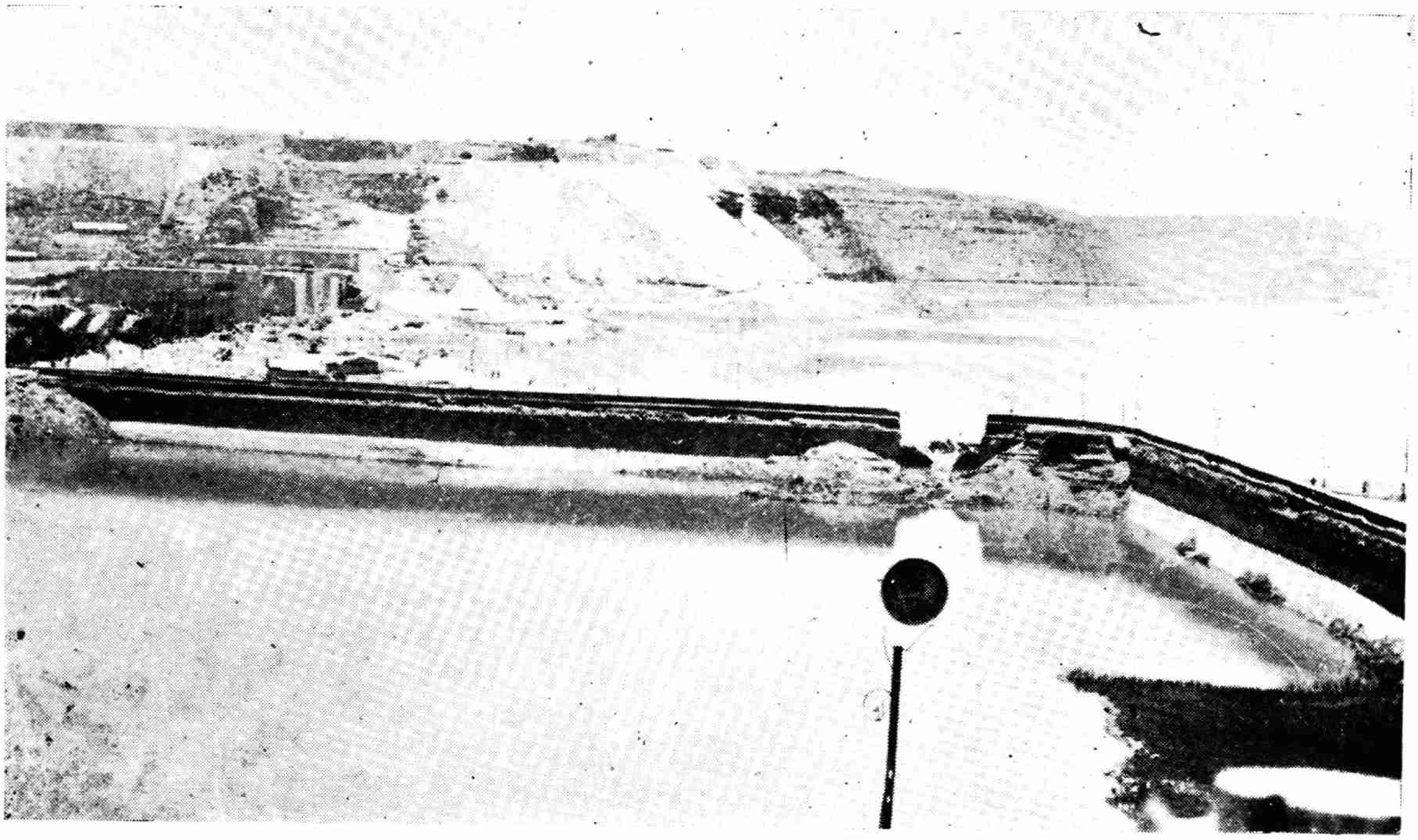
Blank Page



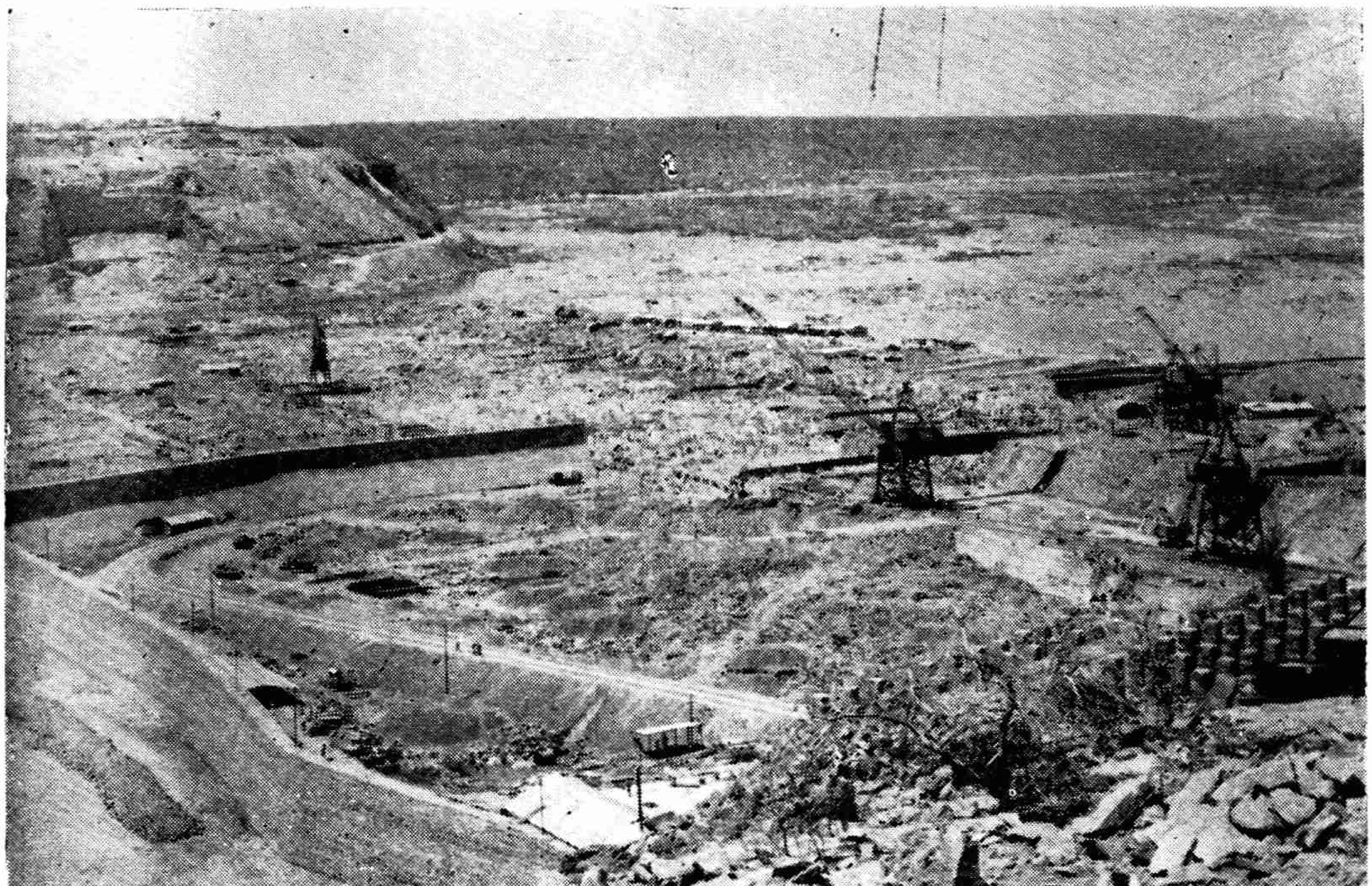
నాగార్జున సాగరు డాము - ఎగువ ప్రవాహపు దృశ్యము, 1967



నాగార్జున సాగరు డాము - దిగువ ప్రవాహపు దృశ్యము, 1967



కాఫర్ డాము, నాగార్జున సాగరు

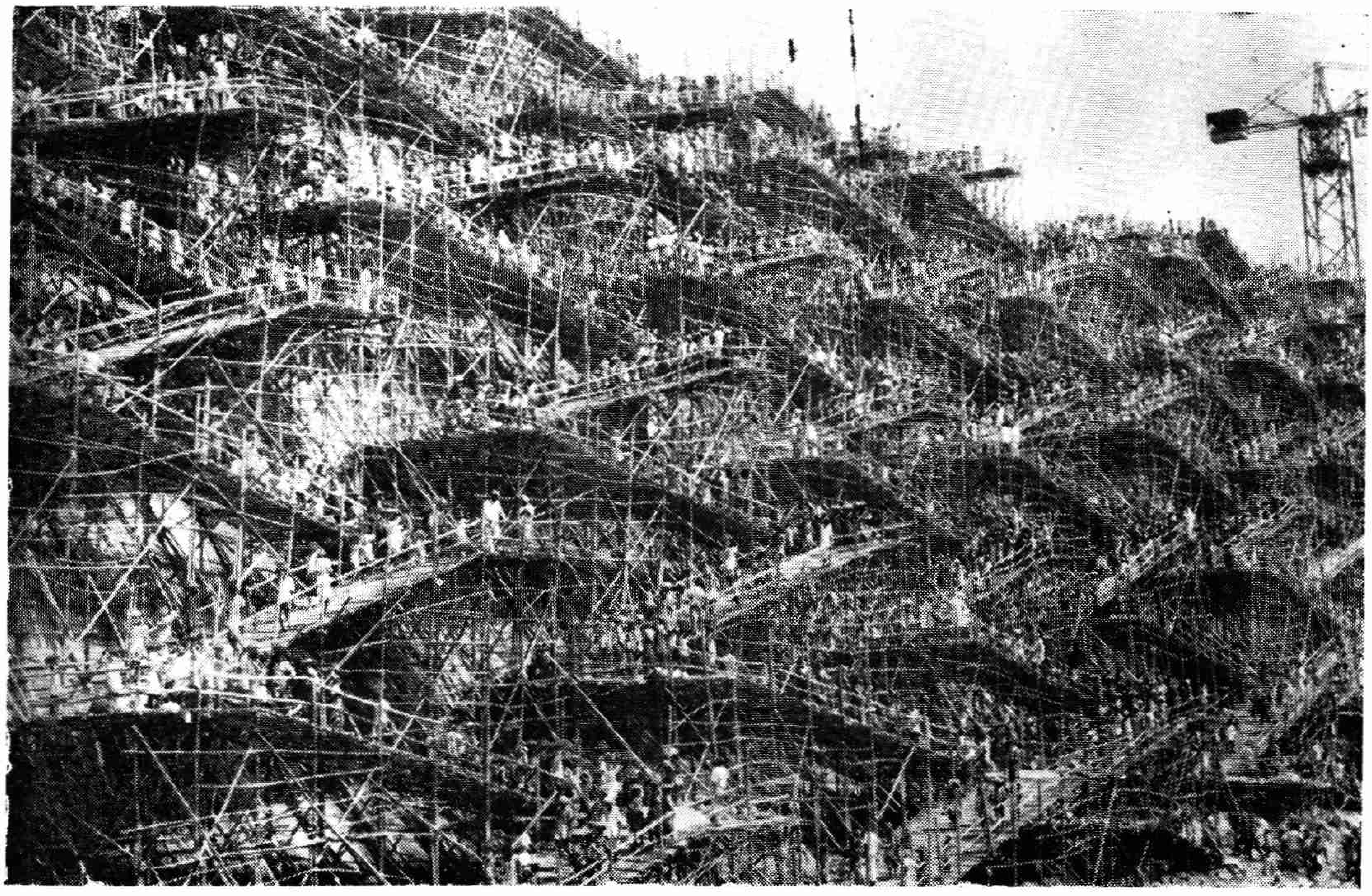


కాఫర్ డాము మరొక దృశ్యము, నాగార్జునసాగరు

నాగార్జునసాగరు డాము నిర్మాణదశలో గండశిలలను మోయుట (1961)

నాగార్జునసాగరు డాము నిర్మాణదశలు

నాగార్జునసాగరు డాము నిర్మాణదశ - ఒక దృశ్యము (1961)



నాగార్జునసాగరు డాము నిర్మాణము - పరంజాలు, జనసమ్మర్దము

పొలములో పంట బోదెలు అమరి ఉండునట్లు ఉండును. సాధారణముగా కాంక్రీటునుగాని, మోర్టారును గాని ఈ విధముగ ఛూట్‌ల ద్వారా నేరుగా నిర్మాణస్థలమునకు కొనిపోబడును. అయితే, ఒక్కొక్కసారి అట్లుగాక ప్రత్యేక ప్లాట్‌ఫారమ్ మీదికి ఆ కాంక్రీటును గాని, మోర్టారును గాని సేకరించి, తదుపరి కూలీల ద్వారా దాని నిర్మాణ స్థలమునకు కొనిపోబడుచుండెడిది. స్పిల్ వే ఎత్తు పెరుగుగొలది కన్వేయరులను బిగించిన ట్రెసిల్‌లు కాంక్రీటులోనికి కూరుకొనిపోవును. అట్లు కూరుకొని పోవుచున్న ట్రెసిల్‌లకు మరల ఉక్కు స్తంభములు బిగించి, ఆ పైన కన్వేయరులను అమర్తురు. ఒక్కొక్క బెల్ట్ గంటకు 67.97 ఘ. మీ. (2,400 ఘ. అ.) మోర్టారును, కాంక్రీటును అందించుచుండును. అయితే, అనుభవమున ఒక్కొక్కప్పుడు నింపుట ఆలస్యమై పని దెబ్బతినుట కద్దు.

ఇట్లు కొనిపోబడిన నిర్మాణసామగ్రిని అవసరమైన చోటుకు చేరవేయుట కూలీల ద్వారా జరుగును. కూలీలు ఇటు, అటు తిరుగుటకుగాను 9.14 మీ. (30') ఎత్తున, 1.82 మీ. (6') వెడల్పున ఒక నడవ (కాలిదారి) ఏర్పాటు కలదు. ఈ ఏర్పాటు +178.61 మీ. (+586') ఎత్తున కలదు. ఈ ఎత్తు గరిష్ఠ వరద మట్టముకంటె ఎక్కువయే. స్పిల్ వేకు ఎడమవైపును, కుడివైపును కలుపుచు 470.91 మీ. (1,545') పొడవుగల ఈ నడవ (కాలిదారి) స్పిల్ వే స్తంభముల ఎత్తును పెంచుటకు సౌకర్యవంతముగా ఉన్నది. ఈ నడవ మీదనే గాలి గొట్టములను, నీటిగొట్టములను పోనిచ్చిరి. విద్యుత్తు తీగెలను కొనిపోవు స్తంభములు కూడ ఈ నడవ మీదనే కలవు. ఈ నడవ మార్గమును ఏర్పాటు చేయుటవలన కాలము కలిసివచ్చి పని చురుకుగా సాగినది. వాస్తవమునకు ఈ నడవ మార్గమును సాధించుట ఒక గొప్ప ఇంజనీరింగు ఘనకార్యముగా ప్రశంసించబడినది.

నిర్మాణ ప్రగతి: ఇట్లు ఇంత బ్రహ్మాండమైన నిర్మాణమును సాధించుటకు ఏ పని ఎట్లు చేయవలెనో నిర్ణయించి, ఆ యా పనులకు కార్యరూపమును ఒసగుటకు అధికాధికముగా కండబలమునే ఉపయోగించుటకు ఉద్యుక్తులైరి. ఇదియే ఈ నిర్మాణమునందలి ప్రత్యేక విశిష్టత. 85.34 మీ. (280') ఎత్తున ఉన్న స్పిల్ వేకు నిర్మాణసామగ్రిని కూలీలే అందించిరి. నిను పొర్లని భాగమున మాత్రము క్రేనులను ఉపయోగించిరి. సగటున దినసరి 30 వేల మంది అనేకములైన చిన్న-పెద్ద పనులలో నిమగ్నులై పని చేసిరి. శీఘ్రముగా పని ముగించుటకు, చేసిన పని దక్షతతో నిర్వహించుటకు కండబలమునకు తోడు - అవసరమైన చోట్ల తప్ప - యంత్రముల ఉపయోగము కనిష్ఠస్థాయికి తగ్గించిరి. ఎంత ఎత్తుకు వెళ్లుచున్నది పట్టించుకొనకుండ ఆడ, మగ కూలీలు సరదాగా సేదదీరుటకు పాటలు పాడుకుంటూ పనిని సాగించిరి. జవాలీలు అనబడు నలుగురు కూలీలు కలిసి బరువైన గండశిలను కర్రల సహాయముతో భుజముల మీద పెట్టుకొని సునాయాసముగా కొనిపోవు దృశ్యము చూచుటకు చక్కగా ఉండెను. వేలకొద్ది కూలీలు గండశిలను, మోర్టారును ఏటవాలుగా కట్టిన పరంజాలపై చేరవేయుచున్న దృశ్యము తేనెపట్టు దృశ్యము వలె కానవచ్చినది. మాట వరుసకు 1935, డిసెంబరు 21వ తేదీన ఒక రోజున 7,240 ఘ. మీ (2,55,700 ఘ. అ.) పనిని సాధించిరి. ఇంత పెద్ద రాశిలో పనిని సాధించుట మేసనరీ డాము నిర్మాణ చరిత్రలో ఇంతవరకు ఎక్కడా కానరాదు. క్రెస్ట్ గేట్ల నిర్మాణము తప్ప డాము నిర్మాణము పూర్తి అయినదని చెప్పవచ్చును. (1969) 4.05 లక్షల హెక్టేరుల (10 లక్షల ఎకరముల) నేలను తడుపుటకు కాలువ వ్యవస్థ సిద్ధపరుపబడినది. మొదటి దశలో 8 094 లక్షల హెక్టేరుల (20 లక్షల ఎకరముల)కు పంట నీరు అందించుటకు రూ. 165 కోట్ల అంచనాలో ఇప్పటికి (1970') రూ. 150 కోట్లు ఖర్చయినవి.

డాము వలన లాభములు: నాగార్జున సాగరు డాము నిర్మాణము వలన డాముకు ఇరువైపులా ఉన్న కుడి కాలువ, ఎడమ కాలువల క్రింద ప్రథమదశలో 8.9 లక్షల హెక్టేరుల (22 లక్షల ఎకరముల) భూమికి పంట నీరు అందును. ఇందు కుడివైపు గుంటూరు జిల్లాకును, ఎడమవైపున నల్గొండ, ఖమ్మం, కృష్ణాజిల్లాలకును పంట నీరు అందును. దీనిఫలితముగా ఈ ప్రాంతములలో సేద్యోత్పత్తి ఏడాదికి రూ. 78 కోట్లకు పెరుగును. ఇందు నాగార్జున సాగరు డాము ఫలితముగా ఏడాదికి నికర లాభము 40 కోట్ల రూపాయలు.

విద్యుత్తు ఉత్పత్తి: నాగార్జున సాగరుడాము బహుళార్థ సాధకమైనది. దీనివలన కృష్ణానదికి తరుచుగా వచ్చు వరదలను అరికట్టి అరిష్టములు నివారింపబడుటయే గాక, 14.16 లక్షల హెక్టేరుల (35 లక్షల ఎకరముల)కు అంతిమదశలో నీరు అందుటతోబాటు విద్యుత్తు ఉత్పత్తికి కూడ అనువైనది. అందుచేత ముందు ముందు విద్యుత్తును సాధించుటకు అనువైన ఏర్పాట్లు డాము నిర్మాణమునందే సమకూర్చిరి. 4.8 మీ. వ్యాసము గల పెన్‌స్టాక్ గొట్టములు ఎనిమిదింటిని డామునందు అమర్చిరి. ఒక్కొక్కటి 50 మెగావాట్ల ఉత్పత్తి సామర్థ్యముగల

రివర్స్‌బుల్ పంపు టర్బయినులను పనిచేయించుటకు ఎనిమిది పెన్‌స్టాక్ ల రూపు రేఖలను తీర్చిదిద్దిరి. నీటి ఎద్దడి సమయములను తట్టుకొనుటకు వీలుగా నీటిని పైకి తోడుటకు 'పంప్డు స్టొరేజ్‌స్కీమ్' అను పథకమును ముందు ముందు అమలుపరచుటకు సిద్ధపరచిరి. నాగార్జున సాగరు డాము స్థలమునకు 2,112 మీ. (6,930′) దిగువన కృష్ణానదిపై ఒక ఎత్తు తక్కువ అలుగు (వెయిర్)ను, కొలనును ఒక దానిని ముందు ముందు నిర్మింతురు [చూ. జలవిద్యుత్తు కేంద్రములు - పు. 853].

భవిష్యత్తు కార్య క్రమము: పార్లమెంటు ప్రకటన పూర్వకముగా 1963లో ప్రణాళికలో కొన్ని భాగములను తగ్గించ వలసి వచ్చినది. జల వినియోగము 7.476 శ. కో. ఘ. మీ. (264 శ. కో. ఘ. అ.) కు నియంత్రించ బడినది. ఈ జల వినియోగ విషయము ముందు ముందు పరిశీలనలు జరిపి పునరాలోచించుదురు. అందుచేత, నిర్మాణ కార్యక్రమము మొదటి దశ పూర్తిచేయుటతో ముగియును. నిర్ణయ సమితి (ట్రిబ్యునల్) సిఫార్సులను బట్టి రెండవ దశ డాము నిర్మాణమును చేపట్టుదురు. మొదటిదశలో కుడికాలువ క్రింద ఉన్న నెల్లూరు జిల్లాకు పంట నీరు అందదు. కృష్ణానదికి ఎగువన ఉన్న రాష్ట్రముల వారు నదీజలముల వినియోగ విషయమై నీటి తగువును ఒక దానిని తీసికొని వచ్చుటచే నదీజలముల సద్వినియోగ సమన్వ నిర్ణయ సమితికి అప్పజెప్పిరి. ఈ వివాదములు 1960లో రేకెత్తక ముందే నాగార్జున సాగరు ప్రణాళికను చేపట్టుటచే జాతీయావసరములను దృష్టిలో ఉంచుకొని అనుకున్నట్లు పూర్తిగా రెండవదశను కూడ ముగించుటకు అడ్డము లేవీ ఉండబోవని ఆశించవచ్చును.

నాగార్జున సాగరు డాము నిర్మాణము ఆంధ్రప్రదేశ్ కే కాక భారత జాతికి ఒక ప్రతినిధి వంటిది. స్వదేశీ దినుసులను ఉపయోగించి, స్వదేశీ ఇంజనీరులు తమ బుద్ధిబలమును ఉపయోగించి మానవాళి శ్రేయస్సుకు సిద్ధపరచిన బ్రహ్మాండమైన కట్టడము నాగార్జున సాగరు డాము. గోపాలరావు.

నాగార్జున సాగరు డాము కాలువ వ్యవస్థ: ప్రపంచమునగల కాలువ వ్యవస్థలలో నాగార్జున సాగరు కాలువ వ్యవస్థ బ్రహ్మాండమైనదిగా పేర్కొనవచ్చును. ఇందు డాముకు ఇరువైపులనుండి బయలు వెడలు రెండు పెద్ద పంట కాలువలు కలవు. డాముకు కుడిప్రక్క నుండి కుడి కాలువ బయలుదేరును; దీని హెడ్ డిస్చార్జి 595 క్యూమెక్కులు (21,000 క్యూసెక్కులు). ఇంత పెద్ద పంట కాలువ ప్రపంచమున మరెచ్చటను లేదు. ఇక ఎడమ కాలువ రిజర్వాయరు కుడిప్రక్కన ముందు భాగము నుండి బయలుదేరి సుంకేశులలోయ ద్వారా పారును. ఈ ఎడమ కాలువ హెడ్‌డిస్చార్జి 425 క్యూమెక్కులు (15,000 క్యూసెక్కులు).

అధిక ఆహారోత్పత్తి వలన దేశమునకు కలుగు ప్రయోజనము దృష్టిలో పెట్టుకొని కాలువల నిర్మాణము కూడ డాము నిర్మాణముతో సాగించవలసి వచ్చినది. నాగార్జున సాగరు డాము, కాలువల నిర్మాణము అత్యంత బ్రహ్మాండమైనది. ఇంత పెద్ద ప్రణాళికను నిర్వహించ వలెనన్న, అధికరాశులలో ద్రవ్యాధారములు, సాంకేతిక శిక్షణ పొందిన అంగబలము, నిర్మాణసామగ్రి మున్నగు వాటిని సమకూర్చవలసి ఉన్నది. పైగా, అత్యధిక ప్రాంతమునకు పంటనీటిని సవ్యముగా అందించుటకు చాలాకాలము పట్టుటయేగాక, ప్రభుత్వకోశాగారమునకు శిస్తు చేరుటకు కూడ చాలకాలము పట్టును. అందుచేత, ఈ డాము కాలువల వ్యవస్థ నిర్మాణమును ఒకేసారి సిద్ధ పరచుటకు పూనుకొనిరి. ఇట్లు చేయుటలో డాము నిర్మాణము పూర్తి అగుసరికి ప్రయోజనము సమకూరుటకు వీలగునట్లుగా ఆయా నిర్మాణ దశలను సమన్వయ పరచిరి.

అంతిమదశలో కుడి కాలువ నిడివి 394 కి మీ. (245 మైళ్ళు). అయితే, ఈ కుడి కాలువ 4.75 లక్షల హెక్టేరుల (11.75 లక్షల ఎకరముల) నేలకు పంట నీటిని అందించుచు, 203 కి.మీ. (126 మైళ్లు) పొడవుకు పరిమితమగునట్లుగా మొదటి దశయందు ఉద్దేశింపబడినది. ఈ దశయందు శీర్షమువద్ద పూర్తి సరఫరాలోతు 3.6 మీ. (11.8′) ఉండి, 311 క్యూమెక్కులు (11,000 క్యూసెక్కులు) నీరు పారు చుండును. అయితే, ముందు ముందు కాలువకు ప్రక్క భాగములకు కాంక్రీటు అస్తరు (లైనింగు) వేసినప్పుడు ఈ కుడికాలువయందు 595 క్యూమెక్కులు (21,000 క్యూసెక్కులు) నీరు పారుచుండును. కుడికాలువ నిర్మాణమునందు 83.8 లక్షల ఘ. మీ. (29.60 కోట్ల ఘ అ.) మన్ను త్రవ్వకపు పని ఇమిడి ఉన్నది. ఈకాలువ ప్రారంభమున కొండలు అడ్డము వచ్చినపుడు వాటిని తొలిచి 8.23మీ(27′) వ్యాసము గలిగి, 1,260 మీ. (4,135′) నిడివిగల సొరంగము గుండా కాలువను తీసికొని పోవలసివచ్చినది. చంద్రవంక, నాగులేరు, గుండ్లకమ్మ మున్నగు నదులను, పరులను దాటుటకు పది పెద్ద తరహా అక్విడెక్టులను, ఎనిమిది సూపర్ పాసేజ్‌లను, 76 దిగువ సొరంగములను నిర్మించిరి. కుడికాలువ గుంటూరు, ఒంగోలు, కర్నూలు(?), నెల్లూరు. జిల్లాలగుండా పారి సోమశిలవద్ద ఎగువ భాగమున పెన్నారునదిలో కలియును. ఈ కుడికాలువ వ్యవస్థయందు గల పెద్ద కాలువలను, పిల్ల

కాలువలను, పంటకాలువలను వరుసగా ఒకదాని ప్రక్కన ఒకటి ఉంచినచో 40,230 కి. మీ (25,000 మైళ్ళు) కలిగి, భూమండలమును చుట్టివచ్చినంత బ్రహ్మాండమైనదిగా ఉండును.

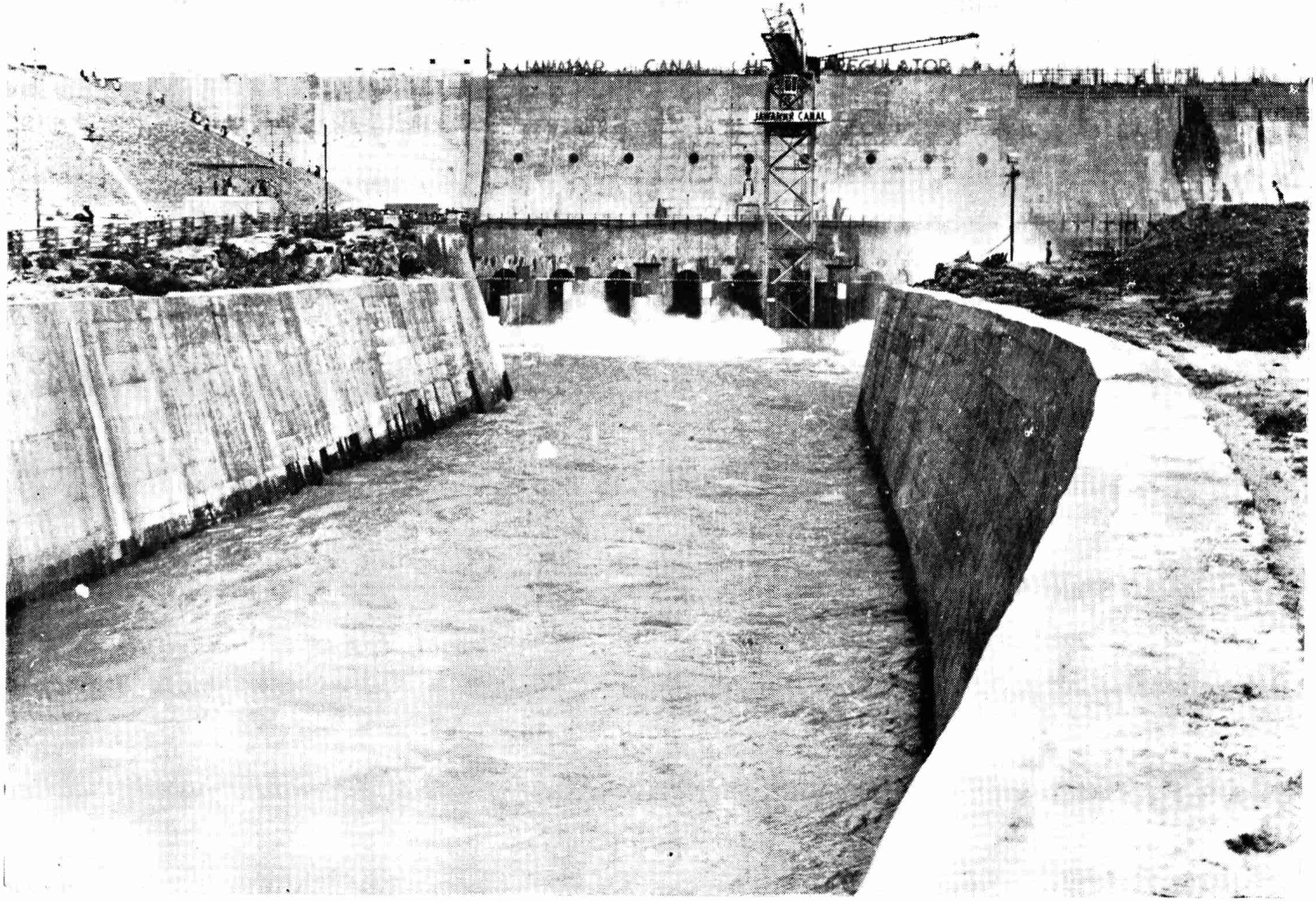
ఎడమకాలువ డాము ముందుభాగమునుండి వెడలు 2,290 మీ. (7,513′) నిర్గమన మార్గము(లీడింగ్ ఛానల్) గుండా బయలుదేరి 9.75 మీ. (32′) వ్యాసముగల గుర్రపు నాడా ఆకారము గల సొరంగము గుండా ప్రవహించును. ఇది తెలంగాణాగుండా పారి అంతిమదశలో పశ్చిమ గోదావరి జిల్లాలోని తమ్మిలేరు వరకు ప్రవహించి, 3.56 లక్షల హెక్టేరుల (8.8 లక్షల ఎకరముల) నేలకు పంటనీటిని అందించును. అంతియేగాక, తెలంగాణా ప్రాంతములో 49 వేల హెక్టేరుల (1.2లక్షల ఎకరముల) నేలకు రెండవ పంట పండుటకు నీటిని అందించును. దీని హెడ్ డిస్చార్జి 311 క్యూమెక్కులు (11,000 క్యూసెక్కులు) ఉండును. శీర్షము వద్ద దీని పూర్తి సరఫరా లోతు 6.13 మీ. (20.1′). ముందు ముందు ఈ ఎడమకాలువ ప్రక్కలకు కాంక్రీటు అస్తరు(లైనింగు)వేసినపుడు 425 క్యూమెక్కుల (15,000 క్యూసెక్కుల) నీరు ప్రవహించు సామర్థ్యము కలిగినదై ఉండును. హాలియా, చిన్నపాలేరు, మూసి, మున్నేరు, పాలేరు వంటి అనేక నదులను, ఏరులను అచ్చటచ్చట దాటుచుండును. ఎడమ కాలువ నిర్మాణమున 13 పెద్ద తరహా అక్విడెక్టులు, 3 సూపరు పాసేజ్‌లు, 82 చిన్న తరహా మురుగు కాలువ నిర్మాణములు, 42 రోడ్డు వంతెనలు ఇమిడి ఉన్నవి.

జవాహర్ కాలువ (కుడికాలువ): డాము నిర్మాణమునకు 1955లో శంకు స్థాపన చేసిన నాటి భారత ప్రధాని జవాహర్‌లాల్ నెహ్రూ పేరిట స్మారక చిహ్నముగా కుడికాలువకు 'జవాహర్ కాలువ' అని పేరిడిరి. ఇది డామునుండి బయలుదేరి మిట్టలను త్రవ్వగా ఏర్పడిన కాలువగుండా 3.22 కి. మీ (2 మైళ్లు) ప్రవహించి పసువేముల కొండ గుట్టలను జంట సొరంగముల ద్వారా దాటును. ఈ సొరంగములు గుర్రపు నాడా ఆకారములో ఉండి లోపలి వ్యాసము 8.23 మీ.(27′) కలిగి, 1,260 మీ (4,135′) పొడవు ఉండును. మొదటి దశలో ఈ రెండు సొరంగములలో మొదటిది మాత్రమే నిర్మించబడినది. సొరంగమునుండి కాలువ బయట పడి మరొక 3.22 కి. మీ (2 మైళ్ళు) మిట్టలను త్రవ్వగా ఏర్పడిన కాలువగుండా ప్రవహించి పల్లపు నేలను చేరును. ఇక్కడినుండి సేద్యయోగ్యమగు భూమికి పంటనీటిని అందించుట ప్రారంభించును. ఈ జవాహర్ కాలువ 27.4-33.8 కి. మీ. (17-21 మైళ్లు) మధ్య బుగ్గవాగు లోయను దాటును. ఈ ప్రాంతము పొరలు పొరలుగా, కొండలు – మిట్టలు గలిగి ఉండును. పైగా నేల బ్రద్దలై ఉండును. ఈ కొండలు - మిట్టలందు నాపరాళ్లు, కార్ట్‌జైట్ రాళ్లు ఎక్కువగా కలవు. ఇట్లు ఈ కాలువ 54.7 కి.మీ. (34 మైళ్లు) చేరుసరికి నాగులేరు అను మరొక పెద్ద ప్రవాహమును దాటవలసి వచ్చినది. నాగులేరు ఆరగాణి 251 చ. కి. మీ. (97 చ. మై.). జవాహర్ కాలువ నాగులేరును దాటుటకు గాను 11 అంగలు గల ఒక అక్విడెక్టును కట్టిరి. దీని అంగకు అంగకు మధ్య దూరము 6.1 (20′). నాగులేరు అక్విడెక్టు రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటుతో నిర్మితమైనది. ఇట్లు జవాహర్ కాలువ నాగులేరు అక్విడెక్టు ద్వారా బయటపడి, 177 కి. మీ. (110 మైళ్ళు) చేరుసరికి గుండ్లకమ్మ అడ్డము వచ్చును. 5,180. చ. కి. మీ. (2,000 చ. మైళ్ళు) ఆరగాణి నుండి నీటిని గ్రహించి సంగమ ప్రదేశమునకు అందించు ఈ గుండ్లకమ్మపై 18 అంగలు గల ఒక అక్విడెక్టును కట్టిరి దీని అంగకు అంగకు మధ్య దూరము 9.75. మీ. (32′). ఇట్లు గుండ్లకమ్మను దాటిన జవాహర్ కాలువ కురిచేడు కొండలను ఒక చుట్టు చుట్టి ఆ తరువాత మూసి, పాలేరు, మున్నేరు, బుగ్గేరు నదులను ఒకదాని వెనుక ఒకటి క్రమముగా దాటి, చివరకు నెల్లూరు జిల్లాలోని పెన్నారు నదిలో పడును.

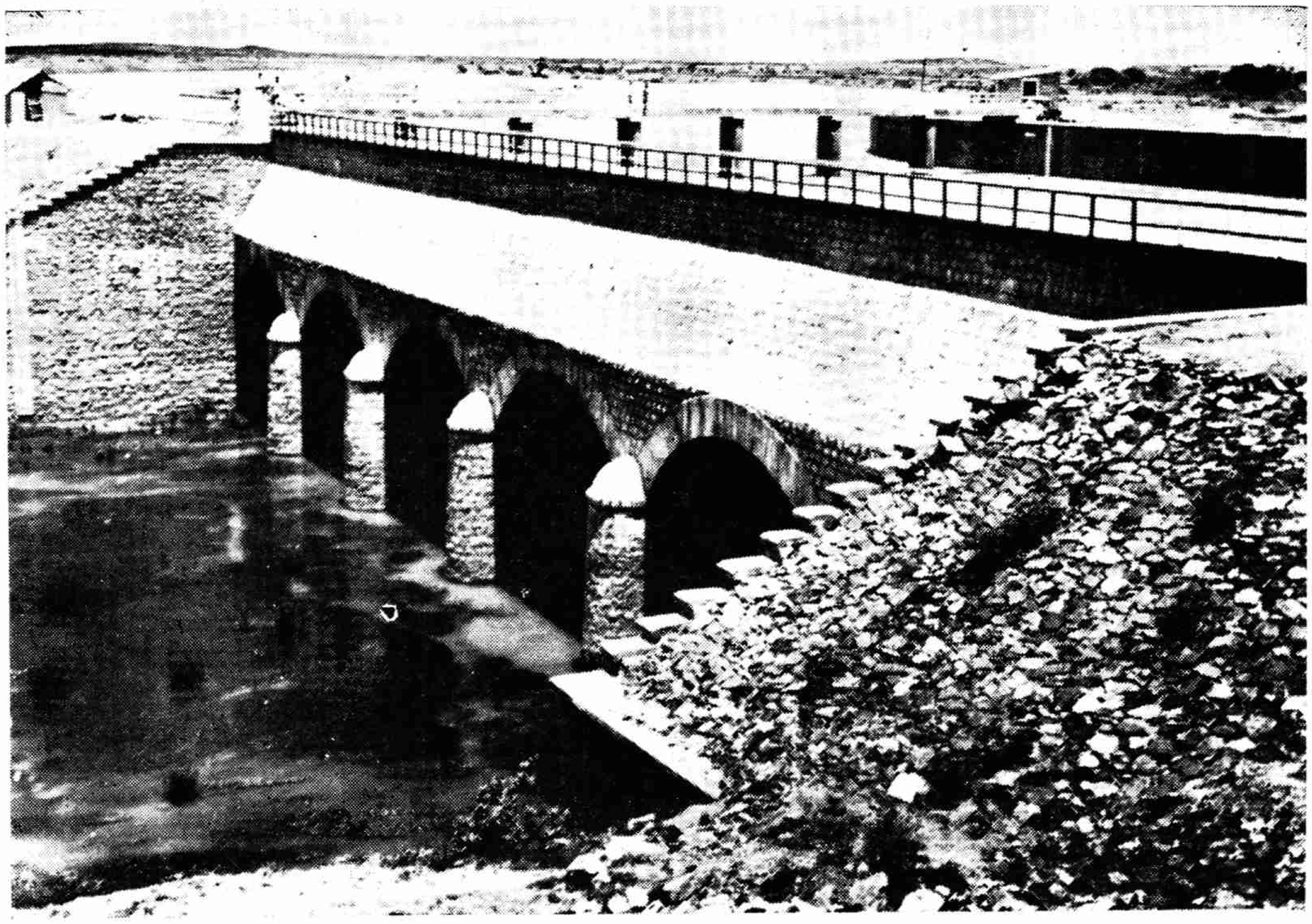
బుగ్గవాగు మట్టి డాము: జవాహర్ కాలువ వెంబడి కట్టిన మరొక ముఖ్యమైన నిర్మాణము బుగ్గవాగు మట్టి డాము. కుడికాలువకు 27.4-33.8.కి. మీ. (17–21 మైళ్ళు) మధ్య బుగ్గవాగులోయ అడ్డము వచ్చును. దీని ఆరగాణి 83 చ. కి. మీ (32. చ. మైళ్ళు). ఈ ప్రాంతమున వరదలు ముమ్మరముగా ఉన్నప్పుడు 425 క్యూమెక్కులు (15,000 క్యూసెక్కులు) వరద నీరు ఈ వాగులో పడునని విజ్ఞులు గణించిరి. ఈ ప్రాంతమున నేల పసిలేక కొండలు-లోయలు కలదిగా ఉన్నది. గండశిలలు, మిట్టలు పొరలు పొరలుగా పడి ఉండును. ఇచటి నేల భౌతిక స్వరూపమును బట్టి సమస్యను పరిష్కరించుటకు ఒక లెవల్ క్రాసింగ్‌ను కట్టవలసి వచ్చినది. దీని ఫలితమే నీటిని నిల్వ చేయదగు ఒక రిజర్వాయరు నిర్మాణము. ఈ రిజర్వాయరుయందు 9.58 కోట్ల ఘ. మీ. (338.4 కోట్ల ఘ. అ.) నీటిని నిల్వ ఉంచ వీలగును. అందుచేత, ఈ రిజర్వాయరు ప్రవాహ మట్టముల తూకమునకు సరిపోయినది. ఎగుడు దిగుడు కొండమిట్టల ప్రాంతమైన ఈ ప్రదేశమున ఇరువైపులా ఒడ్డులు నిర్మించి, కాలువలను

నిర్మించుట కంటే రిజర్వాయరు నిర్మించుటయే సాంకేతికముగా సమంజసమని ఇంజనీరులు భావించిరి. ఈ రిజర్వాయరు ఏర్పడుటకు నిర్మించిన మట్టి డాము పొడవు 2,576 మీ. (8,450'). నది మట్టము పైన గరిష్ఠ ఎత్తు 32 మీ. (105'). పునాది సామగ్రి పైన రాళ్ళతో మిశ్రితమైన బంకమన్ను. ఇచ్చటి నేలను మన్ను పరీక్షలకు గురిచేసినప్పుడు 15.2 మీ. (50') ఎత్తువరకు ఏకరూపమైన ఒడ్డు నిర్మించవచ్చునని తేలినది. అంతకు పై ఎత్తువరకు జోన్డ్ బాంక్ లోని మధ్యభాగ నిర్మాణములకు ఉపయోగపడునని కూడా తేలినది. దీనిని బట్టి నిర్మాణమును సాగించిరి బుగ్గవాగు మట్టి డాము ఎగువన రాళ్ళు-రప్ప వంటి జెల్లిని ఉపయోగించి పునాదిని కట్టిరి. సమీపమున ఉన్న రాతి క్వారీలనుండి రాతిని తీసికొని వచ్చి ప్రవాహమునకు ఎగువ వైపున, ప్రవాహమునకు దిగువవైపున రాతితో పాదభాగమును నిర్మించిరి. మట్టి డామును మామూలు పద్ధతిని పూర్తి చేసిరి. డాము వెంబడి రాతి పొర వరకు గాడిని పోనిచ్చిరి. గ్రౌట్ కర్టెన్‌ను కూడ రాతి వరకు పోనిచ్చిరి. బుగ్గవాగు క్రింద అంతకు ముందు ఉన్న ఆయకట్టుకు పంట నీటిని అందించుటకు గాను 0.9 మీ. (3') వ్యాసముగల నిర్గమన నాళమును ఉంచిరి. ఈ బుగ్గవాగు మట్టి డామును సిద్ధపరచుటకు 205లక్షల ఘ. మీ. (72.4 కోట్ల ఘ. అ.) మన్నును ఇతర చోట్ల నుండి రవాణా చేయవలసి వచ్చినది. ఇదిగాక, 30.9 లక్షల ఘ. మీ. (10.9 కోట్ల ఘ. అ.) రాయి, సన్నకంకర కూడా ఇతర చోట్లనుండి తేవలసి వచ్చినది. దీనిని ఇతరులకు కాంట్రాక్టుకు ఇవ్వకుండా డిపార్టుమెంటు వారే సొంతముగా పనులు నిర్వహించిరి. ఇందులకై భారీ రాశులలో మన్నును రవాణాచేయు బరువైన యంత్ర సామగ్రిని వాడవలసివచ్చినది.

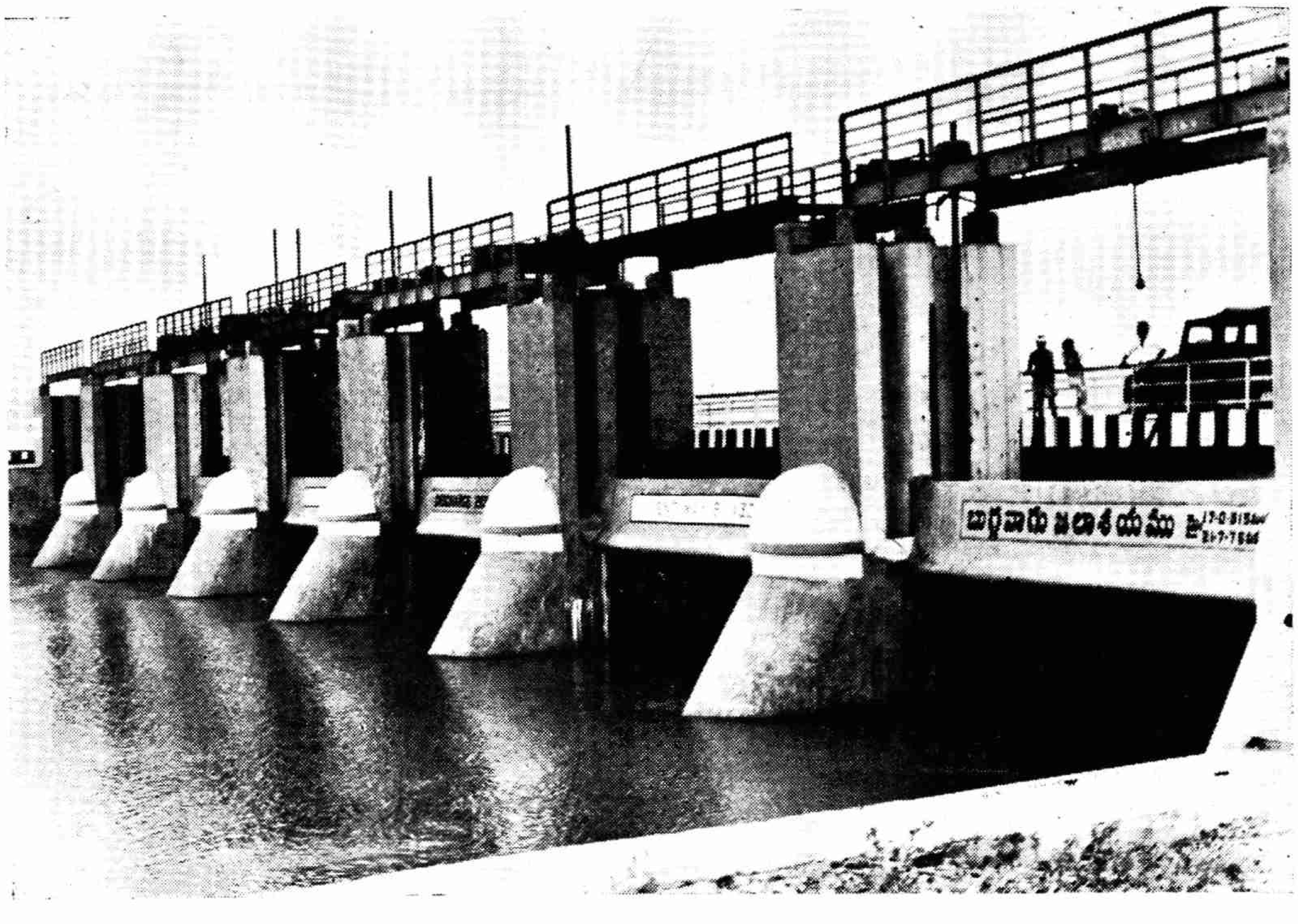
లాల్‌బహదూర్ కాలువ: ఎడమ కాలువకు భారత ప్రధాని లాల్‌బహదూర్ శాస్త్రి స్మారక చిహ్నముగా 'లాల్‌బహదూర్ కాలువ' అని నామకరణము చేసిరి. కుడి కాలువ వలనే ఇదికూడా 149.05 మీ. (+489') మట్టమున మూడు నిర్గమన మార్గములగుండా హెడ్ రెగ్యులేటర్ నుండి బయటపడును. ఈ హెడ్ రెగ్యులేటర్ కొలతలు 3.05 మీ. × 7.62 మీ. (10' × 25'). డాము నిర్మాణస్థలమునకు హెడ్ రెగ్యులేటరు 12.9 కి. మీ. (8 మైళ్ళు) దూరమున కలదు. నాగార్జున సాగరు రిజర్వాయరు ముందుభాగమునుండి నీరు సుంకేశులలోయ గుండా ప్రవహించును. కుడివైపున రాతినింపుడు డాము నిర్మించి, ఎడమ ఒడ్డున లోయకు చేరి ఉన్న కొండను ఆధారముగా లోయకు అడ్డముగా రెగ్యులేటర్‌ను నిర్మించిరి. ఇట్లు బయటపడిన ఎడమ కాలువ చీమకుర్తి నిట్టవు కొండను కోసికొని గుర్రపునాడా ఆకారపు సొరంగముగుండా ప్రవేశించును. ఈ సొరంగము 9.75 మీ. (32') వ్యాసముగలిగి, 2,276 మీ. (7,465') పొడవు కలిగి ఉన్నది. ఆ తరువాత ఆ సొరంగమునుండి బయటపడిన కాలువ మరొక లోతైన ప్రదేశముగుండా పారును. 8 వ కి. మీ. (5 మైళ్లు) చేరుసరికి కాలువ పల్లపు ప్రదేశమును ప్రవేశించును. అచ్చటి స్థలనిమ్నోన్నతలను బట్టి కాలువ నిర్మింపబడినది. ఆ తరువాత అది అనేకమైన నదులను, వాగులను దాటవలసి వచ్చినది. 19.3 కి. మీ. (12 మైళ్ళు) చేరుసరికి లాల్‌బహదూర్ కాలువ హాల్యానదిని దాటవలసి వచ్చినది. ఈ నదికిగల ఆరగాణి 3,108 చ. కి. మీ. (1.200 చ. మైళ్ళు). కాలువ నదిని దాటుటకుగాను రాతిని ఉపయోగించి ఒక పెద్ద అక్విడెక్టును నిర్మించిరి. ఆ తరువాత దేవులపల్లి ఏరును లాల్‌బహదూర్ కాలువ దాటవలసి వచ్చినది; ఇది 43.5 కి. మీ. (27 మైళ్ళు) వద్ద తగులును. దేవులపల్లి ఏరుకు గల ఆరగాణి 435 చ. కి. మీ. (168 చ. మైళ్ళు). లెవల్ క్రాసింగు సహాయమున ఈ నదిని కాలువ దాటును. అంతకుముందు ఉన్న చెరువుగట్లను నాగార్జున సాగరు కాలువ ఒడ్డులకు నిర్ణయించిన ప్రమాణములకు అనువుగా సరిదిద్దిరి. ఆ తరువాత లాల్‌బహదూర్ కాలువకు అడ్డమువచ్చునది చిన్నపాలేరునది. ఇది కాలువ 72.5 కి. మీ. (45 మైళ్ళు) పారిన పిదప తగులును. 611 చ. కి. మీ. (236 చ. మైళ్లు) ఆరగాణి గల చిన్నపాలేరునదిపై బట్రస్సు పద్ధతిని అక్విడెక్టును నిర్మించిరి. ఈ అక్విడెక్టుకు 14 అంగలు గలవు. అంగకు అంగకు మధ్య దూరము 6.1 మీ. (20'). తరువాత కాలువ కొద్దిగా సాగిన పిదప 74 కి. మీ. (46 మైళ్లు) వద్ద మూసీనది అడ్డమువచ్చును. దీని ఆరగాణి 9,510 చ. కి. మీ. (3,672 చ. మైళ్లు). కాలువ దీనిని దాటుటకుగాను మూసీనదిపై 32 ఆర్చిలు గల ఆర్చి పద్ధతిని అక్విడెక్టును నిర్మించిరి. ఆర్చికి ఆర్చికి మధ్యదూరము 9.15 మీ. (30'). దీని సహాయమున మూసీనదిని దాటి లాల్‌బహదూర్ కాలువ 80.5-113 కి. మీ. (50-70 మైళ్ళు) మధ్యన ఉన్న లోతైన ప్రదేశమును దాటుటకు ఒక పెద్ద చుట్టు చుట్టవలసి వచ్చినది. 98.2 కి. మీ. (61 మైలు) వద్ద ఏటవాలుగా ఉన్న ప్రదేశమును దాటును. 115.9 కి. మీ. (72 మైళ్లు) సాగుసరికి కాలువకు హైదరాబాదు-విజయవాడ జాతీయ రహదారి నెం. 9 అడ్డము వచ్చును. ఆ తరువాత 119.1 కి. మీ. (74 మైళ్లు) వద్ద నడిగూడెం



నాగార్జున సాగరు కుడి కాలువ - జవాహరు కాలువ - హెడ్ రెగ్యులేటరు

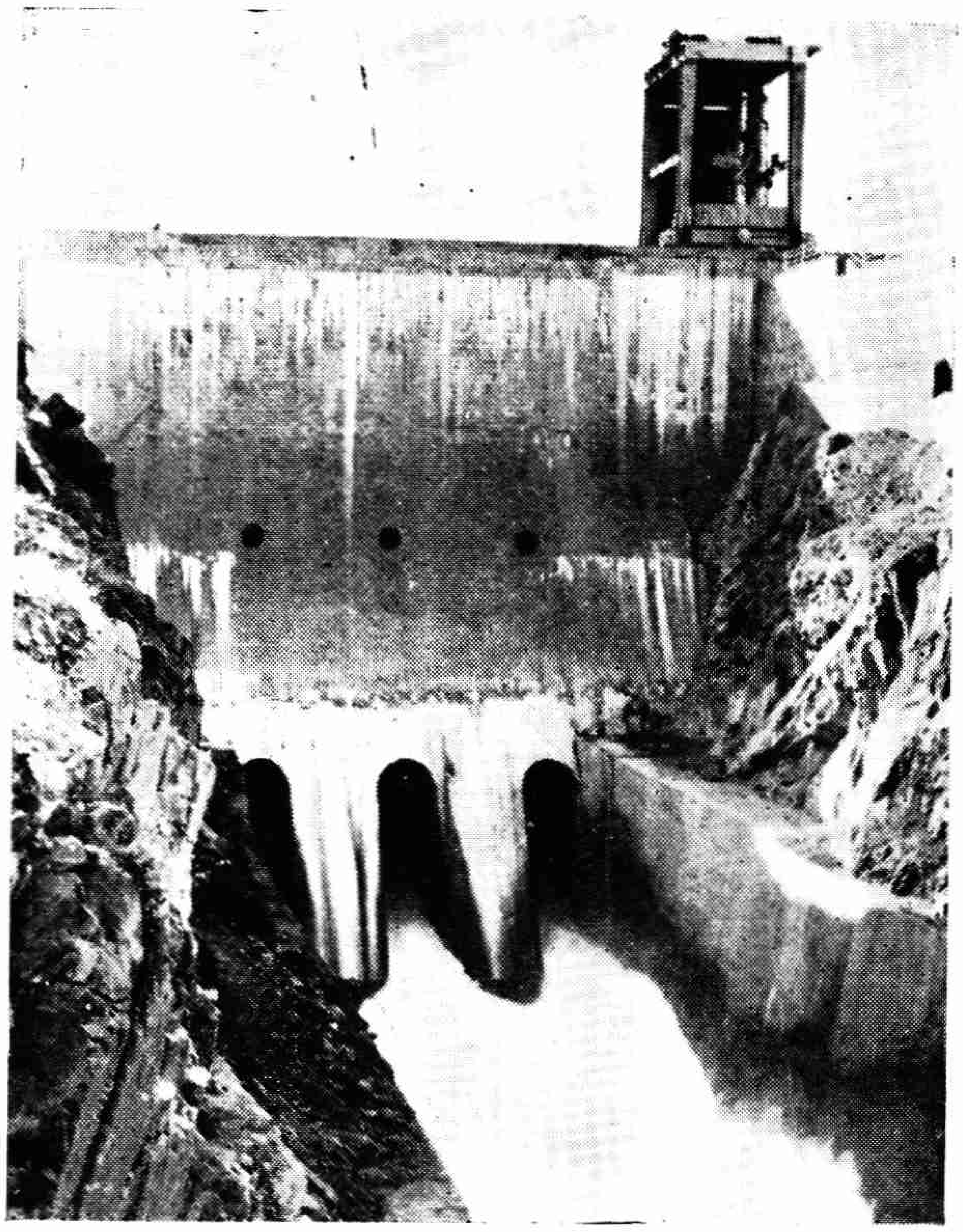


జవాహరు కాలువ 12 వ మైలువద్ద, చంద్రవంక అక్విడక్టు



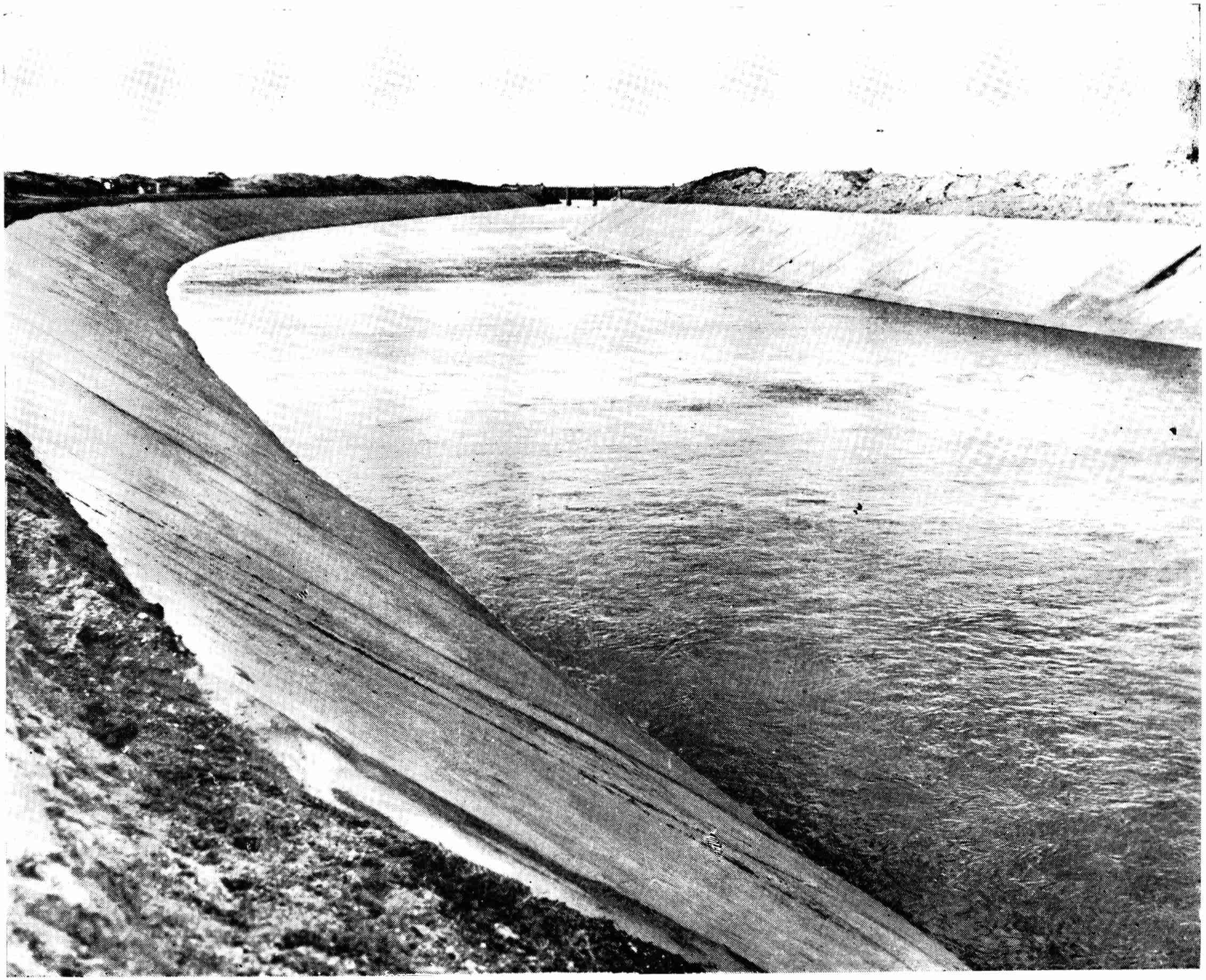
జవాహరు కాలువ 17 వ మైలువద్ద, బుగ్గవాగు జలాశయము

నాగార్జున సాగరు - ఎడమ కాలువ
లాల్ బహాదూర్ కాలువ- హెడ్ రెగ్యులేటరు



*

లాల్ బహదూర్ కాలువ ౩ వ మైలువద్ద లోతు కాలువ దృశ్యము



లాల్ బహాదూర్ కాలువ ౬ వ మైలు వద్ద దృశ్యము

లాల్ బహదూర్ కాలువ 12 వ మైలు వద్ద హాలియానదిపై నిర్మించబడిన అక్విడక్టు

లాల్ బహదూర్ కాలువ 27 వ మైలు వద్ద నిర్మించబడిన దేవులపల్లి రెగ్యులేటర్

నాగార్జునసాగరు డాము - ముఖ్యాంశములు

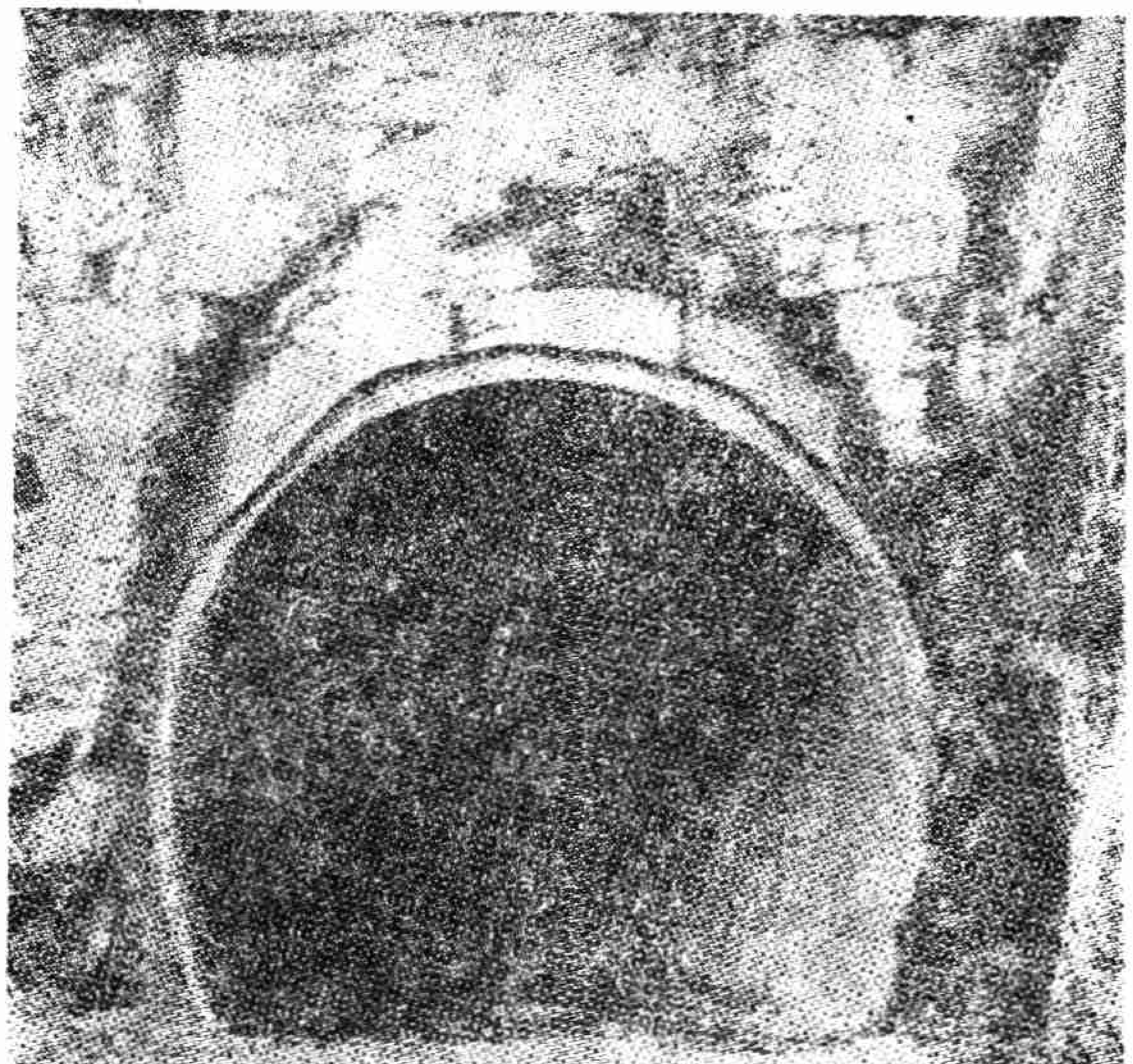
కృష్ణానదీ గరిష్ఠ వరద ప్రవాహము	...	...	10 లక్షల ఘ. మీ.
వెరశి నీటి నిల్వ	...	...	1,15,940 లక్షల ఘ. మీ.
నికరపు నీటి నిల్వ	...	...	68,000 లక్షల ఘ. మీ.
జలమయపు విస్తీర్ణము	...	...	285 కి. మీ.
డాము ఎత్తు గరిష్ఠ	...	...	124·7 మీ. (409′)
డాము పొడవు *	...	...	4·8 కి. మీ.
పీఠము వెడల్పు	...	...	99 మీ. (325′)
శిఖరము వెడల్పు	...	...	9 3 మీ. (30·5′)
విద్యుత్తు ఉత్పత్తి (మున్ముందు)	...	...	4 లక్షల కిలో వాట్లు.
మేసనరీ (కాంక్రీటుతోసహా) రాతి కట్టడము	...	...	53·5 లక్షల ఘ మీ.
మట్టి పని	...	...	23 లక్షల ఘ. మీ.
పట్టిన సిమెంటు రాశి	...	...	10 లక్షల టన్నులు.
కార్మిక బలము దినసరి (పని ముమ్మరముగా ఉన్నపుడు)	...	...	45,000 మంది.
మొదటి దశ డాము నిర్మాణపు ఖర్చు	...	...	రూ. 47·65 కోట్లు.

* ఇందు 1426 మీ. (4756′) మేసనరీ రాతి కట్టడము; తక్కినది మన్నుడాము.

నాగార్జునసాగరు డాము కాలువలు – ముఖ్యాంశములు

వివరములు	జవాహరు కాలువ-కుడి కాలువ		లాల్ బహదూర్ కాలువ-ఎడమ కాలువ	
	తొలి దశ	తుది దశ	తొలి దశ	తుది దశ
కాలువ పొడవు (కి. మీ.)	202·7	394	178·6	350·8
కాలువ అడుగు భాగపు సగటు వెడల్పు (మీ.)	73·4	76·5	28·9	28·9
ప్రవాహపు లోతు (మీ.)	3·54	4·5	5·55	6·63
గరిష్ఠ ప్రవాహము (క్యూ సెక్కులు)	11,000	21,000	11,000	15,000
హెడ్ రెగ్యులేటరు మట్టము (మీ.)	151·7	151·7	151·7	151·7
బ్రాంచి కాలువల నిడివి (కి. మీ.)	5,310	—	8,207	—
పంటకాలువల నిడివి (కి. మీ.)	14,484	—	9,655	—
పెద్ద కాలువ మట్టిపని (ల. ఘ మీ.)	495	—	260	—
సాగుచేయదగు నేల (ల. హెక్టేరులు)	4·67	2·8	3 52	5·8
కృష్ణా డెల్టాలో రెండవ పంట	60,000	60,000	—	—
కార్మిక బలము (దినసరి)	45,000	—	34,000	—
ఖర్చు (కోట్లు)	47·74	—	44·15	—

వద్దను, 127.1 కి. మీ. (79 మైళ్లు) సిరిపురం వద్దను నిట్టపు కొండలను దాటి కాలువ బయటపడును. ఈ ప్రదేశమున కాలువ గరిష్ఠ లోతు 21.3 మి. (70′). తరువాత కాలువ పాలేరు రిజర్వాయరును ప్రవేశించును. ఈ రిజర్వాయరు అడుగు భాగము 129.4 మీ (+424 46′). 1,687 చ. కి. మీ. (651,24 చ. మైళ్ళు,) ఆరగాణి నుండి లభించు నీటిని నిల్వచేయు పాలేరు రిజర్వాయరును చెరపకుండా దానిని సద్వినియోగము చేసికొనుటకు ప్రత్యేకమైన ఏర్పాట్లు చేసిరి దీని ఆయకట్టు 6,070 హెక్టేరులు (15 000 ఎకరములు). దీనికి అనువుగా పాలేరు ఎడమ ఒడ్డుతో సమానమట్టమున 127.06 మీ.(+416 86′) వద్ద లాల్ బహదూర్ కాలువ పారునట్లు చేసిరి. తరువాత 179 కి. మీ. (111 మైళ్లు) వద్ద మున్నేరునదిని అక్విడెక్టు సహాయమున దాటును. ఇది ఖమ్మం సమీపమున ఉన్న కామంచికల్ గ్రామమువద్ద ఆకేరు, మున్నేరు నదుల సంగమమునకు దిగువన కలదు. మున్నేరును దాటిన లాల్ బహదూర్ కాలువ కట్టలేరును దాటిన తరువాత పశ్చిమ గోదావరి జిల్లాలోని తమ్మిలేరుతో పడి అంతమొందును.



నాగార్జున సాగరుడాము కాలువ వ్యవస్థ :
పసువేములడాము

ఆగస్టు. 4, 1967వ తేదీన భారతప్రధాని ఇందిరాగాంధి రెండు పెద్ద కాలువలలోనికి నీటిని వదిలిరి. ఆ శుభ దినమునాడే కుడికాలువకు జవాహార్ కాలువ అనియు, ఎడమ కాలువకు లాల్ బహదూర్ కాలువ అనియు నామకరణము చేసిరి. మొదటి దశలో మొత్తము అనుకున్న 3.64 లక్షల హెక్టేరు (9 లక్షల ఎకరము)లలో [2.78 లక్షల హెక్టేరులు (6.75 లక్షల ఎకరములు) కుడికాలువ క్రిందను, 91 వేల హెక్టేరులు (2.25 లక్షల ఎకరములు) ఎడమ కాలువ క్రిందను] 1939 సంవత్సరాంతమున 2.63 లక్షల హెక్టేరులకు పంటనీటిని అందించ గలిగిరి. [చూ. నాగార్జున సాగరు డాము - I. పు. 476; నాగార్జున సాగరు డాము – II - పు. 480.

గోపాలరావు

నార పరిశ్రమ : చూ. నారలు, కృత్రిమ.

నారలు, కృత్రిమ : చూ. దారములు, కృత్రిమ.

నావ నిర్మాణము : చూ. నౌకా నిర్మాణము - పు. 529.

నికెల్ : కడచిన రెండు శతాబ్దముల నుండి మాత్రమే ప్రత్యేక ధాతు మూల ద్రవ్యముగ నికెల్ గుర్తింపబడినను, నికెల్ అనాదిగా మానవులకు ఉపయోగపడుచున్నది. ప్రాచీన కాలపు కంచు, రాగి పాత్రలలో నికెల్ కూడ కొద్దిగా కలదు. సింధునదీ లోయలోని మొహంజొదారో త్రవ్వకములలో బయల్పడిన కొన్ని కంచు పాత్రలలో రమారమి 9% నికెల్ కలదను విషయము పాఠకులకు ఆసక్తి జనకము కాక పోదు. ఉల్కాపిండములలోని ఇనుముతో నిర్మింపబడిన ప్రాచీన యుద్ధవీరుల కత్తులకు ఆ ఇనుములోని నికెల్ పాలువల్లనే దృఢత్వము, ప్రకాశము కలిగి ఉండవచ్చును. ఆఫ్ఘనిస్తానమునకు ఉత్తరముగ ఉండిన ప్రాచీన బాక్ట్రియా దేశములో క్రీ. పూ. 235 ప్రాంతమున 80% రాగి, 20% నికెల్ కల నాణెములు చలామణీయందు ఉండెనని తెలియుచున్నది. జర్మను సిల్వర్ లేదా నికెల్ సిల్వర్ అనబడు ధాతు మిశ్రము పూర్వ కాలమున చీనాలో 'తెల్ల రాగి' అను పేర వాడుకలో ఉండెననుటకు ఆధారములు కలవు.

ఈ ధాతువును 1751 లో క్రున్ స్టెట్ సాధించెను. కాని, దీని సమగ్ర నిరూపణను కావించినవాడు బెర్గ్యమాన్ (1774). తరువాత దీని అమూల్య గుప్త శక్తులు గుర్తింపబడి, ఆధునిక పరిశ్రమలకు, నాగరకతకు ఎంతో ఆధారములైన వివిధ ధాతు మిశ్రముల తయారీలో నికెల్ అద్వితీయ స్థానమును అందుకొని, ప్రధాన ధాతువులలో ఒకటిగా ప్రశస్తి కాంచినది. ఈ నాడు భారతదేశములో సామాన్యులకు కూడ స్టెయిన్‌లెస్‌స్టీల్ పాత్రలతో పరిచయము కలదు. అయితే, ఆ పాత్రల తయారీలో ఉపయుక్తమగు స్టెయిన్ లెస్ స్టీల్ లో 8% నికెల్ కలదని వారిలో చాల మందికి తెలియక పోవచ్చును.

ఉనికి, వ్యాప్తి : భూమి అంతర నిర్మాణములో రమారమి 6,500 కి. మీ. వ్యాసము కల గర్భము కలదనియు,

అది కొంతవరకు ద్రవస్థితిలో ఉండుననియు ఇప్పుడు సామాన్యముగ అంగీకరింపబడినది. ఈ గర్భము సంఘటన రీత్యా కొన్ని ఇనుప ఉల్కా పిండములను పోలి ఉండు ననియు, ఇనుము-నికెల్ ధాతు మిశ్రమమై ఉన్నదనియు విశ్వసింపబడినది. అయితే, ఇంతవరకు భూ పృష్ఠములో 3 కి. మీ. కన్న ఎక్కువ లోతుకు పోగలిగిన యంత్రము గాని, 7 కి. మీ. పైబడి తొలవగల బర్మా యంత్రము గాని లేకపోవుట వలన ఆ నికెల్ సేకరణ అతీతమనియే చెప్పక తప్పదు. భూ పృష్ఠమున నికెల్ ఖనిజ నిక్షేపములు చెదురు మదురుగ కలవు. ప్రపంచపు నికెల్ అవసరములను చాల వరకు తీర్చగల నిక్షేపములు పసిఫిక్ మహాసముద్రము లోని న్యూకెలెడోనియా ద్వీపములోను, కెనడా, క్యూబా, గ్వాతెమాలా, సోవియట్ రష్యా దేశములలోను కలవు.

ముడి ఖనిజములు : ఆర్థికస్థాయిలో నికెల్‌ను మూడు ప్రధాన ఖనిజ వర్గములనుండి సాధింప వచ్చును: 1. ఆర్సినైడ్‌లు; 2. సిలికేట్‌లు; 3. సల్ఫైడ్‌లు. మొదటి వర్గమునకు చెందిన సాధారణ ఖనిజము నిక్కొలైట్ (కుప్ఫెర్ నికెల్); గార్నియరైట్ అనునది రెండవ వర్గ మున ప్రముఖ ఖనిజము న్యూకెలెడోనియాలో లభిం చును. సల్ఫైడ్‌లలో మూడు ముఖ్య ఖనిజములు కలవు. అవి: 1. పెన్ట్లాన్డైట్ (ఇనుము, నికెల్ ధాతువుల సల్ఫైడ్); 2. చాల్కొపైరిటీస్ (రాగి-ఇనుము-సల్ఫైడ్- ఇందులో నికెల్ మలిన ద్రవ్యముగ ఉండును); 3. పిరో టైట్ (ఐరన్ సల్ఫైడ్—ఇందులో కూడ నికెల్ మలిన ద్రవ్యముగ ఉండును).

సాధన : ముడి ఖనిజమును కరగించుటకు వీలుగా పొడి చేయుట, కరగించుట, ధాతువును శుద్ధిచేయుట అను మూడు మజిలీలలో నికెల్ సాధన జరుగును. క్రింది సంక్షిప్త వర్ణనము కెనడాలోని సల్ఫైడ్ ముడి ఖనిజములకు సంబం ధించినది.

ముడి ఖనిజమును నలగగొట్టి, పొడిచేసి, సల్ఫైడ్ ఖనిజములనుండి ఇతర శిలా ఖనిజములను వేరుపరతురు సల్ఫైడ్ ముడి ఖనిజముల మిశ్రమును ఉత్ ప్లవన (తేల గొట్టు) పద్ధతిని నికెల్, రాగి, ఇనుప ఖనిజములుగా సాంద్రీకరింతురు. ఈ సాంద్రీకృత నికెల్ ఖనిజములను మొదట కాల్చుటవలన, తరువాత రివెర్బరేటరీ కొలిమిలో ఫ్లక్స్‌తో సహా కరగించుటవలన, తదుపరి కన్వర్టర్‌లో ఆక్సీకరించుట వలన వాటినుండి ఇనుము, గంధకము (కొంతవరకు) బయటికిపోయి, చివరకు రాగి, నికెల్, గంధకముల మెట్ మాట్టీగా నిలిచి ఉండును; మాట్టీలో కోబాల్ట్, కొన్ని అమూల్య ధాతువులు కూడ అత్యల్ప రాశులలో చేరి ఉండును. ఈ మాట్టీని జాగ్రత్తగా చల్లార బెట్టుటవలన 1. పరిశుద్ధ నికెల్ సల్ఫైడ్; 2. కాపర్ సల్ఫైడ్; 3. ప్లాటినమ్‌తో కూడిన రాగి - నికెల్ ధాతుమిశ్రము కడ్డీల రూపమున లభించును. ఈ నికెల్ సల్ఫైడ్‌ను ధనధ్రువములుగా పోతపోసి, వాటిని విద్యుత్తు విశ్లేషణ ప్రక్రియకు గురిచేసి శుద్ధిచేయుదురు లేదా గాలిలో మరల కాల్చి, దానిని కణరూపమున ఉండు నికెల్ ఆక్సైడ్‌గా మార్చుదురు. తరువాత ఈ ఆక్సైడ్‌ను రివెర్బ రేటరీ కొలిమిలో నికెల్ ధాతువు క్రింద ఆక్సీహరించి, ధాతువును ధనధ్రువములుగా చేసి, విద్యుత్తు విశ్లేషణ ద్వారా విశుద్ధ ఋణధ్రువ నికెల్‌గా శుభ్రపరతురు.

మాండ్ కర్బొనిల్ పద్ధతి: నికెల్ నిమ్నతాపక్రమము లలో (30 50°) కార్బన్ మోనాక్సైడ్ వాయువుతో సంయోగించి, నికెల్ కార్బొనిల్ [$Ni(CO)_4$] అను బాష్పశీల యౌగికముగా తయారగును. ఇది అధిక తాప క్రమము వద్ద ఘటకముల క్రింద చీలిపోయి, నికెల్ ధాతు వును నిక్షేపించును. ఈ సంఘటనపై ఆధారపడిన మాండ్ కార్బొనిల్ పద్ధతిలో పైన చెప్పిన విధమున లభించిన కణ రూప నికెల్ ఆక్సైడ్‌లను పెద్ద కొలుములలో ఉంచి, దానిపై జలవాయు [చూ.పు. 350] ప్రవాహమును పంపి నికెల్ ఆక్సైడ్‌ను ధాతు చూర్ణముగ ఆక్సీహరింతురు. ఈ చూర్ణమును కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌తో ప్రతిక్రియింపజేసి, తత్ ఫలితముగ వచ్చిన వాయురూప నికెల్ కార్బొనిల్‌ను విసంయోజన గోపురములలో వేడిచేసి, గోపురములలో అమర్చబడిన నికెల్ గుండ్లమీదుగా ప్రసరింపచేయుటవలన కార్బొనిల్ విశ్లేషించి, నికెల్ ధాతువు గుండ్లమీద నిక్షిప్త మగును. పైకి పోయిన కార్బన్ మోనాక్సైడ్ వాయు వును సంగ్రహించి, మరల వాడుదురు.

సిలికేట్ ఖనిజములను జిప్సమ్, కోక్, ఫ్లక్స్ చేర్చి గాలి కొలిమిలో కరగించగా ఫలించిన మాట్టీని కన్వర్టర్‌లో ఊదినచో దాదాపు పూర్తిగా విశుద్ధమైన నికెల్ సల్ఫైడ్ లభించును. దానిని గాలిలో కాల్చుటవలన నికెల్ ఆక్సైడ్, ఆ ఆక్సైడ్‌ను బొగ్గుపొడితో ఆక్సీహరించినచో నికెల్ ధాతువు చేకూరును.

ఆదిలో నికెల్ సాధనకు ఆర్సినైడ్ ఖనిజములే వాడ బడుచుండెడివి. కాని సల్ఫైడ్, సిలికేట్ ఖనిజములకు భారీ నిక్షేపములు బయల్పడుటతో ఆర్సినైడ్‌ల విని యోగము మూలబడెను.

ఉపయోగములు : ఆయస, అనాయాస ధాతు మిశ్ర ములు రెండిటిలోను నికెల్ విరివిగ వాడబడుచున్నది. నికెల్ కలుపుట వలన ఉక్కునకు కాఠిన్యము, దార్ఢ్యము

ఎక్కువగును; అట్లని దాని సాగెడుగుణము ఏమాత్రము తగ్గిపోదు. క్రోమియమ్, నికెల్ రెండును కలిసిన ఉక్కులు అరుగుదలకు, వేడికి తట్టుకొనగల శక్తికి ప్రసిద్ధికెక్కినవి. క్రోమియమ్ 18%, నికెల్ 8-10% చేర్చబడిన ఉక్కు- 18/8 స్టెయిన్ లెస్‌స్టీల్ (మెరుపు తగ్గని ఉక్కు) అనుపేర అత్యంత ప్రజోప యుక్తమగుచున్నది. నికెల్ చేర్చినచో పోత ఇనుమునకు కూడ దృఢత్వము, సమరూపత, ఉపయోగిత అతిశయించును.

విద్యుత్తు మలామాలో క్రోమియమ్‌తో పాటు నికెల్ కూడ వినియోగింపబడును. బలమైన నికెల్ పూతపై చేయబడినపుడే క్రోమియమ్ మలామా చిరకాలము చక్కగా నిలువగలదు. గడియారములు, ఊటకలములు, పెక్కు గృహోపకరణములు, సైకిళ్ళు, మోటారుకారులు మున్నగు వాటిలో కొన్ని భాగములు క్రోమియమ్‌తో మలామా చేయబడును.

నాణెముల తయారీకి విశుద్ధమైన నికెల్ ఆదర్శ ప్రాయమైన ధాతువు. రాగి–నికెల్ ధాతుమిశ్రము (రాగి 75% + నికెల్ 25%) కూడ నాణెముల తయారీకి అనువైనది.

నూనెల ఉదజనీకరణమందు నికెల్ ధాతు చూర్ణము ప్రధాన ప్రేరకముగ వాడబడును.

పైన పేర్కొనినవి సామాన్యముగ చాల మందికి తెలిసిన వినియోగములు. ఇవికాక, ఆయుధములు, ఆహారములు, ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములు, విమానములు వంటి అనేక పరిశ్రమలలో నికెల్‌తో కూడిన ద్రవ్యములు వినియుక్తములు అగుచున్నవి.

తాపక్రమము 600°C కు పైబడినప్పుడు కూడ అధికమైన ప్రేపమునకు తట్టుకొనగల పరికర భాగముల తయారీకి ప్రస్తుతము వినియుక్తములగుచున్న ధాతు మిశ్రములలో నికెల్ ఒక ఆవశ్యక ఘటకము. నికెల్-క్రోమియమ్, నికెల్ - క్రోమియమ్–ఇనుము, నికెల్-క్రోమియమ్–ఇనుము-కోబాల్ట్ వంటి ధాతు మిశ్రముల వికాసమే గాస్ టర్బయిన్, జెట్, వాయు విమానములు మొదలగు ఆధునిక నిర్మాణములకు కారణభూతములు అని చెప్పట అతిశయోక్తి కాదు. కాల్సియమ్, జిర్కోనియమ్, సిరియమ్ మున్నగు ధాతువులు కూడ భిన్నశాతములలో చేర్చబడిన నికెల్-క్రోమియమ్ ధాతు మిశ్రములు పారిశ్రామిక కొలుములలోను, తాప సాధక గృహపరికరములలోను, విద్యుత్తు నిరోధక ద్రవ్యములుగను అపార వినియోగము నందు ఉన్నవి.

అనాయస ధాతు మిశ్రములలో రాగి 70%, నికెల్ 30% కల ధాతుమిశ్రము తాప వినిమయ సాధనముల తయారీకి పనికివచ్చును. మానెల్ అనబడు ధాతుమిశ్రము (నికెల్ 67%, రాగి 33%) దృఢత్వమునకు, అరుగుదలను అరికట్ట గలుగుటకు పేరొంది, చాల పరిశ్రమలలో వాడబడుచున్నది.

విమానపరికరములు మున్నగు వాటికి అయస్కాంత ధర్మములు లేని ధాతుమిశ్రములు; రేడియో టెలిఫోన్ పరిశ్రమలకు అయస్కాంత ధర్మములు కలవి; ఆటోమొబైల్ స్పీడో మీటరులు మున్నగు వాటికి తాపక్రమమును బట్టి మారు అయస్కాంత ధర్మములు కలవి వినియుక్తములు అగును. ఈ ప్రత్యేక ధాతు మిశ్రములు 2 మొదలు 90% నికెల్‌ను చేర్చి నిర్మింపబడుచున్నవి. 14 నుండి 30 వరకు విభిన్న శాతములలో నికెల్ కల ఆల్ని. ఆల్నికో అనుధాతు మిశ్రములు శాశ్వత అయస్కాంతముల నిర్మాణమున వాడబడును.

ప్రపంచములో సాలుసరి నికెల్ వినియోగము 500 లక్షల టన్నులు. 1965 లో వివిధ రూపములలో నికెల్ వినియోగము: స్టెయిన్ లెస్ స్టీల్ 34%; నికెల్ మలామా 15%; నికెల్ అధికముగా కల ధాతు మిశ్రములు 14%; నైర్మాణి ధాతుమిశ్రమ ఉక్కులు 13%; ఇనుము, ఉక్కు పోతలు 11%; రాగి, ఇత్తడి ఉత్పన్నములు 4%, తదితరములు 9%.

శా. స్త్రి.

నిర్జల నౌకాశ్రయములు : చూ. నౌకాశ్రయ నిర్మాణము.

నిర్మాణములు : భవన నిర్మాణము అను పదము మానవులు సకుటుంబముగ నివసించుటకు; సమావేశములు, సమారాధనలు, వినోదములు, విద్యాభ్యాసము, వర్తకము, ఆర్థిక-సాంఘిక క్రియాకలాపములు మున్నగు పనులు నిర్వర్తించుటకు అవసరమైన వసతుల ఏర్పాటునకు సంబంధించిన కళా, కౌశల, సాంకేతిక విషయములకు వర్తించును. నివాస గృహములు, క్షేత్ర గృహములు, పారిశ్రామిక భవనములు, గిడ్డంగులు, ప్రదర్శన గృహములు, పాఠశాలలు, రేవులు, వంతెనలు మున్నగు కట్టడములు నిర్మాణముల జాబితాలో చేరినవే.

మానవుడు గృహములో నివసింప నారంభించిన నాటి నుండి నేటివరకు భవననిర్మాణ కళ ఆ యా కాలములలో లభించిన నిర్మాణ సామగ్రి, సాంకేతిక ప్రక్రియల సాహాయ్యముతో క్రమ వికాసము చెందుచు వచ్చినది. నిర్మాణ ద్రవ్యములు, నిర్మాణ పద్ధతులు కాలముతోపాటు మారుచు వచ్చినవి. దూలములకు, స్తంభములకు వాడబడిన రాయి, కలపదూలములు, ఇనుప స్తంభములు, రోమనుల ఆర్చీలు, ఈజిప్టు పిరమిడులు, కుతుబ్ మినారు, తాజ్‌మహాలు,

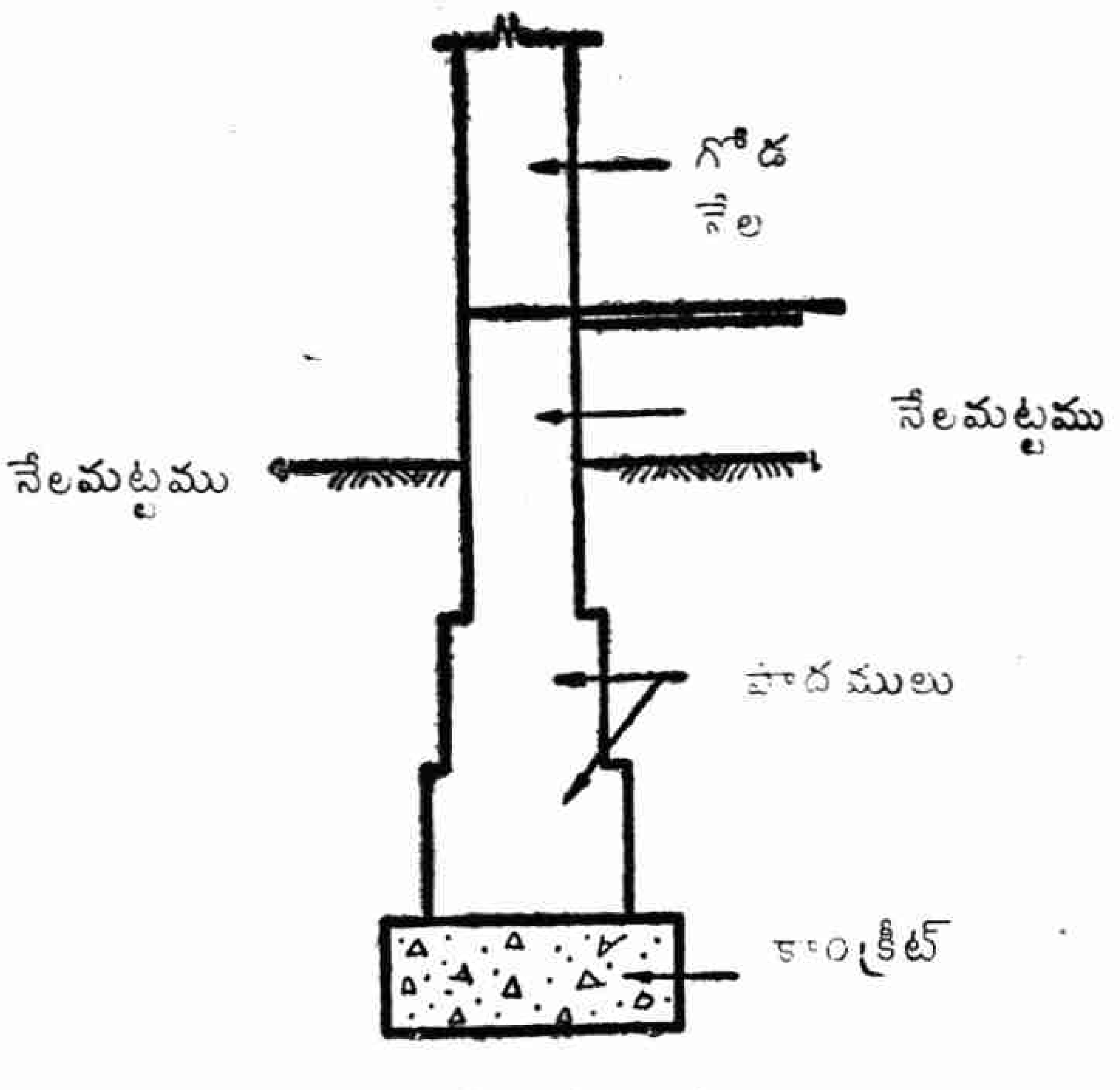
సాంచీ స్తూపము, దక్షిణ భారతదేశపు దేవాలయములు, పశ్చిమ యూరపులోని క్రైస్తవ గుడులు, న్యూయార్కు ఆకాశ సౌధములు, ఈఫెల్ గోపురము, నేటి కాంక్రీట్ కట్టడములు, సుదీర్ఘములైన కాంక్రీట్ ఉక్కు వంతెనలు — ఇవి అన్నియు ఆ యా కాలములలో వెలుగుచూచిన నిర్మాణ ద్రవ్యముల, వాస్తు భావనల, సాంకేతికముల క్రమ వికాసమును తెలియపరచు దీర్ఘశృంఖలలోని కొలుకులు అని చెప్పవచ్చును [చూ. అంతస్తుల మేడలు-పు. 159].

పునాదులు : ఎల్లకట్టడములను క్రుంగిపోని, కూలిపోని దిట్టమైన పునాదులపై నిర్మింపవలెను. నిర్మాణ స్థలముల సురక్షిత వహన సామర్థ్యమునకు తగునట్లు పునాదులు వేయుటకు అనేక విభిన్న పద్ధతులు వినియోగింపబడుచున్నవి.

సురక్షిత వహన సామర్థ్యము (సేఫ్ బేరింగ్ కెపాసిటీ): కట్టడము యొక్క అధశ్చలనము (సెటిల్ మెంట్) యొక్క నిర్ణీత పరిమితికి లోబడి నేల తన యూనిట్ వైశాల్యముపై మోయగల బరువు.

ఆధారము (ఫుట్టింగ్): నేల మట్టము క్రింద కట్టడము ఆవరించిన నేల. ఇది నేలమీది కట్టడమునకు కావలసిన వహన వైశాల్యమును సమకూర్చును.

గోడల (స్ట్రిప్) ఆధారము : గోడలకు వాటి పొడవున సమకూర్చిన ఆధారము. ఇందు తరుచుగా క్రిందను ఒక



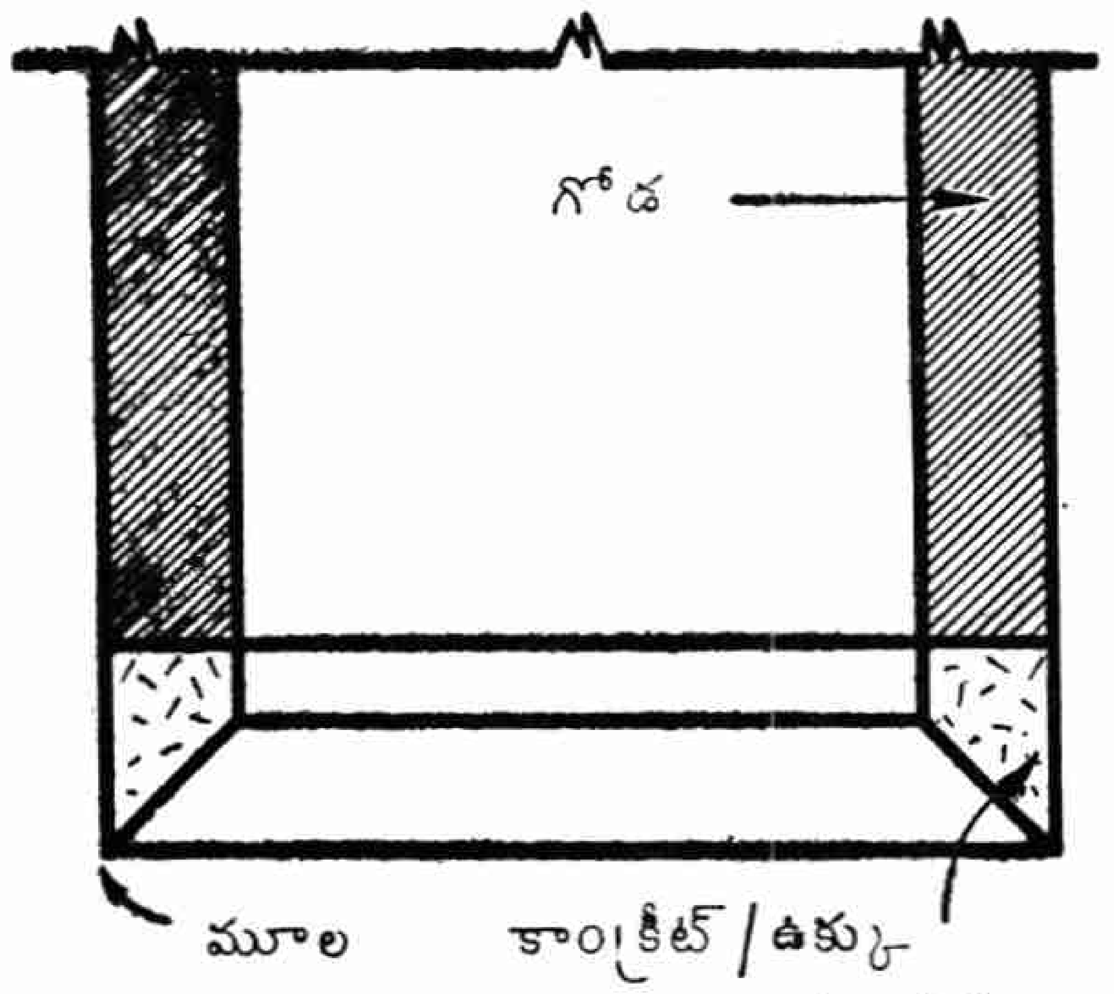
చిత్రము 1
గోడల(స్ట్రిప్) ఆధారము

కాంక్రీట్ తల్పము. దానిమీద రాతితోనో, కాంక్రీట్ తోనో కట్టబడిన గోడల విస్తృతీకృత భాగము ఉండును [చూ. చిత్రము-1].

వ్యక్తిగత ఆధారము : ఇది స్తంభముల ఆధారము; సాధారణముగ దీర్ఘ చతురస్రాకారమున ఉండును.

విస్తృత (రాఫ్ట్) ఆధారము : స్తంభముల సమూహాము నకు గాని, భారీ సైజు కట్టడములకు గాని విస్తృతపు మేర వేసిన ఆధారము.

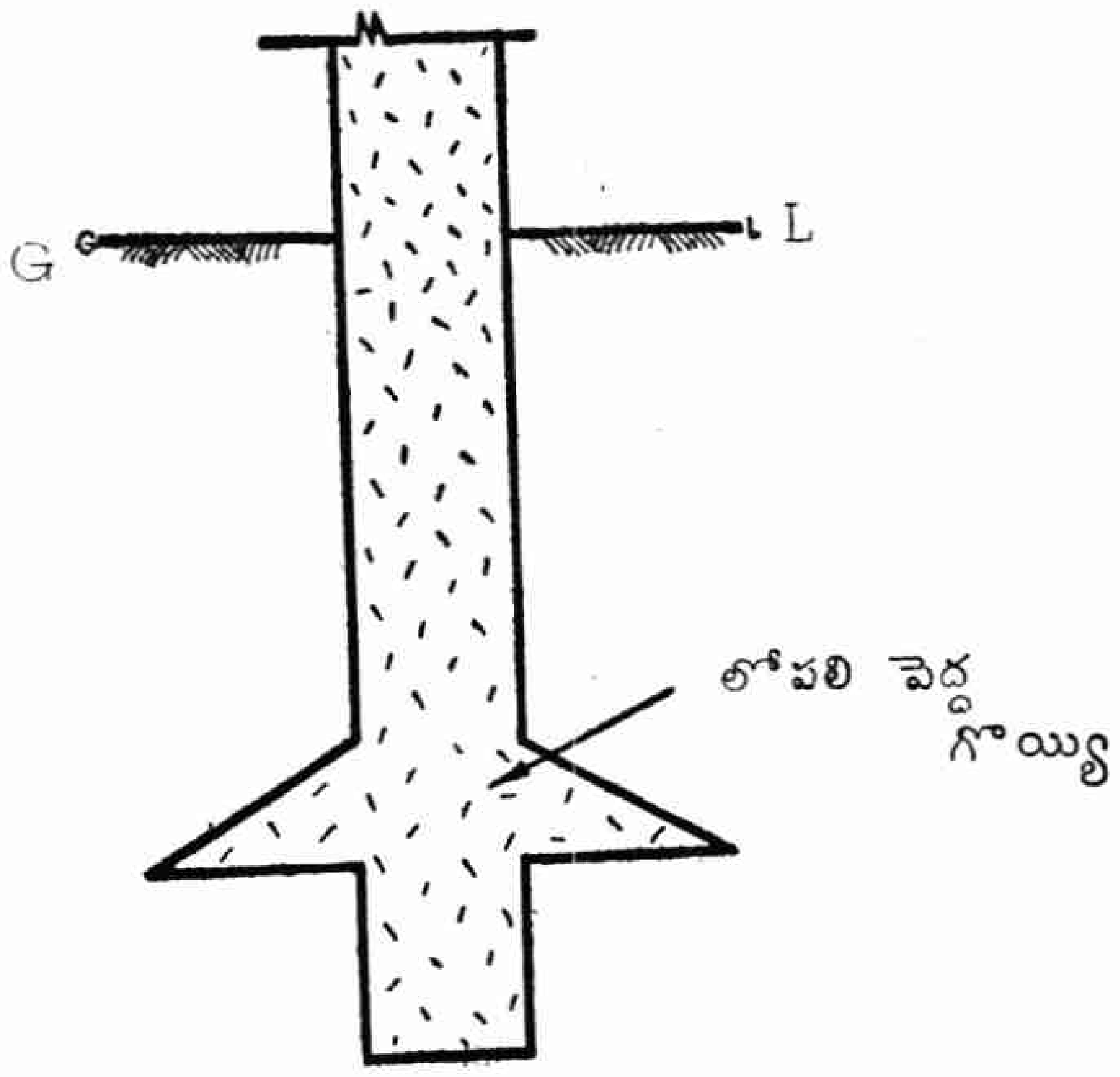
నూతి పునాదులు : ఇందు ఉక్కుతో గాని, కాంక్రీట్ తో గాని తయారుచేయబడి, దిట్టమైన కత్తివాదెరవంటి అంచు కల ఒక వలయమును, ఆ వలయముచే పరివృతమైన భూమిని



చిత్రము - 2
నూతి పునాదులు

త్రవ్వి నేలలోనికి దించుదురు. డాములువంటి వాటిని నదీ గర్భమున, నీటిక్రింద పునాదులు వేయుటకు తరుచుగా ఈ పద్ధతిని వాడుదురు [చూ. చిత్రము—2].

దొంతి (పైల్) పునాదులు : ఘర్షణము, వహనము అను సూత్రములను అనుసరించు పునాదులు. అల్ప వహన



చిత్రము-3 దొంతి(పైల్) పునాదులు

సామర్థ్యము కల నేలలకు, అత్యున్నత భారముల మోతకు ఈ పునాదులు తగినవి [చూ. చిత్రము-3].

గుంజలు దిగగొట్టిన పునాదులు : ఇందు కలప, ఉక్కు, రీ ఇన్ ఫోర్స్ డ్ కాంక్రీటు, పూర్వ ప్రపీడిత (ప్రీస్ట్రెస్డ్)

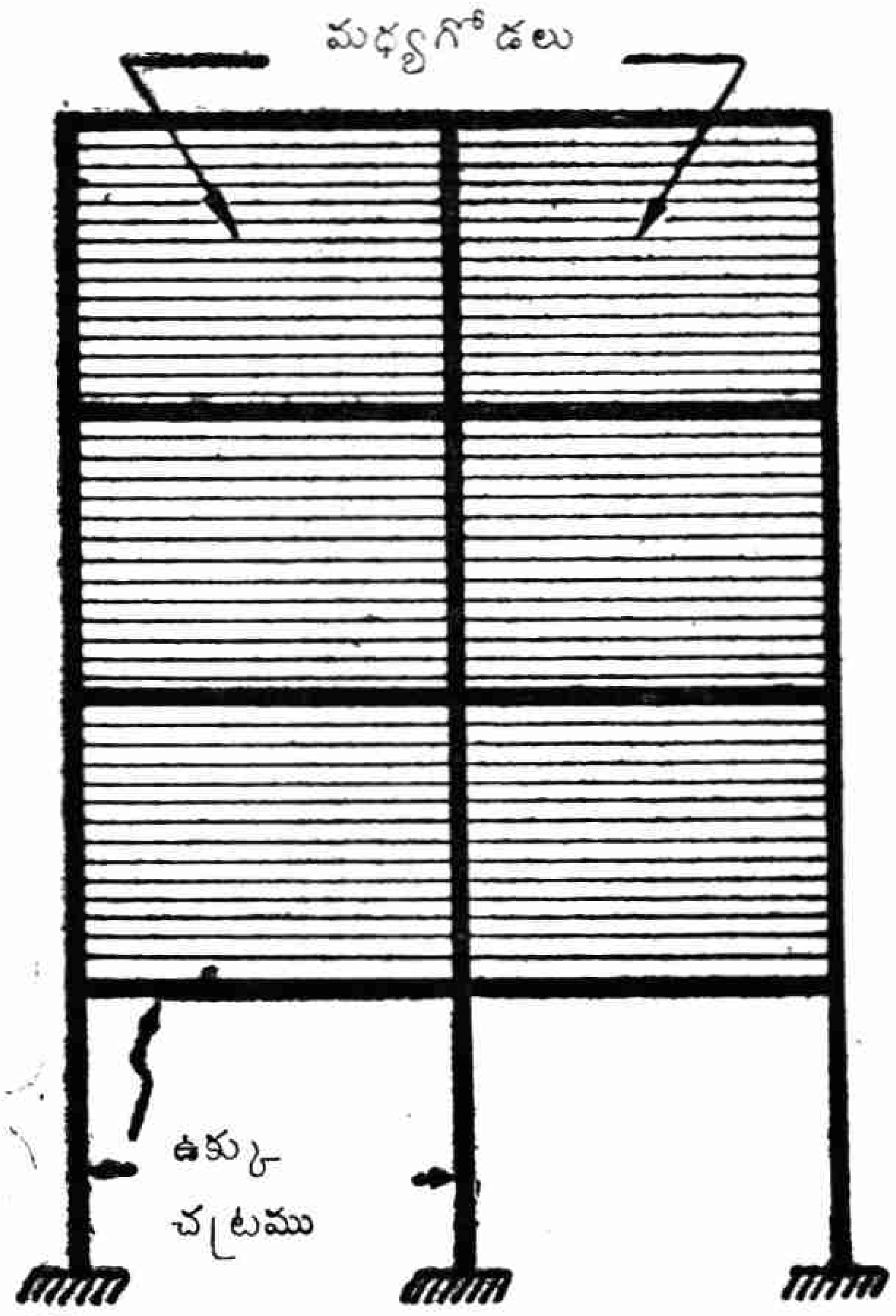
కాంక్రీటు మొదలగు వాటితో చేసిన పొడుగాటి ముక్కలను నేలలోనికి కావలసిన లోతుకు దిగగొట్టుదురు. అవి నేలను దట్టించి, గట్టిపరచి, ఘర్షణసాయమున నిర్మాణ భారములను మోయును.

అక్కడి కక్కడ వేసిన పునాదులు : కావలిసిన లోతుకు మన్నును త్రవ్వి తీసి ఆ గోతిని రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటుతో నింపుదురు.

ఇసుక స్తంభములు : నేలను గట్టిపరచుటకు నేలలో దగ్గర దగ్గరగా కన్నములు తొలిచి, వాటిని ఇసుకతో నింపి దట్టింతురు. వీటికి ఇసుక స్తంభములు అని పేరు. అయితే, వీటికి భారవహన సామర్థ్యము చాల తక్కువ.

పీఠము : కట్టడపు గచ్చునేల మట్టమునకు క్రింద నేలను ఆనుకొని ఉండు భాగమును 'పీఠము' అందురు. ఈ ప్రదేశమును పరివేష్టించు గోడలకు పీఠకుడ్యములు అని పేరు. కొన్ని భవనములలో గచ్చునేల నేలమట్టమునకు దిగువన ఉండును. దానికి కూడ పీఠమనియే పేరు.

పై కట్టడములు: వీటిని బరువులు మోయు గోడల, స్లాబ్‌ల మీద గాని, ఉక్కు లేదా కాంక్రీటు చట్రముల మీద గాని నిర్మింతురు. చట్రముల మధ్య పలుచని గోడలు కట్టబడును. వాటిని నింపుడు గోడలు అని అందురు.



చిత్రము - 4

చట్రములపై కట్టడముల నిర్మాణము

చట్రములపై కట్టడముల నిర్మాణము : మానవ శరీరమునకు అస్థిపంజరమువలె, భవనములకు స్తంభములు, దూలములు, స్లాబ్‌లు ఆధార భూతములు. పై కట్టడముల బరువును మోయు చట్రమును కలపతో గాని, ఉక్కుతో గాని, ప్రీస్ట్రెస్సెడ్ (పూర్వ ప్రపీడిత) కాంక్రీట్‌తో గాని తయారు చేయవచ్చును [చూ. చిత్రము - 4]. చిన్న తరహా నివాస గృహములకు, తాత్కాలిక భవనములకు చట్రమును కలపతో నిర్మించవచ్చును. భారతదేశమున అత్యున్నత భవనములకే-అనగా 25—30 అంతస్తులు కల భవనములకే- ఉక్కు చట్రముల వాడకము లాభసాటి కాగలదు. 25 అంతస్తుల వరకు ఎత్తుకల కట్టడములకు రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు చట్రముల వినియోగము వలన నిర్మాణ వ్యయము తగ్గును. ఉక్కు చట్రముల క్షయమును నిరోధించుటకు వాటిని కాంక్రీటులో పొదుగవలసి ఉండును. ముందుగా పోతపోసిన కాంక్రీటు చట్రములకు పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటును వాడుదురు [చూ. అంతస్తుల మేడలు పు. 159].

నింపుడు గోడలు: చట్ర నిర్మాణములు గోడలచే మూయబడును. ఈ గోడలు కట్టడము లోపల నివసించు వారికి శీతాతపబాధ నివారించుటకు చాలినంత దళసరిగ ఉన్నను, సాపేక్షముగ తక్కువ మందమునే కలిగి ఉండును. ఇందుకు 232 మి. మీ. (9″) మందము కల ఇటుక గోడలను నిర్మించుట పరిపాటి. ఈ గోడల బరువును కూడ చట్రమే మోయవలసి ఉండును. కావున, వాటిని అట్టే బరువు లేకుండునట్లు అల్ప మందముతో నిర్మింతురు. లోపలి గోడలు, కుడ్య విభాగములు అట్టలతోగాని, కలపతోగాని, గాజుతోగాని నిర్మింతురు లేదా 116 మి.మీ. (4.5″) మందమున ఇటుకలతో నిర్మింతురు. ఇందుకు ఇటీవల అల్యూమినియము రేకులు, నారగాజు, ప్లాస్టిక్కులు కూడ విరివిగా వాడబడుచున్నవి.

బరువుమోయు గోడలు: ఈ గోడలు తమ పొడవున తమ బరువునే కాక స్లాబ్‌ల బరువును కూడ మోయును. ఇవి అట్టడుగు అంతస్తున గరిష్ఠపు వెడల్పు కలిగి ఉండును. ఒక అంతస్తులోని గచ్చునేల తన బరువును క్రింది అంతస్తులోని గచ్చునేలకును, ఈ విధముగా పై అంతస్తుల గచ్చునేలలు తమ తమ బరువులను అట్టడుగు గచ్చునేలకు ప్రసారము చేయును. ఈ గోడలను ఇటుకతో గాని, రాతితోగాని, కాంక్రీటుతోగాని కట్టుదురు.

తాపీ పని (మేస్త్రీ): ఇది రాయితోను, ఇటుకతోను, కాంక్రీటుతోను చేయవచ్చును.

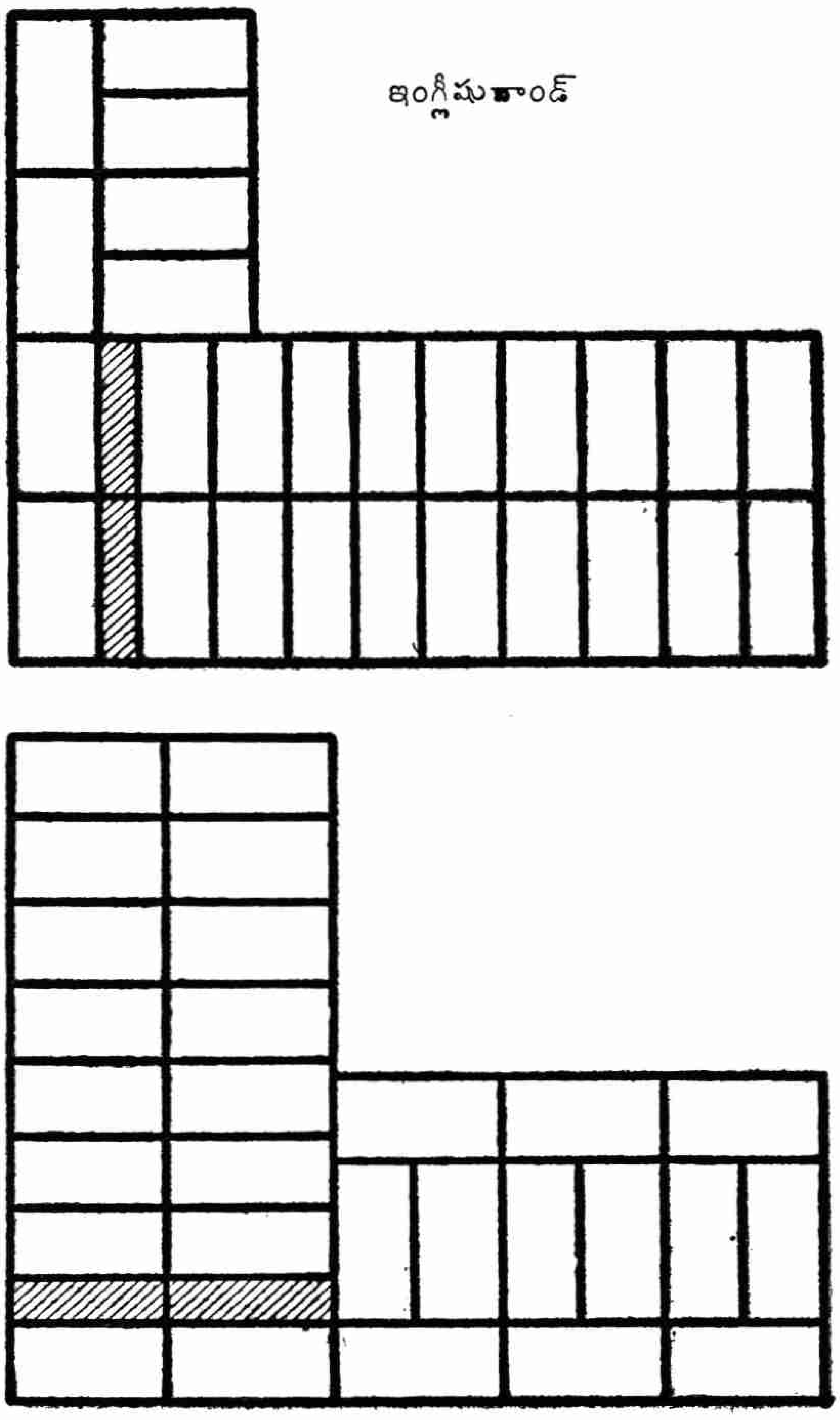
గండరాయి (రబుల్) తాపీ పని: తెల్ల శానపురాయి (గ్రానైట్)ని మందుగుండు సాయమున పేల్చి, బ్రద్దలు

కొట్టి, రాళ్ళను కావలసిన సైజులకు తగ్గించి, దానితో గోడలు కట్టుదురు. ఇట్లు కట్టుటకు ఆ రాయి కనీసపు వెడల్పు 380 మి. మీ. ఉండవలెను. ఈ రాళ్లు ఒక నియతాకారములో ఉండవు. దీనికి 'అనియతాకార గండరాయి తాపీ పని' అని పేరు.

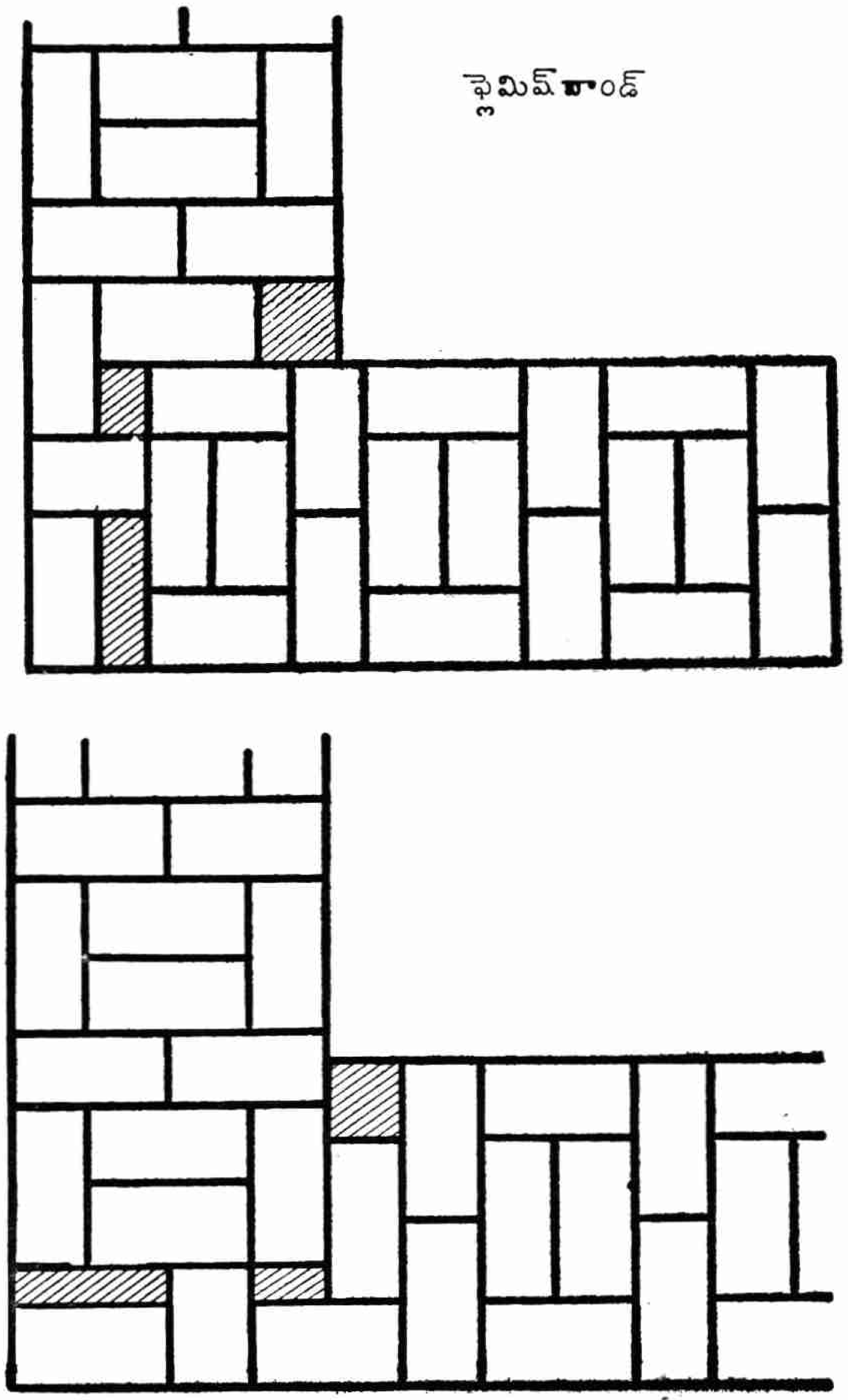
చెక్కడపు రాతి తాపీ పని: ఇందు గండ శిలలను ఒక నియతాకారమునకు మలచి ఉపయోగింతురు. వాటిని చతురస్రములుగనో, దీర్ఘ చతురస్రములుగనో చెక్కుట పరిపాటి. దీనికి 'చెక్కడపు రాతి తాపీ పని' అని పేరు.

ఇటుక తాపీ పని: ఇందు 230 × 115 × 75 మి. మీ. ప్రమాణ కొలతలు కల ఇటుకలు వాడబడును. వాటిని సిమెంటుతోగాని, చెక్క సున్నముతోగాని, మన్నుతోగాని పొరలు పొరలుగా పేర్చి పలు నమూనాలలో బంధింతురు. వేరు వేరు పొరలు కలిసిపోకుండ తెగగొట్టుదురు. ఇందు వలన గోడల సత్తువ గరిష్ఠ స్థితికి వచ్చును [చిత్రము 5,6 లో కొన్ని ఇటుక బంధనములు చూపబడినవి]. సాధారణముగా గోడల మందమును 230 మి.మీ. (9"), 350 మి. మీ. (13½"), 450 మి.మీ (18") అని ప్రమాణ ఇటుక వెడల్పు యొక్క గుణకములలో తెలియపరుచుదురు. సిమెంటుతో తయారుచేసిన గుల్ల ఇటుకలను కాని, బంకమన్నును ఆవములో కాల్చి తయారుచేసిన ఇటుకలను గాని గోడల నిర్మాణమునకు వాడుదురు. గోడను కట్టునపుడు మొట్ట మొదట మూలలతో గాని లేదా మధ్య ఒక చోటనుండి నిర్మాణమును ప్రారంభించి 500–1000 మి. మీ. ఎత్తువరకు అది సమరేఖలో ఉండునట్లు మట్టము చూతురు. కట్టిన రెండు బిందువుల మధ్య త్రాడు సాగింతురు. అపుడు మధ్య భాగములలో మట్టము సరిగా ఉండును [చూ. నిర్మాణములు, ఉక్కు-పు. 488; కాంక్రీట్ నిర్మాణము-పు. 228].

గోడలలో పెట్టుటకు ముందు ఇటుక లేమి, రాళ్ళేమి నీటితో బాగుగా తడపవలెను. అందువలన అవి సిమెంటు నుండి, చెక్కసున్నము నుండి చెమ్మను పీల్చలేవు.



చిత్రము-5



చిత్రము-6

ఇటుక తాపీ పని

కాంక్రీటు తాపీ పని : రాయిగాని, ఇటుకగాని దొరుకుట కష్ట సాధ్యమగు నేని, వాటికి బదులుగా ఇటుకల రూపమున తయారుచేసిన కాంక్రీట్ దిమ్మలతో గోడలు కట్టుదురు.

రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు నిర్మాణములు : ఉక్కు ఊచలతో బలపరచిన సిమెంటు కాంక్రీటుకు 'రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు' అని పేరు. ఇది ఆధునిక కాలమున భవన నిర్మాణ ద్రవ్యముగ విరివిగ వినియుక్తమగుచున్నది. దానిని స్తంభములు, దూలములు, ఆర్చిలు, స్లాబ్‌లు, పునాదులు మొదలగు అనేక నిర్మాణములలో సులభముగ వాడవచ్చును. రాయి, కలప - వీటి వినియోగము వాటి మీద ప్రయోగింపబడు ప్రతిబలము (స్ట్రెస్)ను బట్టి పరిమితముగ ఉండును. కాని, ప్రతిబలము యొక్క ఆకార స్వభావములతో నిమిత్తము లేకుండగనే రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటును వాడవచ్చును.

ముతక ఇసుక : ముక్కలు ముక్కలుగ బద్దలై ప్రకృతిలో విరివిగ దొరుకు గట్టిరాయి గాని, 20 మి.మీ, అంతకు తక్కువ సైజు కల గుండ్రని గులకరాళ్ళు గాని రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు తయారీయందు వాడబడును. ఇట్టి ముతుక ఇసుక గాలి కొలిమి చిట్టెము, బంకమన్ను, షెల్ మున్నగు పారిశ్రామిక వ్యర్థ ద్రవ్యముల నుండి తయారుచేయబడును. వాటికి 'ముతక ఇసుక' అని పేరు. వాటిని కట్టడములలో వినియోగించుటవలన కట్టడముల నిజ (డెడ్) భారము తగ్గును; ఉష్ణబంధనము మెరుగగును. సహజ సిద్ధములైన శిలాఖండములు అరుదుగ లభించు చోట అవి ఉపయోగింపబడును.

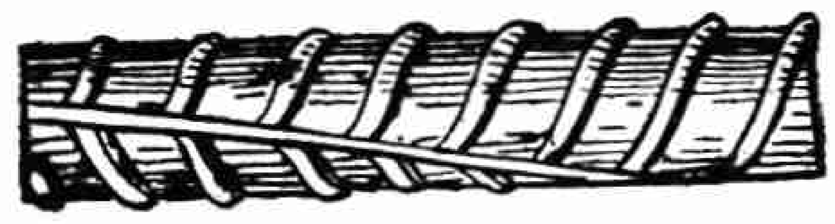
సన్నని ఇసుక : సాధారణముగ 5 మి. మీ. సైజు గల ఇసుకరాళ్లు తగిన తరగతి కల రాతిపొడి సన్నని ఇసుక రూపమున రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటులో వాడబడును. అయితే, అవి దుమ్ము, రాసాయనిక ద్రవ్యములు లేకుండ పరిశుద్ధముగ ఉండవలెను.

సిమెంటు: రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీట్ (ఆర్.సి.సి.)నిర్మాణమున సాధారణ పోర్టు లాండ్ సిమెంటు[చూ.సిమెంటు] వాడబడును. అయితే, ప్రత్యేక పరిస్థితులలో పోజోలోనా సిమెంటు శీఘ్రముగా గట్టిపడు సిమెంటు; అల్యూమినా సిమెంటు కూడ వినియోగింపబడుట కలదు.

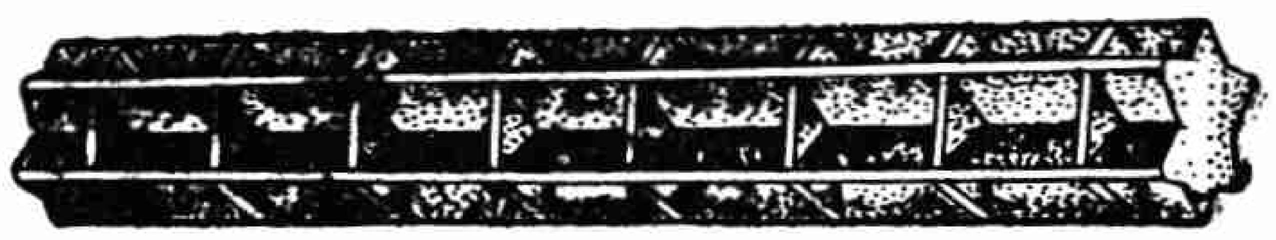
పునః ప్రబలనము : ఆర్. సి. సి. నిర్మాణములలో పునః ప్రబలనము సాధారణముగ వలయచ్ఛేదము కల ఉక్కు ఊచలతో చేయబడును. ఈ ఊచల ప్రతిబలము రమారమి 26 - 28 కి. గ్రా./సెం. మీ.^{2}.

ఉన్నత శక్తిమంతములైన విరూప శలాకలు : ఆర్. సి. సి. నిర్మాణమున సామర్థ్యమును మెరుగు పరచుటకు, ఉక్కు వాడకమును తగ్గించుటకు ఉన్నత శక్తిమంతములైన విరూప శలాకలు (ఊచలు) వాడుట కలదు. ఇవి కాంక్రీటుకు యాంత్రికబంధనము చేకూర్చును. అట్టి ఊచల బంధన శక్తి రమారమి నూరుపాళ్ళవరకు పెరుగును. వాటి వాడకమువలన 40% వరకు ఉక్కు వాడకము తగ్గును. అందువలన ఉక్కు అవసరములతోపాటు వాటి రవాణా ఖర్చుకూడ తగ్గును; మెతక ఉక్కు వాడునపుడు అనవసరమగు చివరి కొలుకులు తీసివేయవచ్చును. ఇట్టి ఉన్నత సామర్థ్యములను ఉక్కు సంఘటనను మార్చి కాని, అదనపు కార్బన్‌ను చేర్చి కాని, ధాతుమిశ్రమ ప్రక్రియల వలన గాని, ఊచలను మెలికలు త్రిప్పి గాని సాధింపవచ్చును [చూ. చిత్రము-7].

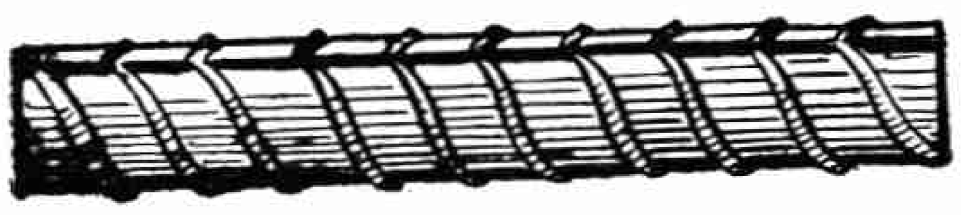
టోర్ ఊచ



టెంటార్ ఊచ



C. S. ఊచ



జి. కె. 60 ఊచ

పట్టి ఉంచు ఊచ

చిత్రము-7: ఉన్నత శక్తిమంతములైన విరూపశలాకలు(ఊచలు)

వెదురు - ప్లాస్టిక్కులు : కొన్ని రకముల నిర్మాణములలో కాంక్రీటును ప్రబలితము చేయుటకు వెదురును కూడ వాడవచ్చును. ఇటులనే నారగాజును, ప్లాస్టిక్కులను కూడ వాడుట సాధ్యపరచుటకు పరిశోధనలు కావింపబడుచున్నవి.

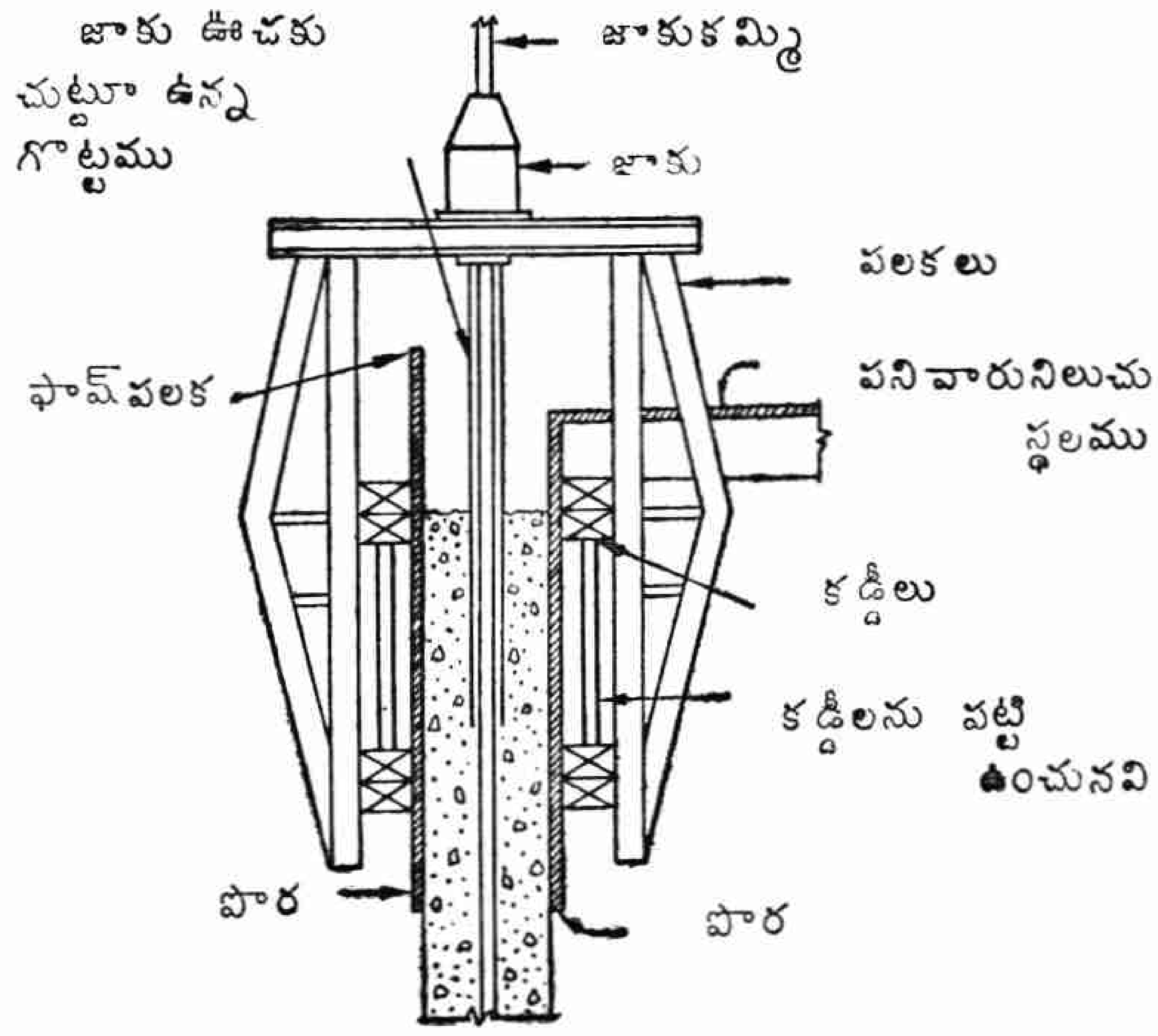
మూసకట్టుట (ఫారమ్ వర్క్): ఆర్.సి.సి. నిర్మాణమున మూసకట్టుట ఒక ప్రధానాంశము. దానిని ఉద్దేశించిన నమూనాలో రూపురేఖలను తీర్చిదిద్దుటకు ఈపని అత్యావశ్యకము. మూసనుండి నీరు కారిపోకుండ కట్టుదిట్టము చేయుట కూడ ముఖ్యమే. ఏలన తాజా కాంక్రీటునుండి నీరు గనుక కారి పైకి పోయినచో, ఆ నీటితో పాటు కాంక్రీటులోని తడి సిమెంటు కూడ పైకిపోవును. మూసకట్టుటకు కొన్ని తన్నుకర్రలను 500-900 మి. మీ. ఎడమెడమున పాతుదురు. వాటిని పై భాగమున, వాటి ఎత్తును బట్టి నడుమ నడుమను పొడుగాటి దూలములతో కలియగట్టుదురు. దూలములపై కర్రచెక్కలను గాని, ప్లైవుడ్ పలకలను గాని, ఉక్కురేకులనుగాని పరచి, తన్నుకర్రలను దిగగొట్టియో, ఇతర విధముల సరిపుచ్చియో మూస సమతలమున ఉండునట్లును, నమూనా ప్రకారము ఉండునట్లును చేయుదురు. సమతలముపై కాంక్రీటును పోసి కొన్ని దినములు ఉంతురు. కాంక్రీటు వేయుటకు ముందు తలమునకు అంటుకొనని నూనెను గాని, పూతరంగునుగాని పూయుటవలన కాంక్రీటు గట్టిపడిన తరువాత మూసను దానినుండి వేరుచేయవచ్చును.

స్తంభములు: స్తంభముల మూసలను సులభముగా ఎత్త వీలగునట్లు ఒకటి రెండు మీటరుల ఎత్తున కట్టుదురు. ఇందుకు తయారుచేసిన పెట్టెలను గట్టిగ బిగించి, నాలుగు ప్రక్కల తన్నుకర్రలపై నిలబెట్టుదురు. ఒడంబము (మూలమట్టము)తో మట్టమును చూచి, పునఃప్రబలితమైన కాంక్రీటును వేసి గట్టిపరతురు. తరువాత తరుచుగా 24-36 గంటల పిదప మూసలను తీసివేయవచ్చును.

దూలములు: దూలములు పోతపోయునప్పుడు మూసల ప్రక్కబద్దలకు బోట్లు అవసరము. ఎక్కువ మందము గల దూలములను పోతపోయునప్పుడు ప్రత్యేకమయిన ఏర్పాట్లు చేయుదురు.

పొడుగు చిమ్నీలు: చిమ్నీలు, నీటి తొట్టెలు మొదలగు పొడవగు నిర్మాణములకు జారుడు మూసలను వాడవచ్చును. అందుకు చిత్రము-8 లో చూపిన పద్ధతిని అనుసరింపవచ్చును. దానివలన కలుగు లాభములు: 1 నిర్మాణము ఎత్తున పరంజా వేయనక్కరలేదు; 2 నిర్మాణము వేగముగా జరుగును.

షెల్‌లు: మూసలను పలువిధముల ఉపయోగింపగలుగునపుడే తక్కువ మందము కల షెల్ నిర్మాణమును మితవ్యయముతో సాగింపవచ్చును. మూసలను మరల మరల వాడుట సాధ్యపడినచో, అవి ఒక పంక్తిలో ఉన్నచో సంచార మూసలను వినియోగించవచ్చును. అందువలన నిర్మాణ వ్యయము కలిసివచ్చును; పని కూడ తొందరగా ముగియును.



చిత్రము - 8
జారుడు మూసలు

సాధారణ దూలములతోను, స్లాబ్ నిర్మాణములతోను సరిపోల్చి చూచినచో, కాంక్రీటు వాడకము సమానమైనపుడు షెల్ నిర్మాణములలో మూసపని మూడునాలుగు రెట్లు అవసరము.

ఉబ్బెత్తు ఆర్చి (కాంబర్): కాంక్రీటు నిర్మాణములో వంపు ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు ఉబ్బెత్తు ఆర్చి పద్ధతిని అవలంబింతురు.

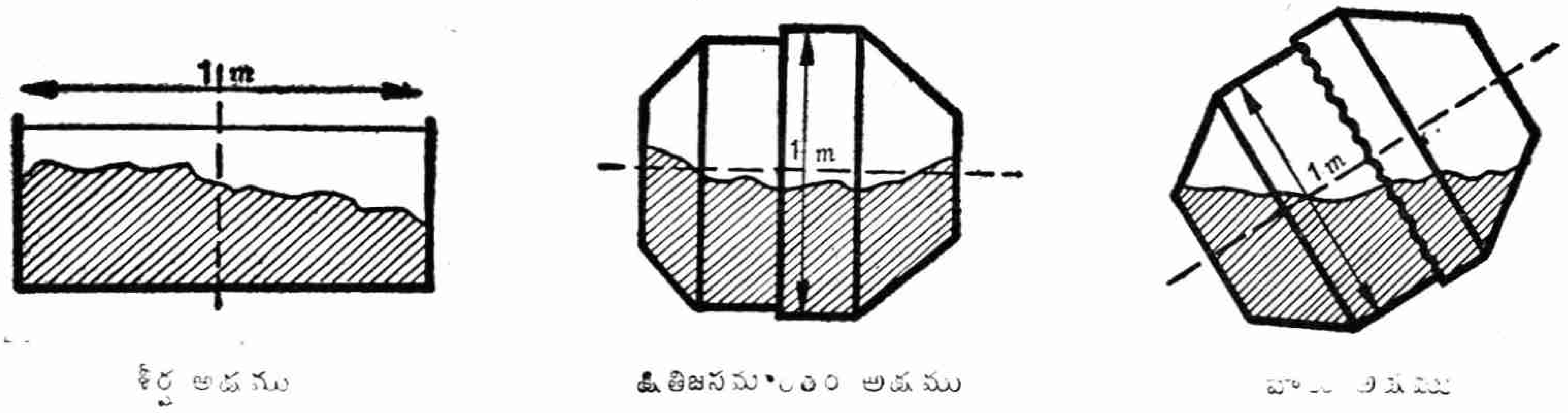
చేతిమిశ్రణము: కాంక్రీటును చేతితోనే కలుపవచ్చును. కాంక్రీటు దినుసులను అన్నిటిని నిర్ణీతపాళ్లలో చేర్చి, దాని నుండి చిన్న చిన్న రాశులను తీసి కలుపుదురు. మొత్తము మిశ్రణము ఇటుల పలు తడవలలో పూర్తి అగును. తరువాత వాటిని సిమెంటుతో కలుపుదురు. మొదట పొడి శిలాఖండములను, పొడి సిమెంటును కలిపి, తరువాత ఆ మిశ్రణమునకు నీటిని చేర్చుదురు. ఇటుల చేసినచో అది కార్యకారి అగును.

యాంత్రిక మిశ్రణము: ఈ మిశ్రణమునకు వినియోగింపబడు పెక్కు రకముల యంత్రములలో కొన్నిరకములు 487 పుటలోని చిత్రము-9 లో చూపించబడినవి. వాటి అన్నిటిలోను నిలువు ఇరుసు కల మిశ్రకము గరిష్ఠ సమర్థవంతమైన యంత్రము. అయితే, దానిలో సామగ్రిని వేయుటలోను, తీయుటలోను సౌలభ్యములేదు. ఆధునిక మిశ్రకములకు స్వతశ్చలితమైన గరాటువంటి సాధనము అమర్చబడును. దానిలో వేసిన దినుసులు క్రిందనున్న గొట్టము ద్వారా లోనికి పోవును. 2/3 నిముషములలో మిశ్రణము

పూర్తియై, మిశ్రకము కాంక్రీటును క్రింద తిరుగుచున్న డోలులో పడవేయును [చూ. చిత్రము-9].

మిశ్రణ ద్రవ్యములను తూచుట, మిశ్రకములో వేయుట, కలుపుట, మిశ్రమును పైకి తీయుట—ఈ పనులన్నిటిని తమంతట తామే చేయు కేంద్రీకృత కర్మాగారములు కలవు.

ఉత్తర తన్యతీకరణము : ఇందు మొదట ప్రత్యేకపు మూసలను ఉపయోగించి, కాంక్రీటును కావలసిన రూపమునకు పోతపోయుదురు. పోత పోయబడిన భాగము పొడవున పూడ్చబడని రంధ్రములు ఉండును. ముమ్మరముగ బిగిసిన తీగెలను (తరుచు ఉక్కుతీగెలను) ఈ రంధ్రముల లోనికి దూర్చి, తీగెలను ఒక చివరను గట్టిగా బంధించి,



చిత్రము-9: యాంత్రిక మిశ్రణము (కాంక్రీట్ మిక్సర్లు)

సిద్ధ మిశ్రిత కాంక్రీటు : నగరములలో నిర్మాణస్థలముల వద్ద శిలాఖండములను నిల్వ ఉంచుట సాధ్యపడదు. కాబట్టి, ఒక కర్మాగారము వద్ద మిశ్రణము జరిపి, కాంక్రీటును లారీ మీదనున్న తొట్టిలోనికి ఎక్కింతురు. లారీ నడచునపుడు ఆ తొట్టె తిరుగును, నిర్మాణ స్థలమువద్ద కాంక్రీటును $\frac{1}{2}$-1 గంట వ్యవధిలో క్రిందపోయును.

సమ్మిశ్రకములు (ఎడ్మిక్చర్ లు): కాంక్రీటు నిర్మాణములలో కొన్నిచోట్ల కాంక్రీటు వేగముగా గట్టిపడకూడదు. అందుకు వేగ నిరోధకముగా ఒక యుక్త ద్రవ్యమును చేర్చుదురు. కొన్ని చోట్ల నీరు–సిమెంటు నిష్పత్తిని పెంచకుండా కాంక్రీటుకు ఉన్నతతర క్రియాసామర్థ్యమును కలిగింపవలసి ఉండును. అందుకు కాంక్రీటుకు గాలిని ఎక్కించుటకు తగిన ద్రవ్యమును చేర్చుదురు.

పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు నిర్మాణములు : ఉన్నత సంపీడన (సంకోచన) శక్తికి కాంక్రీటు ప్రసిద్ధికెక్కినది. ఉచిత మిశ్రణ పద్ధతిని వినియోగించి, దానికి 700 కి. గ్రా/సెం. మీ.^{2} వరకు శక్తిని కలిగింప వచ్చును. అట్టి కాంక్రీటు బాహ్యబలముల ద్వారా అనుకూల ప్రపీడనములకు గురియగును. ఈ పద్ధతిని తయారుచేసిన కాంక్రీటుకు 'పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు' అని పేరు. దీనిని తయారుచేయుటకు వాడు కాంక్రీటుకు కనీసము 350 కి. గ్రా/సెం. మీ.^{2} శక్తియైన ఉండవలెను.

పూర్వ ప్రపీడన పద్ధతులు : ఇందు ఉత్తర తన్యతీకరణము (పోస్ట్ టెన్షనింగ్), పూర్వ తన్యతీకరణము (ప్రీ టెన్షనింగ్) అను రెండు పద్ధతులు వాడుకలో కలవు.

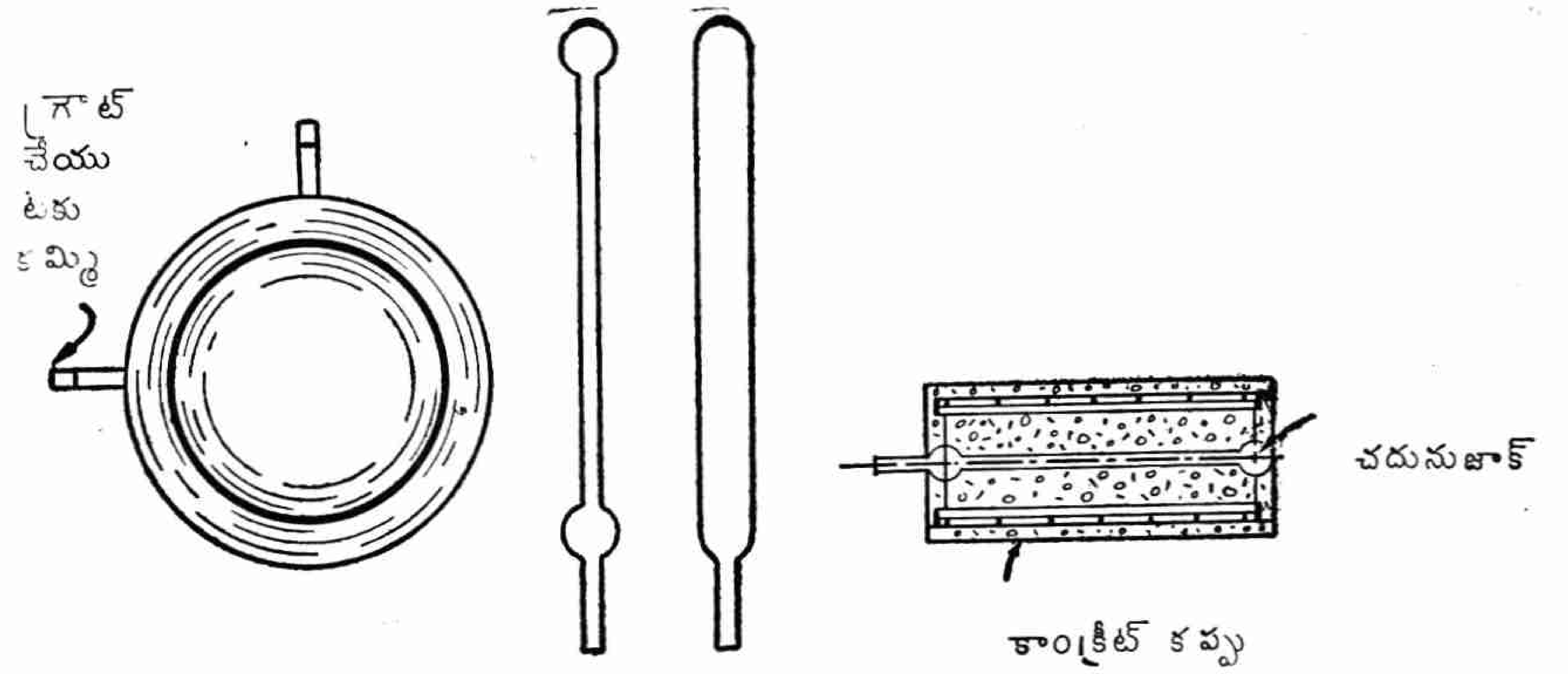
రెండవ చివరనుండి వాటిని జాక్ ల సహాయమున గట్టిగా లాగుదురు. తీగె పొడవు 12-14 మీటరులకు మించినచో దానిని రెండు వైపులనుండి లాగుదురు. ఇందువలన లాగుడు బలము ఘర్షణ మూలమున కుంటువడదు. చివరలందు యాంత్రిక బంధనము చేయబడును.

పూర్వ తన్యతీకరణము : తీగెలను రెండు అడ్డగోడల మధ్య గట్టిగా లాగి, బిగిసికొన్న స్థితిలో ఉంచుదురు. తరువాత కావలసిన రూపములు కల మూసలను ఉంచి, తీగెల చుట్టును కాంక్రీటును పోసి దిట్ట పరతురు. కాంక్రీటు కావలసిన రీతిలో గట్టిపడిన తరువాత తీగెల బిగువు సడలించి, వాటిని తెగగొట్టుదురు. ఇటుల తయారైన భాగములను 7-10 రోజుల వరకు కుదుటపడనిచ్చిన పిదప వాడుదురు. ఇచట ఉక్కు తీగెలకు కాంక్రీటుతో బంధనము కావింతురు.

వ్యాకోచనము ద్వారా ప్రపీడనము : కొన్ని రకముల సిమెంటుయొక్క వ్యాకోచన ధర్మమును వినియోగించుకొని పూర్వ ప్రపీడనము సాధించుటకు ఇటీవల-ముఖ్యముగ సోవియట్ రష్యాలో-ప్రయత్నములు సాగినవి. తీగెల గుండా ఉన్నత విద్యుత్తు ప్రవాహములను ప్రసరింపజేసి, ఆ తీగెలను వేడిచేసి ఒకవిధమైన పూర్వప్రపీడనమును కలిగించుటకు కూడ కృషి జరిగినది. అయితే, ఈ ప్రయత్నములు ఇంకను పరిశోధనాలయదశను దాటి బయటపడలేదు.

కేబిల్ లేకుండ పూర్వప్రపీడనము : ఇది పూర్వప్రపీడనమున మరియొక పద్ధతి. ఆర్చిలను నిర్మించుటకు కూలిపోని దిట్టమైన అడ్డుగోడ అందుబడి యగుచోట, రాతి చదును నేలకు పూర్వప్రపీడనము చేయుచోట **ఈ పద్ధతిని**

వినియోగించవచ్చును. ఆర్చీల లేదా రాతి చదునునేలల జాయింట్ లలో చదునైన చిన్న జాక్ లను ఉంచి, కాంక్రీటు గట్టిపడిన తరువాత వాటిని ఉపయోగింతురు. జాక్ లు కాంక్రీటుపై ఒత్తిడి తెచ్చును. అందువలన కాంక్రీటులో దాని స్థితిస్థాపక హ్రస్వీకరణము మూలమున పర్పడిన సందులలో లేదా బీటలలో చీలలను పెట్టి బిగింతురు [చూ. చిత్రము-10].



ప్రపీడనముచేయుటకుముందు — తరువాత

చిత్రము-10: కేబిల్ లేకుండ పూర్వప్రపీడనము

కేబిల్ గొట్టము: పూర్వతన్యతీకరణమునకు లోబరుచబడిన రూపము గల కాంక్రీటునే విరివిగా వాడుట పరిపాటి. ఇచటి కేబుల్ లను కడ్డీలనుండి లేదా తీగెల కూర్పునుండి తయారుచేయుదురు. వాటిని తరుచుగా జింకు పూత పూసిన ఉక్కు రేకులతో తయారుచేయబడిన-నీటిని చొరనియ్యని-గొట్టములలో ఉంచెదరు.

ప్రీ-ఫేబ్రికేషన్ నిర్మాణము: చూ. ప్రాక్ నిర్మాణము.

దారు నిర్మాణములు: పట్టణ ప్రాంతములలో ఆధునిక భవన నిర్మాణమున కలప పరిమితముగా వాడబడును. అందుకు ముఖ్య కారణములు: 1.అగ్నిప్రమాదనివారణము కష్టసాధ్యమగుట; 2.ఉపయోగకరముగ తయారుచేయబడిన కలప కొరవడుట, సంప్రదాయ కౌశలము కల వడ్రంగులు అరుదుగా లభించుట. అయితే, కలప పుష్కలముగా దొరకు దేశములలో - ముఖ్యముగా పశ్చిమ యూరప్ లోను, కెనడాలోను, యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోను - కలపతో పల్లె ప్రాంతములందు, చిన్ననగరములందు గృహనిర్మాణము నేటికి జరుగుచున్నది. దూలములను, స్తంభములను మేకులతో బిగించుట; అడ్డు గోడలకు, అరలకు ప్లైవుడ్ ను, పేలికలు అతికిన కలపను వాడుట నేటి అభిరుచి. పొరలను అతికి చేయబడిన కలప, ప్లాస్టిక్కు జిగురులు విరివిగా లభించుటతో నేడు కలప నిర్మాణము చాల ముందజవేయుచున్నది.

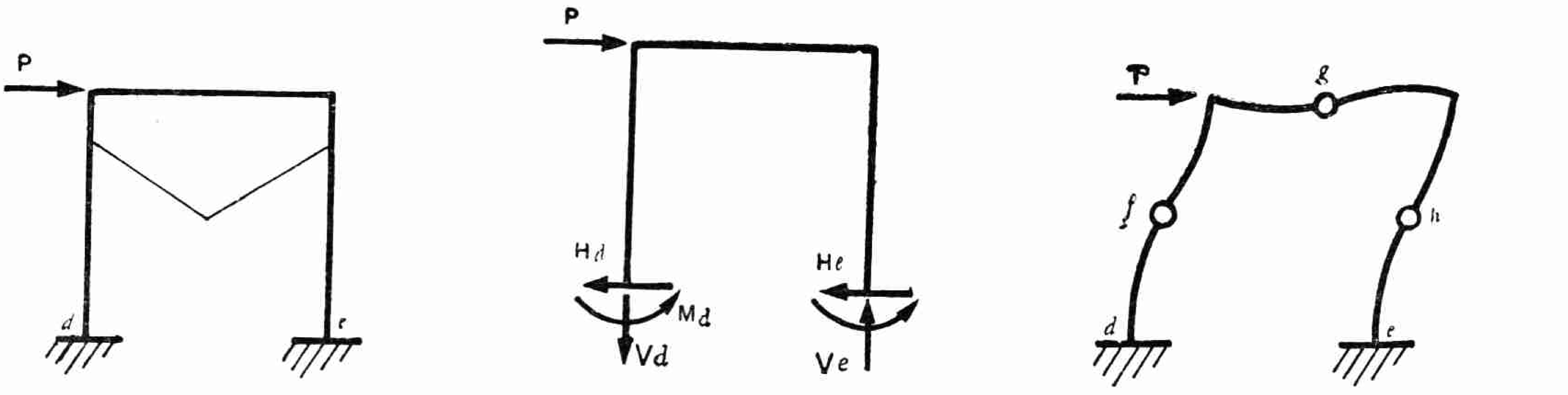
ఉక్కు నిర్మాణములు: చూ. నిర్మాణములు, ఉక్కు.

నిర్మాణయాజమాన్యము: భవన నిర్మాణమున యంత్రములు ఎక్కువగా ప్రవేశపెట్టబడుటవలన, వివిధ రకముల నిర్మాణ ద్రవ్యములను, పనివాండ్రను వినియోగింపవలసి వచ్చుటవలన నిర్మాణ యాజమాన్యము రాను రాను క్లిష్టతరమగుచున్నది. సామగ్రి గొనుగోలు, యంత్రములు, పనివాండ్రు పనిలేకుండ ఉండుట మొదలగు విషయములను సమన్వయపరచి నిర్మాణ పథకమును రూపొందింపవలసి ఉండును. ఇందుకు పూర్వము బార్ చార్ట్ లు అను పద్ధతులు అనుసరింపబడుచుండెడివి. అవి నేటి ఆధునిక కంప్యూటర్ విశ్లేషణకు తగునట్లుగా పెంపొందింపబడి, విమర్శాత్మకపథ పద్ధతి (సి. పి. ఎమ్ -క్రిటికల్ పాత్ మెతడ్), కార్యక్రమ వికసనము, పర్యాలోకన పద్ధతి (పెర్ట్ - ప్రోగ్రామ్ ఇవల్యూయేషన్ అండ్ రివ్యూ టెక్ నిక్) అను రెండు పద్ధతులు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఈ పద్ధతుల సహాయమున నిర్మాణ స్థలమువద్ద ఒక్కొక్క పనికి అవసరమగు కార్మికుల సంఖ్యను, నిల్వచేయవలసిన నిర్మాణ సామగ్రిని, యంత్రములను నిరుపయుక్తముగ ఉంచుకాలమును, నిర్మాణ పురోగతిని కచ్చితముగా ముందుగనే నిర్దేశించుట, పథకము వేయుట సాధ్యమగుచున్నది. జకేరియా

నిర్మాణములు, ఉక్కు: భవనములు, వంతెనలు వంటి భారీ నిర్మాణముల విషయములో నిర్మాణ సౌలభ్యమునకును, మన్నికకును, ఆర్థికముగా - చౌకగా గిట్టుబాటు అగుటకును ఉక్కును నిర్మాణ సామగ్రిలో ప్రధానమైనదిగా ఎన్నుకొనుట నేడు పరిపాటి అయినది. సర్వసాధారణముగా నిర్మాణములు అన్నియు ఒక నిర్దిష్ట భారమును మోయగలవిగా రూపొందించుట ముఖ్యము. ఎప్పుడైనను మొత్తము నిర్మాణముగాని, అందులో ఏ ఒక్క

భాగముగాని వీగి పడిపోకుండా ఆ యా భారములను లెక్కకట్టి నిర్మాణము రూపొందించవలసి ఉన్నది. ఇందుకు మేర నిర్మాణమునందు భద్రతను చేకూర్చుటకు అందలి ప్రతి విడిభాగముపై నెరపబడు ప్రతిబలము (స్ట్రెస్), వికృతి (స్ట్రెయిన్) వంటి భౌతిక లక్షణములను గణన లోనికి తీసికొని అంతిమ నిర్మాణమును తీర్చిదిద్దవలెను.

ఇట్లు నిర్మాణములకు ఉక్కును ప్రయోగించవలసి వచ్చినప్పుడు ఆ నిర్మాణమునందలి భిన్న నిర్మాణాంశములలో మధ్యబిందువువద్దగాని, దూలము మధ్యబిందువువద్దగాని వ్యతిరేక నమ్యవ్యవస్థ(కాంట్రాక్ట్‌ఫ్లెక్చర్)కేంద్రీకరించునని భావనచేయుదురు. అదియుగాక, బయటి స్తంభముల మీద కన్నను లోపలి స్తంభముల మీద రెట్టింపు వికృతి నెరపబడునని కూడ భావన చేయుదురు. ఈ భావనల ఆధారముగా ఫలించు నిర్మాణము శిల్పశాస్త్రమురీత్యా నిశ్చయమైనదని చెప్పబడుతున్నది. దీనిని 'పోర్టల్ పద్ధతి' అని కూడ పేర్కొనుట కలదు.



(A) (B) (C)

చిత్రము-1 (a) స్థితిశాస్త్రరీత్యా అనిశ్చిత నిర్మాణము; (b) Hd & He అనునవి P,e అను బిందువులవద్ద P కు క్షితిజ ప్రతిక్రియలు; Va & Ve అనునవి శీర్ష ప్రతిక్రియలు; Ma & Me అనునవి విభ్రమిషలు; (c) వక్రతలో మార్పువచ్చు బిందువులు f, g, l. h.

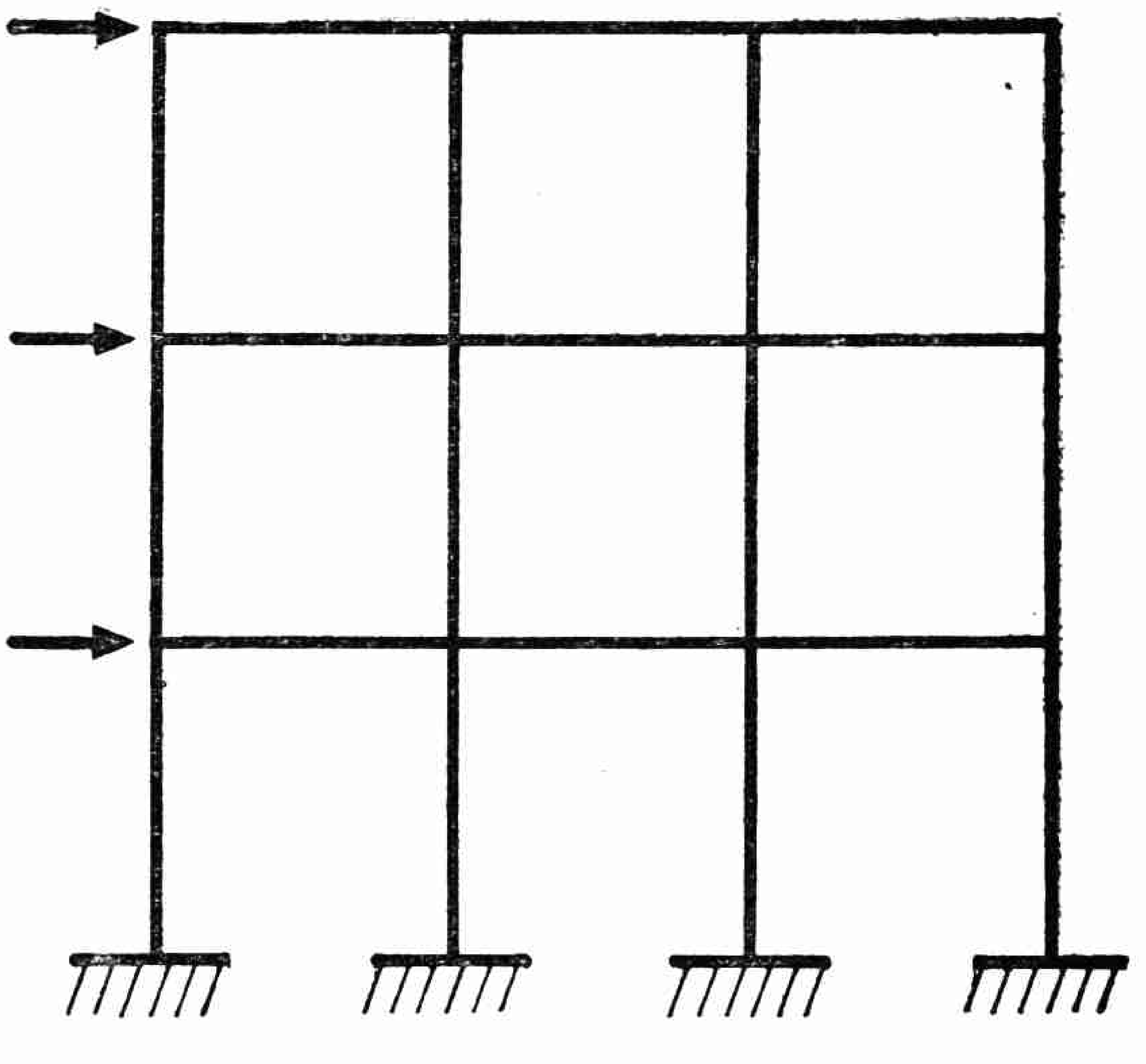
అంతర్బలములను, ప్రతిబలములను లెక్కకట్టవలెను. ఆ తరువాత, మొత్తము నిర్మాణము పొందు వికృతిని, భిన్న నిర్మాణాంశములు పొందు వికృతిని లెక్కకట్టవలయును.

స్థితిశాస్త్రరీత్యా అనిశ్చిత నిర్మాణములు: చిత్రము-1A లో చూపిన నిర్మాణమునందలి అనమ్య చట్రమున స్తంభ రేఖలు పీఠమున p, e అనుచోట బిగించినపుడు ప్రతికరించు నిర్మాణాంశములు చిత్రము-1 B లో చూపినట్లు ఆరు తేలును. ఇందు అజ్ఞాతాంశములు ఆరు ఉండగా సమతాస్థితి నియమమును అనుసరించి మూడు అజ్ఞాతాంశములు మాత్రమే ఫలించును. అందుచేతనే, అట్టి నిర్మాణము అనిశ్చితమైనదని చెప్పుదురు. ఇప్పుడు ఉదాహరించిన నిర్మాణము తృతీయ శ్రేణికి చెందిన అనిశ్చితానిర్మాణము.

పైన ఉదాహరించిన అనమ్యచట్రము భ్రమణమునకు లోనుకాకుండా పీఠము బిగింపబడి ఉండుటవలన నిర్మాణాంశములు మధ్యబిందువువద్దనే చిత్రము-1 C లో చూపినట్లు వక్రించును. నమనాంకము (బెండింగ్ మూమెంట్) ౦ వద్ద ఉండు వీటిని నిరోధక బిందువులని కూడ అందురు. వీటిని ఆధారముగా స్తంభములయొక్క, దూలముల యొక్క స్వరూపములను తీర్చిదిద్దుటకు లెక్కలు కట్టుదురు.

ఉజ్జాయింపు పద్ధతులు: పలు అంతస్తులు గల భవన నిర్మాణములలో పవనభారమువలన ఫలించు ప్రతిబలములను గణించవలసి వచ్చినపుడు అట్టి భారములు స్తంభముల

తులాదండ పద్ధతి: ఇది కూడ ఉజ్జాయింపు పద్ధతి తరగతికి చెందినదే. ఇందుకూడ స్తంభమునందును, దూలమునందును మధ్యబిందువులవద్ద వ్యతిరేక నమ్యవ్యవస్థతో పాటు



చిత్రము-2: తులాదండ పద్ధతి

నిర్మాణమునందలి చట్రమును యొక్క ప్రపీడనము (బాణములు సూచించు)ను అంచనావేయుటను సూచించు రేఖా చిత్రము.

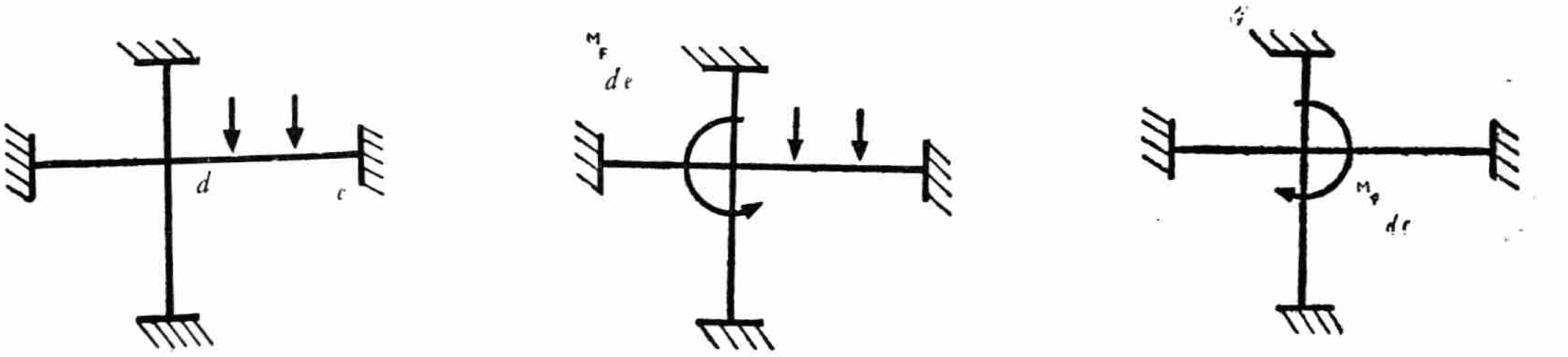
ప్రత్యక్ష ప్రతిఫలములు ఉండునని యు భావింతురు. అయితే, చట్రము యొక్క గరిమ నాభినుండి స్తంభమునకు గల దూర

మునుబట్టి ఈ ప్రత్యక్షప్రతిఫలములు మారుచుండును. పలు అంతస్తులు గల భవనముల చట్రములు పైన ఉదాహరించిన పోర్టల్, తులాదండపు పద్ధతుల రూపొందింపగలము.

కాస్టిగ్లియానో అను సిద్ధాంతమును అనుసరించి శక్తి యొక్క ప్రథమ ఆంశిక ఉత్పత్తి (ఏదో ఒక నిర్దిష్ట బలమును, బిభ్రమిషను అనుసరించి) బిభ్రమష లేదా బలప్రయోగ బిందువువద్ద స్థానవిచలనమునకు సమానము. ఏకాండపు దూలములందును, 489 పుటలోని చిత్రము-2 లో చూపిన చట్రములలోను ఈ సిద్ధాంతము ప్రయోగింపవీలగును.

కనిష్ఠ కార్యసూత్రము, వాలు - అవనత పద్ధతి వంటి విధానములు కూడ నిర్మాణవ్యవస్థలను రూపొందించుటలో ప్రయోగింతురు. ఇదిగాక, త్రివిధ బిభ్రమిష సమీకరణము, బిభ్రమిష వ్యాప్తి పద్ధతి కూడ కలవు.

బిభ్రమిష వ్యాప్తి పద్ధతి: నిర్మాణమునందలి బిభ్రమిషలు చిత్రము- 3a లో చూపినట్లు, చిత్రము-3 B, C లలో చూపిన బిభ్రమిషల సంకలనమునకు సమానము అను సూత్రముపై ఇది పనిచేయును. చిత్రము-3లో d.e స్థిరమైన దూలము. MF_{de} స్థిరమైన అంతము గల బిభ్రమిష ఈ స్థిర దూలమునకు సంబంధించినది.

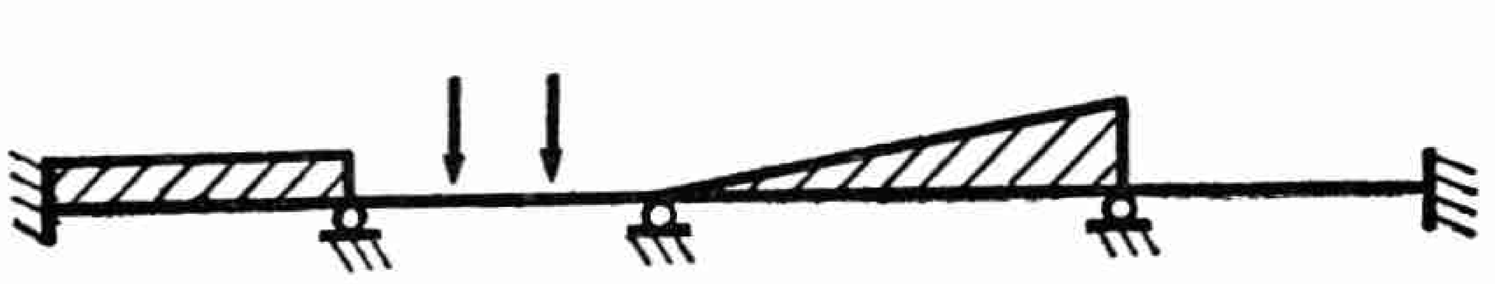


(a) (b) (c)

చిత్రము-3

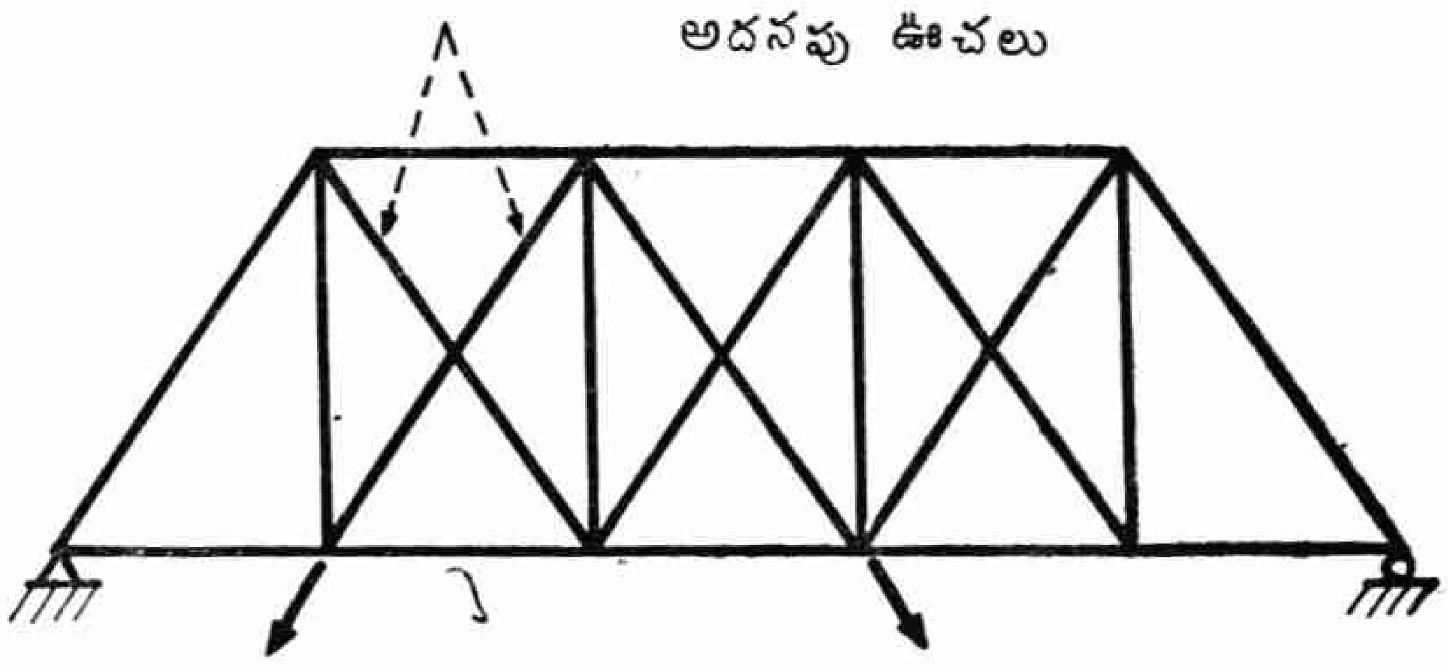
ఏకాండపు దూలములు, చట్రములలో బిభ్రమిష వ్యాపనమును చూపు విధానములను a,b, c చిత్రములలో చూపబడినవి

ఏకాండపు దూలములలో బిభ్రమిష వ్యాప్తి: ఏకాండపు దూలముగాని, చట్రము విషయములలోగాని చిత్రము-3 a లో చూపినట్లు స్థిరమైన అంతముగల చట్రపు విధానమున విడి కమ్మీలు బిగించబడి ఉండును. ఒక సంధినుంచి మరొక సంధికి వరుసగా విశ్లేషణ నిర్వహింపబడును. చిత్రము-4లో ఏకాండపు దూలమున బిభ్రమిషవ్యాప్తి కేంద్రమున గల ఆధారమున ప్రారంభింపబడి, ఇరుప్రక్కల ఉన్న ఆధారములకు వ్యాప్తిచెంది, పిమ్మట అదేపని మరల మరల జరుగుచుండును.



చిత్రము-4

ఏకాండపు దూలములలో బిభ్రమిష వ్యాపనము



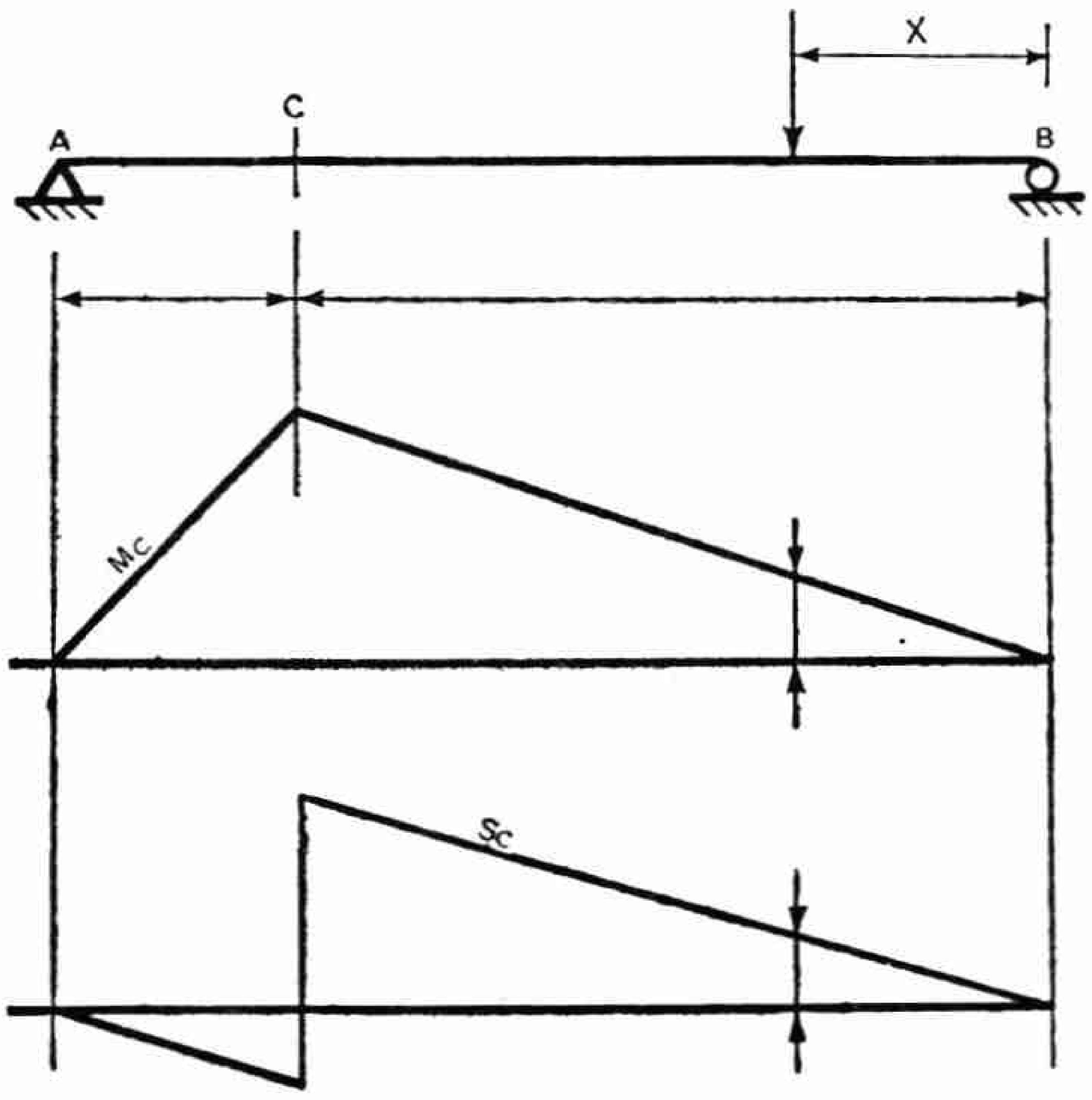
చిత్రము-5 అనిశ్చిత నిర్మాణమున అదనపు ఊచల సంవిధానము

అనిశ్చితపు ట్రస్సులు: ట్రస్సులలో లెక్కప్రకారము అవసరమైన దానికంటె ఎక్కువ బోటుకడ్డీలను పెట్టుట పరిపాటి. ఇటువంటిది స్థితిశాస్త్రరీత్యా నిశ్చితమైన ట్రస్సులలో ఎక్కువగా కాననగును. చిత్రము-5లో ట్రస్సులోని జంట కరణములు కావలసినదానికంటె అతిశయమే. అయితే,ఇది తన్యతా బలమును, సంకోచబలమును వహించుచుండును.

ప్రభావ రేఖలు: నిర్మాణమునందు ఒక దూలము యొక్క బిందువువద్ద అవనత బిభ్రమిషయొక్క ప్రభావ రేఖ వక్రరేఖను బోలి ఉండును. ఇది భారచలనమునుబట్టి బిభ్రమిషలో వచ్చు మార్పును సూచించును ఉదా: 491 పుటలోని చిత్రము-6 లో C వద్ద బిభ్రమిషకు M_c ప్రభావరేఖ.

ఉక్కు నిర్మాణములు: నేడు ఇంజనీరింగు నిర్మాణములందు ఉక్కుచట్రములను విరివిగా వాడుచున్నారు. ఈ ఉక్కు నిర్మాణము నందలి స్థూలవివరములను గురించి తెలిసికొందము. ఉక్కుసెక్షన్‌లు అనేక సైజులలో ప్రమాణీకరింపబడి విక్రయింపబడుట పరిపాటి. ఇవి సాధారణముగా తలవైశాల్యము, బరువు, స్థితిస్థాపక గుణకము వంటి భౌతిక లక్షణములను బట్టి అనేక రకములుగా వ్యాపించుచుండును. ఉదా: వాసపు కమ్మీలుగా ఉపయోగపడు $25.4 \times 12.7 \times 146$ కి.గ్రా/మీ². ($10'' \times 5'' \times 30$

పౌ./అ²); 30.4 × 12.7 × 156 కి.గ్రా/మీ² (12″ × 5″ × 32 పౌ./అ.²) అను రెండింటిలోను రెండవది కొద్దిగా



చిత్రము-6
వక్రతా భ్రమిషయందు ప్రభావరేఖలు C బిందువువద్ద S_c విరూపమునకు Mc భ్రమిష.

బరువు ఉన్నప్పటికీ మొదటిదానికంటె బలమైనది, దారుఢ్యమైనదిగా ఎంచబడినది. మరొక ఉదాహరణకు: 30.4 × 12.7 సెం.మీ × 146 కి.గ్రా/మీ² (12″ × 5″ × 39 పౌ /అ.²) రెండు కమ్మీలతో తయారయినది, 38.1 × 15.2 సెం మీ. × 147కి గ్రా/మీ² (15″ × 6″ × 30పౌ./అ ²) ఒకే కమ్మీతో తయారయిన దానితో సమానబలము కలిగి 6.803 కి.గ్రా. 30% ఉక్కు కలిసి వచ్చునట్లు చేయును.

ఉక్కు నిర్మాణములను రూపొందించుటలో ఆ నిర్మాణ వ్యవస్థయందు గల ప్రతి ఒక కమ్మీ ప్రతి బలములకు గురి అయినప్పుడు అది గరిష్ఠ అవనతభ్రమిష దిశ వైపుకు ఉండవలెననునది ప్రధానముగా పాటించవలయును.

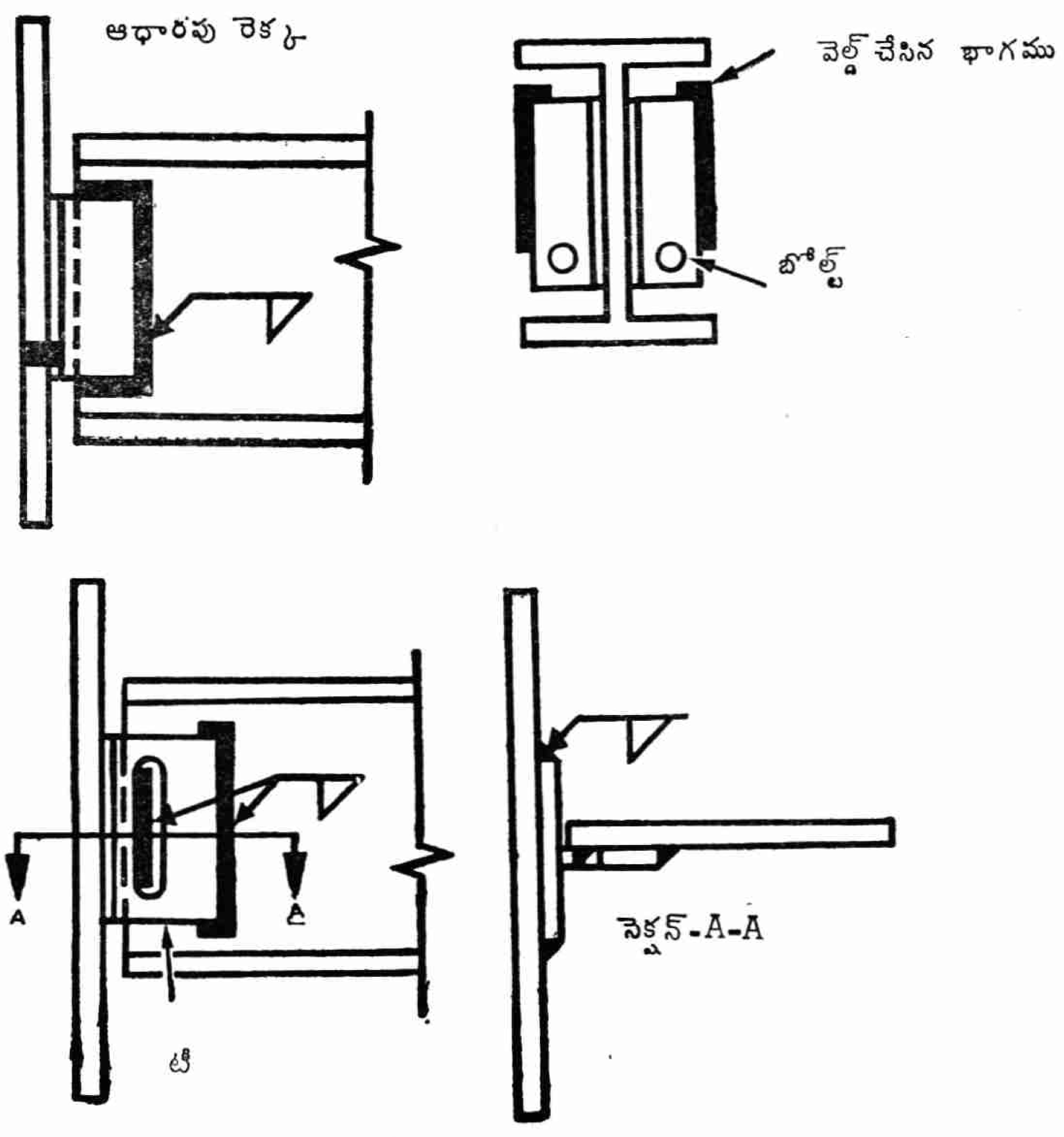
ఉక్కు నిర్మాణములను సిద్ధపరచుటలో మరొక విషయమునుకూడ గమనింపవలయును. అది బరువునకు సంబంధించినది. బరువును ఇష్టమువచ్చినట్లు తగ్గించకూడదు. ఇట్లు చేయునప్పుడు మజూరీ విషయమును కూడ దృష్టి యందు ఉంచుకొనవలయును. బరువును తగ్గించవలెననిన ప్లేటు గర్డర్లకు బదులుగ జాలమువంటి వాటిని ప్రయోగించవచ్చును. అయితే, బరువు తగ్గి సరకు ఆదా అయినప్పటికిని జాలము నిర్మించుటకు మజూరీ ఎక్కువగుట గమనించ నగును. సందేహము వచ్చినప్పుడు ఇతర విధములైన డిజైనుల విషయములోకూడ నికరపు ఖర్చులను లెక్కకట్టి ఒక నిష్కర్షకు వచ్చుట మంచిది. రవాణా చేయుటలోను, కావలసిన స్థలమున బిగించుటయందును, అది పాడై పోకుండ ఎప్పటికప్పుడు పోషించుటయందును తారసిల్లు సమస్యలను సులువుగా పరిష్కరించుటకు వీలుగా నిర్మాణము నందలి జాయింటులను సమకూర్చవలెను. పిటబిళ్ళలు ఊడి పోకుండ దృఢముగా రివెట్లతోను, బోల్టులతోను బిగించవలెను. బిగించుటకుముందు నిర్మాణము నందలి విడి కమ్మీలు సులువుగా ఎత్తుటకు వీలుగా ఉండవలెను. ఎత్తునప్పుడు కప్పిని ఉపయోగించుట సాధ్యమైనంతవరకు తక్కువగా ఉండవలయును. నిర్మాణము నందలి డిజైను క్లిష్టతరమగు కొద్దీ దానిని రూపొందించుటకు అగు ఖర్చు అపరిమితముగా పెరిగిపోవును. అయితే, తాపీపనిలో ఖర్చు అంతగా పెరగదు. ఉక్కుచట్రపు నిర్మాణమునందు పునాది మొదలు పైకప్పు వరకు విడిభాగములను జాగ్రత్తగా బిగించవలెను. క్రింది అంతస్తును వదిలివేసి పై అంతస్తునందు మాత్రము ఉక్కుచట్రపు నిర్మాణము చేయుదమన్న అది సాధ్యము కాదు. ఇటుకతో నిర్మించిన తాపీపనిలోగాని, కాంక్రీటు పనిలోగాని ఉక్కును తాపించిన (ఆర్.సి.సి. నిర్మాణములో తప్ప) అది బరువు మోయునని లెక్కకట్టకూడదు. పూర్తిగా తాపీపనిగాని, పూర్తిగా ఉక్కునిర్మాణపుపనిగాని మొత్తము బరువును వహించుటకు దృఢముగా ఉండవలెను.

భవన నిర్మాణము నందు ఉక్కు నిర్మాణములను వినియోగించినప్పుడు అవి ఎంత బరువు మోయుటకు నిర్దిష్టములైనవో అంత బరువునే మోయునట్లు జాగ్రత్త తీసికొనవలయును. అయితే, ఉక్కు నిర్మాణమునకు బదులుగా ఇటుకపని వినియోగించిన ఈ విషయము అంత పట్టించుకొను అవసరములేదు. చూచుటకు నదురుగా కనిపించుటకును, నిర్మించుటలో తేలికగా ఉండుటకును, ఖర్చు కలిసివచ్చుటకును, లెక్కలు కట్టుటకు తేలికగా ఉండుటకును దీర్ఘ చతురస్రాకారములో స్తంభముల మధ్యదూరము సాధ్యమైనంతవరకు సమానముగా ఉంచుట ప్రయోజనకరము. చట్రనిర్మాణములో తిర్యక్ పద్ధతిగాని, విపరీత భారములనుగాని సాధ్యమైనంతవరకు లేకుండ చూడవలెను. దూలములను నేరుగా స్తంభములలోనికి చొచ్చుకొని ఉండునట్లు సంధించవలెను. అంతస్తుల భారమును, పైకప్పు భారమును వహించు స్తంభములు సాధ్యమైనంతవరకు పునాదినుండియు ఏకాండముగా ఉండవలెను. ఒకవేళ వింగడించవలసివచ్చునప్పుడు అంతస్తు మట్టమునకు 0.421 మీ. ($1\frac{1}{2}'$)పైన ఉండునట్లు చూడవలయును. సాధ్యమైనంత వరకు బరువైన గోడలను మోయు దూలములపై ఆధార పడునట్లుగా వాటిని నిర్మించవలయును. ఉక్కు నిర్మాణమునకు సంబంధించిన డిజైనులను డ్రాయింగుల ద్వారా అసందిగ్ధముగా సిద్ధపరచవలెను. డ్రాయింగులలో

పొందుపరచిన వివరములకు తు. చ. తప్పకుండా ఉక్కు నిర్మాణములను నిర్మించవలెను. ఉక్కునిర్మాణములో ఉపయోగపడు సామగ్రి పోత ఇనుము, చేత ఇనుము, మెత్తని ఉక్కు. ఇందులో మెత్తని ఉక్కు ప్రముఖపాత్ర వహించును [చూ. ఇంజనీరింగుడ్రాయింగు-పు. 229].

దూలములు: భవన నిర్మాణమునందు ఉపయోగపడు దూలములు సాధారణముగా ఏకాండముగా ఉండు ఉక్కు సెక్షనులుగా ఉండవచ్చును లేదా విడి విడి ఉక్కుబద్దెలు, దళసరి రేకులు, రివెట్‌లు, బోల్ట్‌లు ద్వారా సంధింపబడినవిగా ఉండవచ్చును. ఎక్కువ దార్ఢ్యమును ఇచ్చుటకుభారీ తలవైశాల్యమునకు గాను ఈ రెండవ విధమును అనుసరింతురు. ఇంకను వెడల్పయిన దూలములుకావలసివచ్చినప్పుడు రెండుగాని, అంతకుమించిగాని దూలములను సమాంతరముగా సంధించి ఒక సంపూర్ణమైన నిర్మాణమును రూపొందింతురు. చేత ఇనుము బిళ్ళతోగాని, బోల్ట్‌లతోగాని ఈ పనిని సాధింతురు. ఇంకను పెద్ద దూలములు అవసరమైనప్పుడు చిత్రము-7 లో చూపినట్లు బిళ్ళ దూలమును, విడిభాగమును రివెట్‌ల ద్వారా కూర్చి సిద్ధపరతురు.

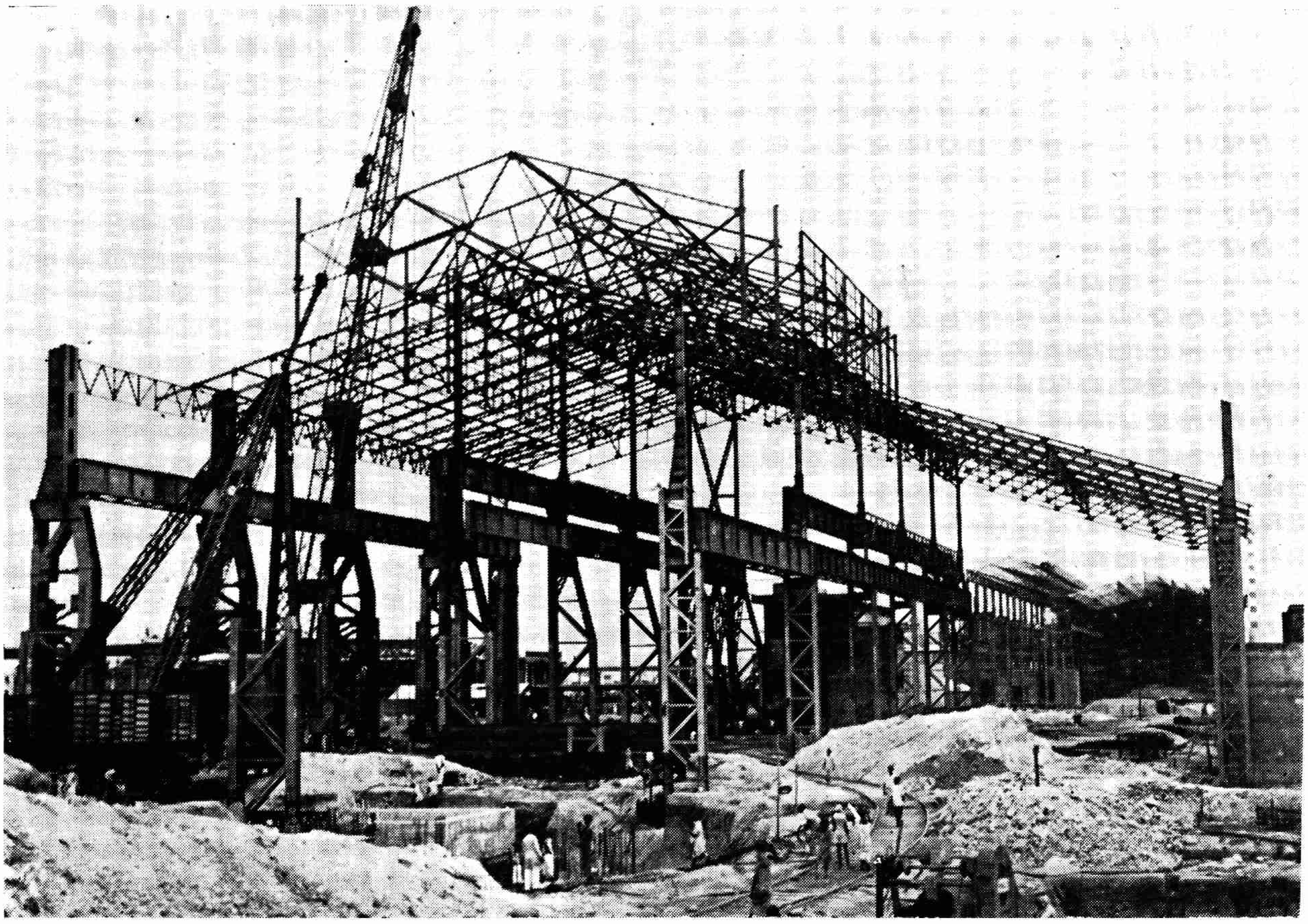
దూలములను రూపొందించుటలో గమనించవలసిన విషయములు: ఏకాండపు దూలములుగాని, రెండుకొనలు బిగించిన దూలములుగాని సిద్ధాంతరీత్యా విడికొనలుగల ఖండదూలములకంటె కొద్దిపాటి అవనత విభ్రమిషకు లోనైనప్పటికిని 1. వాటి చివరలు కేవలము దృఢమైనవిగా చెప్పవచ్చును; 2 ఏకాండపు దూలముల ఆధారములు అన్నియు ఒకే సరళరేఖలో ఉండి, ఒకే విధముగా సర్దుకొని ఉండును. అయితే, అనుభవములో ఇట్టి స్థితిని సాధించుట కష్టసాధ్యము.



చిత్రము-7: వెల్డ్ చేసిన అల్లిక (వెబ్) సంవిధానము

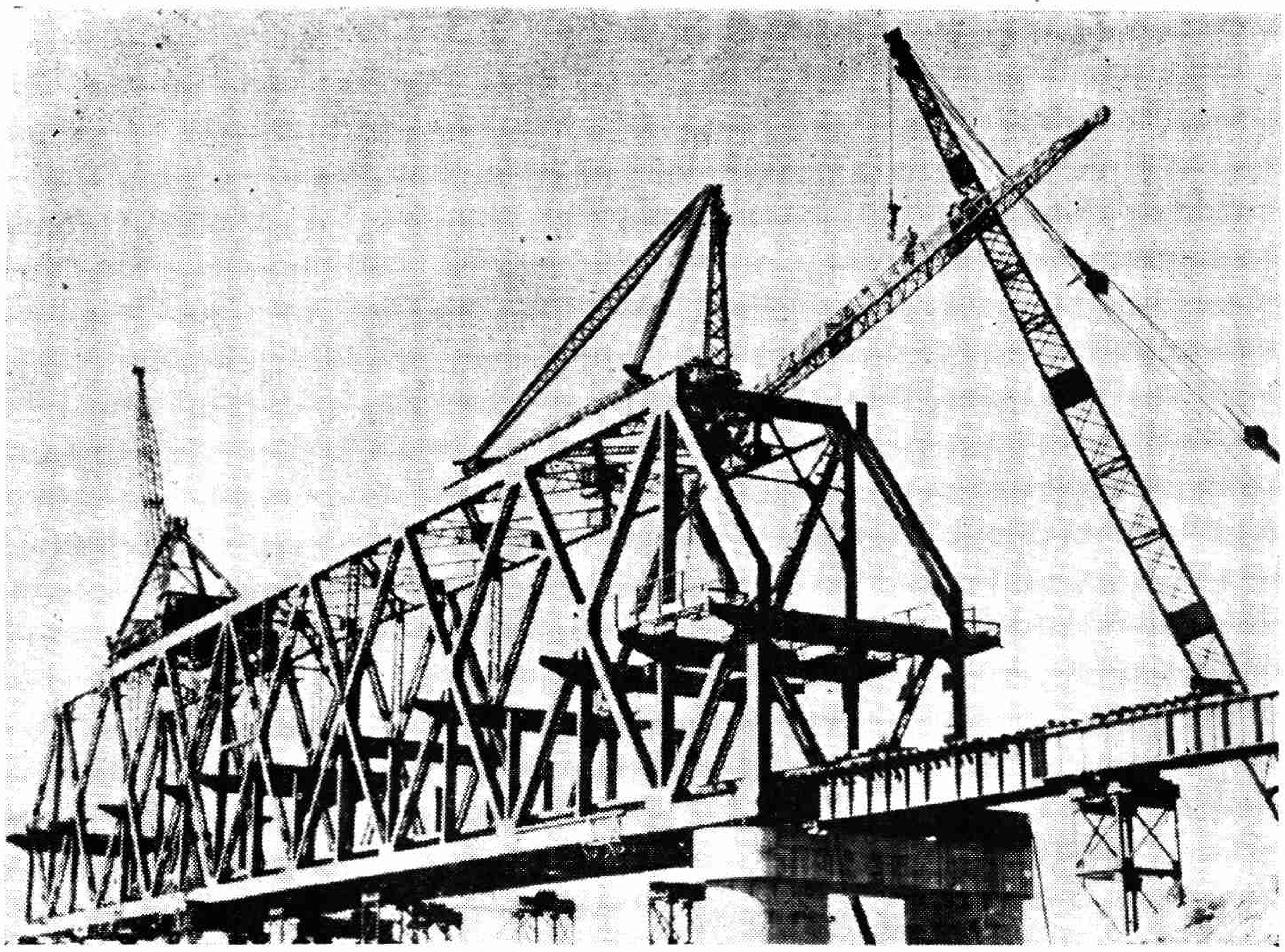
వాసములపై బరువులు ఎక్కించవలసి వచ్చినప్పుడు అవి వంగుటకు లోనుకాకుండా లెక్కలు కట్టి జాగ్రత్తలు తీసికొనవలెను. సాధారణముగా రెండు ఆధారముల మధ్య దూరములో 1/300 వంతుకంటె ఎక్కువగా వంగకూడదు. ప్లాస్టర్ చేసిన కప్పు విషయములో ఈ వంపు 1/480వంతుకంటె ఎక్కువ ఉండకూడదు. సన్నని తలములు గల దూలములు, వాసములు సాధారణముగా బలహీనములైన వాటిగా గ్రహించవలెను. అయితే, వాటిని కాంక్రీటులో పొదుగునప్పుడు, దానిని ప్రక్కవాటుగా బిగించినప్పుడు అది బలమును పుంజుకొనును. పీటబిళ్ళలు గాని, స్తంభము క్రింద పొదగబడు రాళ్లుగాని, కాంక్రీటుగాని సాధ్యమైనంత విస్తీర్ణమున ఉండవలెను. ఇట్లుండిన గోడల భారము సమముగా వ్యాప్తిచెందును.

స్తంభములు: స్తంభము యొక్క రూపురేఖలు అనేక విషయములనుగణనలోకితీసికొని తీర్చిదిద్దుదురు. ముఖ్యముగా దాని నాజూకు, నిష్పత్తి, భారము, దాని చివరల బిగింపు పద్ధతి, ఇంకను కొన్ని సాంకేతిక విషయములను లెక్కలోనికి తీసికొందురు. వెడల్పు తలములు గల సెక్షన్‌లను అవసరమునకు అనుగుణముగా ఉక్కు కర్మాగారములో తయారు చేయుదురు. బరువైన భారీ సెక్షన్‌లు అవసరమైనపుడు సన్నపాటి సెక్షన్‌లను రివెట్‌లతో బిగించుదురు. ఇటువంటి సెక్షన్‌లు తరచూ చూడవచ్చును. సెక్షన్‌ను ఎన్నుకొనుటలో బిగింపు విధానము అటూ, ఇటూ ఉండు భాగముల పరిమాణమునుబట్టి ఎన్నిక చేయుదురు. అయితే, అది సరళమైనవాటిని సులువుగా కార్ఖానాలో బిగించ వీలున్నప్పటికిని కావలసిన సామగ్రిని ఎన్నుకొనుటలో ప్రజ్ఞ చూపించవలెను. కనిష్ఠ పరిమాణ దిశలో సాధారణముగా ఉక్కు స్తంభములు వంపుకు



నిర్మాణములో ఉన్న ఉక్కుతో కట్టిన కట్టడము

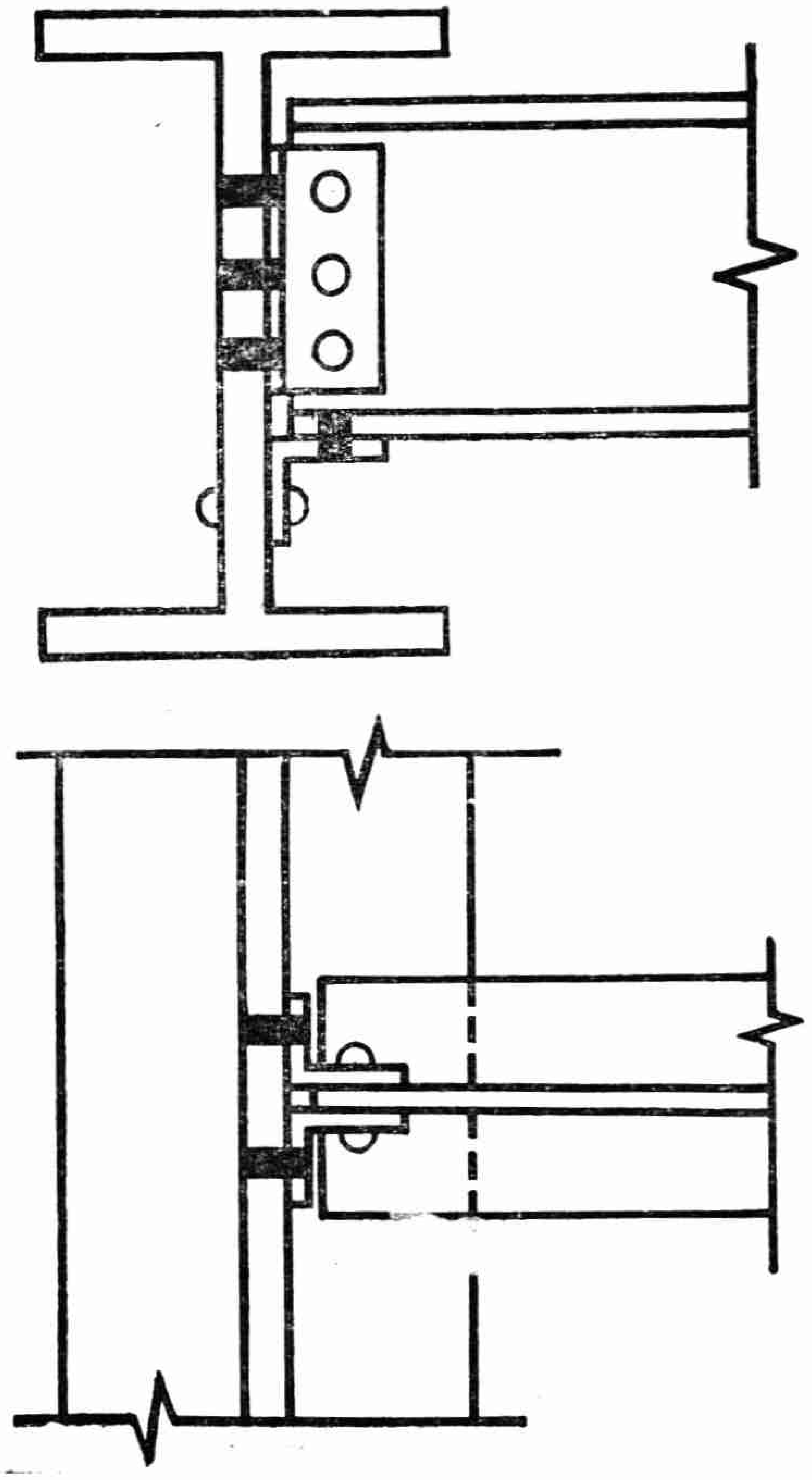
※



ఉక్కుతో వంతెన నిర్మాణము

Blank Page

లోనగుచుండును. అటువంటి సందర్భములలో సాంకేతిక విషయములపట్ల జాగ్రత్త తీసికొనవలెను. చానల్ ఆకారములో ఉండు స్తంభములు దృఢమైనవిగాను, చౌకగాను ఉండును. I ఆకారములో ఉండు రెండు దూలములు ఉపయోగించుటవలన ఖర్చు ఎక్కువగుటయే కాక, దానిని ఒకదాని కొకటి సంధించుట కూడ కష్టసాధ్యము. తేలికయిన బరువులు మోయుటకు నాలుగు L ఆకారములో ఉండు ఆంగిల్స్‌ను వాడుట సౌకర్యము. ఇది టన్నీ ఖరీదు తక్కువగుటయే కాక, వీటి కలయికతో నిర్మింపబడిన స్తంభము పార్శ్వ దృఢత్వము కలిగి ఉండును (I ఆకారపు దూలముకంటె). దీనికితోడు రెండువరుసల రివెట్‌లు సరిపోవును. మొత్తము స్తంభము ఈ కొననుండి ఆ కొన

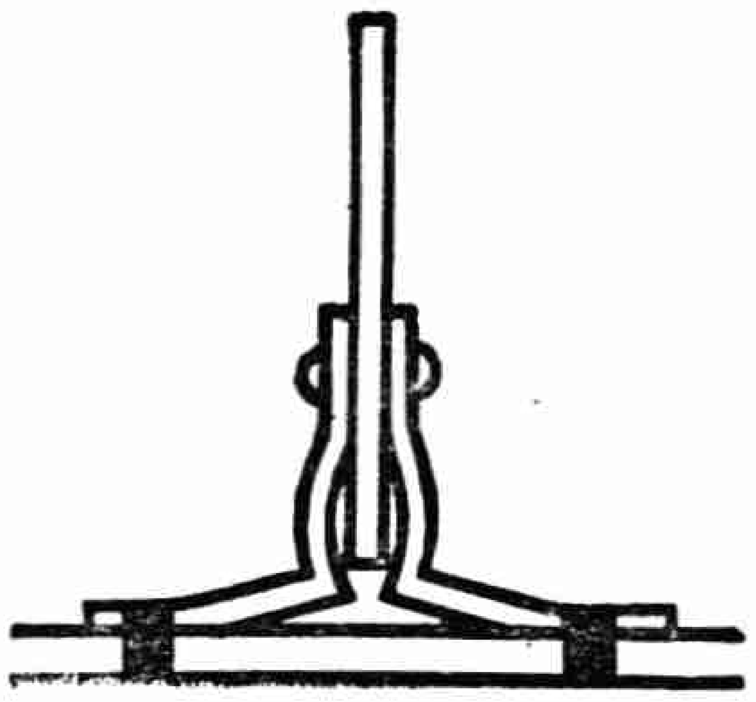


చిత్రము-8 a

రివెట్‌లు, బోల్ట్‌లతో అల్లిక సంవిధానము

వరకు ఒకే ఆకారములో ఉండుట మంచిది. కొన్ని రకముల ఉక్కు స్తంభములు చిత్రము - 8 లో పొందుపరుపబడినవి [చూ. చిత్రము-8 a, b].

పైకప్పుకు ఉక్కు ట్రస్సులు :-7-9 మీ. (25′-30′) గర్భము గల వాటికి కూడ కలపతో నిర్మింపబడిన ట్రస్సుల కంటె ఉక్కుతో నిర్మింపబడిన వాటినే ఎన్నుకొనుట పరిపాటి అయినది. దీనికి కారణములు తేలిక, కలపవలె చెడిపోకుండుట, చెదపట్టకుండుట, అగ్నికి ఆహుతి కాకుండుట, తేలికగా ట్రస్సుభాగములను కార్ఖానాలో తయారు చేయుట, రవాణాకు వీలుగా ఉండుట వంటివి. సాధ్యమైనంతవరకు ట్రస్సులోని భాగములు అన్నియు ప్రత్యక్ష సంపీడనమునకు లోనగుచుండును. అయితే, తిర్యక్ ప్రతిబలములను తప్పించుకొనుట కష్టసాధ్యము. పైదూలము విషయమున కప్పు క్రిందిభాగమునకు గాని, వాసమునకు గాని బిగింపబడి ఉండును. తన్నుకర్రలు సాధ్యమైనంత పొట్టివిగా ఉండవలెను. తిర్యక్ బలములకు, ప్రతి బలములకు లోనగుచుండు వాసములు 3 మీ. (10′) లకు మించరాదు. బిగింపుభాగములు దృఢముగా ఉండవలెను. ట్రస్సులలో వినియోగపరచు సెక్షన్‌లు L ఆకారమునగాని, T ఆకారమునగాని బిగింపబడును. బిగింపు భాగములు ఇనుపబద్దలు గాని, ఊచలుగాని సరిపోవును. కాని, గట్టితనము కావలసివచ్చినపుడు L, T ఆకారమున



చిత్రము-8 b

రివెట్, బోల్ట్‌లతో అల్లిక సంవిధానము.

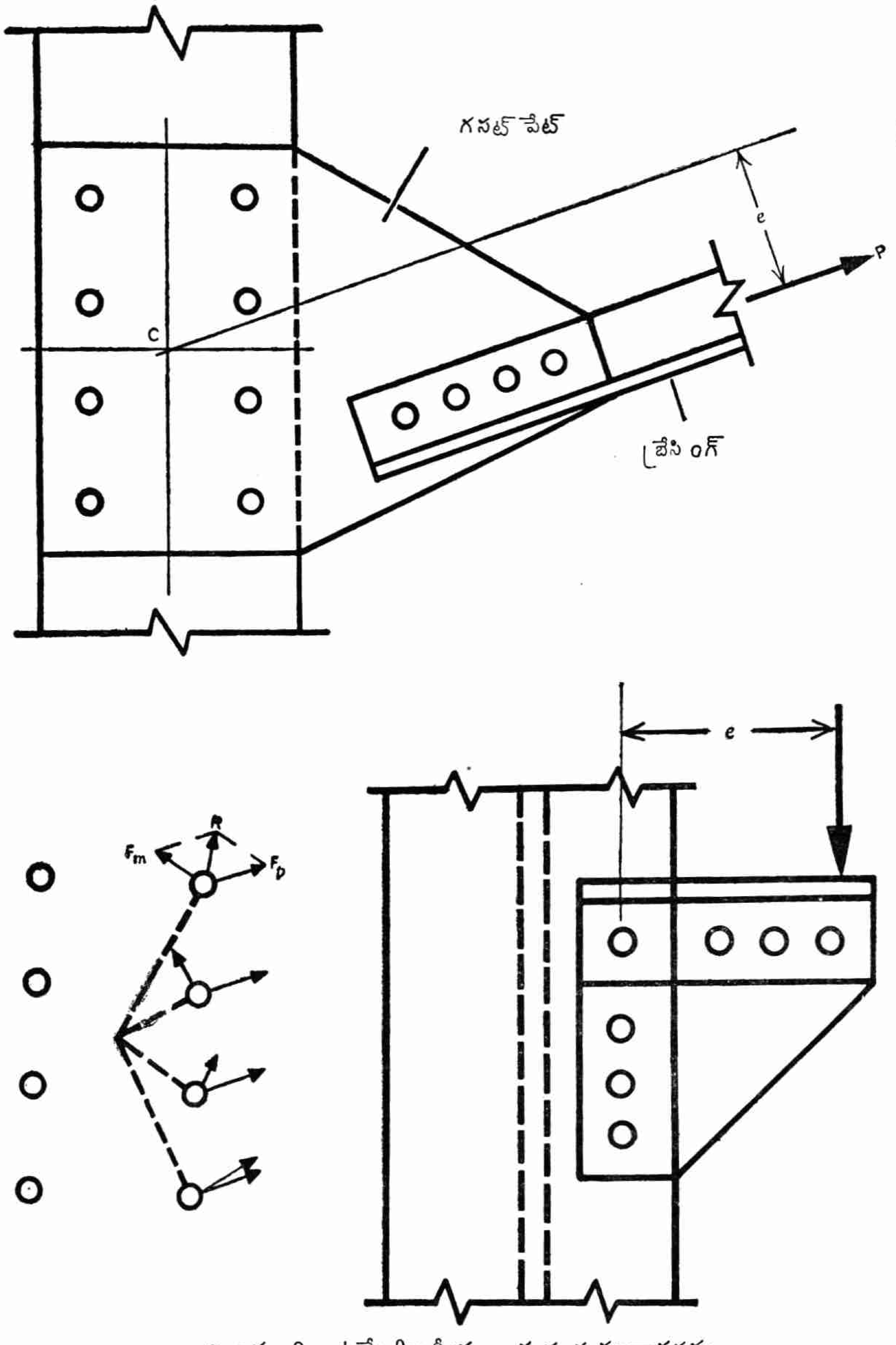
ఉండు వాటిని ఉపయోగింతురు. ఇనుపబద్దలు పోయించినపుడు వంగిపోకుండ అంచుపై మోపవలెను.

పై దూలమును ఉపయోగించు విధానము, మరొక విధమైన వ్యవస్థ 494 వ పుటలోని చిత్రము-9 లో చూడనగును. దీనియందు తన్నుకర్రలు పొట్టివగుటచే ట్రస్సు క్రింది శీర్షతలము గరిష్ఠముగా ఉండును.

ట్రస్సులో జాయింటు వేయవలసినచోట విడికమ్ములను ఉమ్మడిగా ఒక కోణపుబిళ్ళ (గస్సెట్ ప్లేట్) కు చేర్చుదురు. ఈ కోణపుబిళ్ళ కనీసము 9.52 మి. మీ (3/8″) ల మందము అయినను ఉండవలెను. అయితే, జాయింటు వేయునపుడు ఉపయోగించు రివెట్‌ల వ్యాసము, వాటి సంఖ్య, కోణపుబిళ్ల మందము వంటివి లెక్కవేసి గణింతురు. ఇట్లు లెక్క వేయునపుడు ట్రస్సు గరిష్ఠ వికృతిని తట్టుకొనునట్లు చూతురు. ట్రస్సుకు ఇరువైపుల రివెట్‌ల

సంఖ్య సమముగా ఉండునట్లు కూడ చూచుదురు. సాధారణముగా ట్రస్సుకు, ట్రస్సుకు మధ్య దూరము 3 మీ.(10′) కంటె ఎక్కువ ఉండకూడదు. నడిమిదూరము తక్కువ ఉన్నప్పుడు ట్రస్సుల చివరలు సీసపురేకుపై ఉంచవలెను. బోల్టులు బిగించుటకు తొలిచిన రంధ్రములు దీర్ఘ చతురస్రాకారముగ ఉండవలెను. ఇట్లు చేయుట వలన వేడిమికి ట్రస్సు వ్యాకోచించినప్పటికిని అప్పుడు ఏర్పడు పార్శ్వ సాగుదలను లోగొనును. ట్రస్సులు పెద్దవైనపుడు ఒక కొసను స్థిరముగ బంధించి, రెండవ చివరను ఉక్కు చట్రముల పై పొదిగినపీఠముపై అన్చవలెను. ఇట్లు చేయుటవలన పార్శ్వ సాగుదలకు స్వేచ్ఛ ఉండదు.

ట్రస్సులోని వాసము యొక్క పాదమున ఉక్కు బద్దనుగాని ఊచనుగాని భద్రముగా బిగించిన గాలిని అడ్డగించుటకుతగుఏర్పాటు చేకూరును. ఇట్టి ఏర్పాటులు 3,4 ట్రస్సులకు అక్కడక్కడ చివరవరకు వేయదగును. ఉక్కు ట్రస్సులపై కప్పుగా ఇనుప డోరియా రేకులు ఉపయోగించునపుడు ఉక్కు తీగతో తయారైన బోల్టులను ఉపయోగించినచో ఉక్కు అడ్డబద్దలకు వాటిని చక్కగా బిగించ వీలగును.



చిత్రము-8 : ఉత్కేంద్రీయ భారయుత సంధానకము

వెల్డ్ చేసిన జాయింటులు: ఇటీవల వెల్డింగు ఒక సాంకేతిక కళగా రూపుగొని నిర్మాణ పరిశ్రమ యందు విరివిగా వాడబడుతున్నది. ఇంతవరకు నిర్మాణరంగమున ప్రముఖ స్థానము వహించిన రివెట్ లు వేయుపద్ధతిని వెల్డింగు త్రోసి రాజు అనుచున్నది.

వెల్డింగువలన ప్రయోజనములు: 1. రివెట్ రంధ్రములు లేకపోవుటచే బిగింపు భాగముల పై తలము నంతయు వినియోగమునకు తేవచ్చును; 2. వెల్డ్ చేయుటవలన చివరలను కలుపుటకు తక్కువ సామగ్రి (బిళ్ళలు, రివెట్ లు)తో సరిపెట్టవచ్చును. అనగా దూలములను, స్తంభములను ఒకదానికొకటి సంధించవలసి వచ్చినపుడు L,T ఆకారపు ఉక్కుకోణ సామగ్రితో పని లేదు; 3. దృఢత్వమునకు L,T ఆకారము గల ఉక్కు కోణ సామగ్రికి బదులుగా శ్రేష్ఠమైన బిళ్ళలను ఉపయోగించుటకు వీలున్నది; 4. రివెట్ పనిచేయునపుడు చప్పుడు ఎక్కువగా వచ్చును. వెల్డింగ్ పద్ధతిలో చప్పుడు లేకపోవుట మహానగరములలో సౌకర్యముగా ఉండును. వెల్డింగ్ పద్ధతితో నిర్మాణపు పని చురుకుగా సాగును; 5. రివెట్ పద్ధతి అధిక శ్రమతో కూడినది. చౌర వీలుకాని మూలలను కలుపుటకు రివెట్

పద్ధతి మరింత కష్టసాధ్యము; 6. ఖారీనిర్మాణములందు జాయింటులు వేయుటలో వెల్డింగు పద్ధతిని వినియోగించిన ఖర్చులు కలిసివచ్చును.

ఆక్సీ - అసిటిలీన్ వాయువుగాని, విద్యుత్తు చాపము (ఎలక్ట్రిక్ ఆర్క్స్)ను గాని వినియోగించి కరగుపద్ధతిని వెల్డింగ్ చేయుటద్వారా జాయింటులు సాధ్యమగును.ఇందు ఆక్సీ-అసిటిలీన్ వాయువును ఉపయోగించుట చౌకపద్ధతి. అయితే, ఈ వాయువు అవసరమైనచోట లభించుట ఒక్కొక్కసారి కష్టము. విద్యుత్తు అయినచో సాధారణ ముగా లభించును. విద్యుత్తును ఉపయోగించి వెల్డింగు చేయునపుడు సంధించవలసిన రెండు కొసలను అనవరత ముగ విద్యుత్తు స్ఫులింగమునకు గురిచేసినపుడు ఆ కొసల వద్ద అధిక ఉష్ణము జనించి అవి కరగి, చల్లారిన వెంటనే తోడుకొని అతుకుకొనును [చూ. వెల్డింగు]. సాగర్

నిర్మాణ సామగ్రి : భవన నిర్మాణమునకు అగు ఖర్చులో సామగ్రికి అగు ఖర్చు ప్రధానమైనది. వేల సంవత్స రములుగా మన్ను, ఇటుకలు, పెంకులు, రాళ్ళు, సున్నము. కలప గృహ నిర్మాణ సామగ్రిగా వాడుకలో ఉన్నవి. నేటికిని వీటిని సంప్రదాయ పద్ధతులతోనే తయారుచేయుచున్నారు. అధునాతన పరిశ్రమలో భవన నిర్మాణ సామగ్రిగా సిమెంటు, ఉక్కు, ఆస్బెస్టాస్, బిట్యూమినస్ ప్రసిద్ధము లైనవి. కొత్తగా ప్లైవుడ్, తేలిక పరికరములు, కాంక్రీటు వస్తువులు, సన్మైకా, ఫార్మికా వంటి ప్లాస్టిక్, పానెల్ సామగ్రి వాడుకలోనికి వచ్చుచున్నవి. అతి ముఖ్యములైన భవన నిర్మాణ సామగ్రిని గురించి దిగువ ప్రస్తావింతము.

పునాది: భవన నిర్మాణమున అతి ప్రధానమైనది పునాది. ఇది భవనములకు అడుగున ఉండును. దీనిని దట్టపు పద్ధతిని లేదా పలకలుగా వేయవచ్చును [చూ. పునాదిశాస్త్రము-పు. 568; నిర్మాణములు-పు. 481]

పునాది అనగా గోడల క్రిందిభాగమున నేలలో దట్టించు రాయి, సున్నము మొదలైనవాని మిశ్రముగా చెప్ప వచ్చును. వీటికి ఇసుకనుండి నల్లరాయివరకు ఉపయో గించవలసి ఉన్నది. నేల గుణమును బట్టి పునాదికి ఉప యోగించు ఇసుక, ఇసుకమన్ను, మన్ను, రాయి వాడ బడుచుండును. పునాదిలో రాతిముక్కల నడుమ జాగా ఉండును గదా! నీటితో దట్టించినపుడు ఈ జాగాలు పూడి పోవును. పునాదిలో మట్టికణములు, నీరు, గాలి ఉండును. ఇసుక, సున్నముతో వేసిన పునాది ఎండిన తరువాత కొండ రాయివలె గట్టిగా ఉండును. కాని, తయారగునపుడు పాయసమువలె మెత్తగా ఉండును. ఈ రెండు స్థితులకు తేడా జాగాలలో నీరు చేరుటయే. భవనములకు పునా దులు వేయునపుడు ఈ సూత్రము గమనింపనగును. పునా దిని ఎంత లోతుగా, వెడల్పుగా వేసినను, ఎప్పటికప్పుడు దానిని గట్టిపరచుచు రావలయును. నేలలో కొంత చెమ్మ ఉండుట సహజమే!

అనాదిగా గ్రామీణులు గృహ నిర్మాణములో పునాదికి చౌకగాను, పుష్కలముగాను లభించు మట్టిమిశ్రముతో పాటు రాళ్లు, గడ్డి, వెదురు, రెల్లు కూడా ఉపయోగించుట కలదు. గోడలు క్రుంగకుండా ఉండుటకు, పగుళ్లు నిరో ధించుటకు ఎండిన ఇటుకలను పునాదికి ఉపయోగింతురు.

సామాన్యమైన పునాదులు బరువును ఆపలేవు.మిశ్రముతో దట్టించి, గట్టిపరచిన పునాదులు చాల గట్టిగా ఉండును. పునాదులకు ఉపయోగించు రాతిముక్కలు ఒకే పరిమాణ ములో ఉండునట్లు చూడవలెను. వాటిని సమపాళ్లలో కలుపుట అవసరము. దీనికి 40 నుండి 70% ఇసుక, 10 నుండి 40% సిల్ట్, 30% వరకు రాళ్లు అవసరము. తరువాత 3 నుండి 6% వరకు సిమెంటు, 1 నుండి 4% వరకు బిట్యూ మినస్ లేదా తారు కలుపవలసి ఉండును. పునాది వేసిన కొలది గట్టిపడుతూ నీటిని చేరనీయదు. పునాది లోతును బట్టి, ప్రమాణమును బట్టి దాని శక్తి ఇనుమడించును.

పునాదికై తయారుచేసిన మిశ్రములను ఇటుకలు, పలకలు తయారుచేయుటకు, గోడలు కట్టునపుడు ఇటుకల నడుమ లేదా రాళ్ల నడుమ వాడుటకు ఉపయోగించ వచ్చును. యంత్ర సహాయమున పునాదులు వేసినను, 'బ్లాకులు' తయారుచేసి భవనములు నిర్మించినను సత్ఫలిత ములు కలుగును.

ఆస్బెస్టాస్: ఇసుకవంటి ధాతువులతో తయారైన సరి కొత్త మిశ్రము ఆస్బెస్టాస్. దీనిలో ఇసుక పాళ్ళు ఎక్కువ గలవి, సున్నము పాళ్ళు ఎక్కువ గలవి అని రెండు వర్గములు ఉన్నవి. ఈ ధాతువులను యంత్రములో ఆడించి పోగులుగా తీయుదురు. వీనిలో పెద్ద పోగులు, చిన్న పోగులు ఉన్నవి. పెద్ద పోగులు 50 మి. మీ. పొడవు ఉండును. వస్త్రోత్పత్తికి, తాళ్లు పేనుటకు ఇవి ఉపయో గించుచున్నవి.

ఆస్బెస్టాస్ పోగులను, సిమెంట్ నీరు కలిపి ఆస్బెస్టాస్ సిమెంటు వస్తువులను తయారు చేయుదురు. వీని పోగులను సిమెంటు కలిపి గట్టి పరచుటయే వీనిలోని ముఖ్య సూత్రము. సాధారణముగా ఇంటి కప్పులకు ఉపయోగించు రేకులలో సిమెంటు, ఆస్బెస్టాస్ 1 : 8 నిష్పత్తితో బరువును బట్టి ఉండును. భారత దేశమున-ముఖ్యముగా ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని కడపజిల్లాలో-లభ్యమగు ఆస్బెస్టాస్ చిన్న పోగులతో పరికరములు తయారు చేయుటకు కృషి జరిగినది.

వేరు చేసిన ఆస్‌బెస్టాస్ పోగులను, సిమెంటును తగు పాళ్ళలో కలిపి రేకులు చేయవచ్చును. అనేక పొరలతో వలసిన మందమును ఏర్పరచుకొనవచ్చును. ఈ మిశ్రమము పచ్చిగా ఉన్నపుడే అవసరమగు రూపములలో మలుచుకొనవచ్చును.

ఆస్‌బెస్టాస్ పలకలు కప్పులకు, గోడలకు కూడా ఉపయోగించుచున్నవి. అమ్ల వాయువులు సోకనిచోట్ల వీనిని బహుకాలము మన్నికకు నిర్భయముగా వాడనగును. ఆస్‌బెస్టాస్ గొట్టములను పరిశ్రమలలో, మురుగునీటికి, మంచినీటి సరఫరా వ్యవస్థలయందును వాడవచ్చును.

విద్యుత్తు ఘాతమును నివారించుటకు, అగ్ని ప్రమాదముల నుండి రక్షణకు, ప్లాస్టిక్‌కు బదులుగా పెంకులుగాను వీనిని వాడవచ్చును.

బిట్యూమినస్: పెట్రోలునూనె శుద్ధి జరిగినపుడు మిగులు పిట్టును బిట్యూమినస్ అందురు. ఇది గోధుమ రంగులోగాని, నలుపుగా గాని ఉండును. ఇది ప్రపంచమున అనేక ప్రాంతములలో లభించు కొండతారును బట్టి దాని వస్తుగుణములు మారుచుండును.

కార్బన్ డై సల్ఫైడ్‌లో కరగు హైడ్రోకార్బన్‌లు బిట్యూమినస్‌లో ఉన్నవి. ఇది నీటిని, ఆమ్లములను, క్షారములను పూర్తిగా నిరోధించును. కాని, సూర్యరశ్మి, గాలిలోని ఆక్సిజన్ కలిసి దీనిని కరగించగలవు. అనేక పాళ్ళలో మన్నికగల బిట్యూమినస్ లభించుచున్నది.

బిట్యూమినస్ మిశ్రములను మాస్టిక్ ఆస్ఫాల్ట్ అందురు. జలనిరోధమునకు, పొగ నిరోధమునకు దీనిని వాడవచ్చును. పెద్ద పెద్ద కర్మాగారములలో పై కప్పులకు, గోడలకు దీనిని ఉపయోగించుచున్నారు. అందము ప్రధానము కానపుడు, దీనిని జల, రాసాయనిక నిరోధకములుగా, పగుళ్ల నిరోధించుటకు వాడవచ్చును. నేలబొగ్గు నుండి వచ్చు తారును బిట్యూమినస్‌తో సమానముగా వాడవచ్చును [చూ. నేలబొగ్గు-కర్బనీకరణము - పు. 533].

పై పూతలు: ధూళి ధూసరితములనుండి రక్షణకు, శ్రమ లేకుండా శుభ్రము చేయుటకు, ఆకర్షణకు భవనములకు పెయింటు వేయుదురు. పెయింటు వేయుటలో, కొయ్యకు వార్నిష్ వేయుటలో ప్రధానోద్దేశము చెమ్మను తగ్గించడమే. వాస్తవమునకు రంగు వేయుటవలన కొయ్య చెడకుండా ఉండదు. రంగులు వేయు చెక్క మొదట పూర్తిగా ఆరవలెను. కొయ్య పెళుసుగా ఉన్నదీ, గట్టిగా ఉన్నదీ తెలిసికొనుట అవసరము. కొయ్యలో ముడులున్న, పగుళ్లున్న రంగులు రాణించవు. గట్టి చెక్క అయిన దాని ఎగుడు దిగుళ్ళను ముందుగా పూర్తిచేయవలసి ఉండును. మృదువైన చెక్కపైన, మెరిసే చెక్కపైన రంగులు బాగుగా రాణించును.

భవనములలో కొయ్యకు వార్నిష్ వేయుటవలన వాని అందము ఇనుమడించును. సిమెంటు రాళ్ళతోను, ఇటుకలతోను, ఆస్‌బెస్టాస్ సిమెంటుతోను కట్టిన ఇండ్లు, ప్లాస్టర్ వేసిన ఇండ్లు కొత్తలో అందముగా కనుపించును. వాటిపై రంగులు వేయుటకు ముందు, ఒకటి రెండుసార్లు ఆల్కలీ పూత పూయుట అవసరము. క్లోరినెట్ రబ్బరు పెయింటు, సిమెంటు పెయింటు, ప్లాస్టిక్ పెయింటు ఆల్కలీ నిరోధములు, ప్లాస్టిక్ పెయింటు, ఆక్రిలిక్ రెసిన్ పచ్చిగా ఉన్న గోడలపైనను వాడవచ్చును. సాధారణముగా కొత్తగా కట్టిన ఇల్లు ఆరుటకు మూడునుండి ఆరునెలల వరకు పట్టును. కొత్త ఇండ్లకు సున్నము, సున్నపు రంగులు బాగుగా ఉండును.

బయటకు కనిపించు భాగములకు సిమెంటు పెయింటు ఎక్కువ ఆకర్షణగా ఉండును. ప్లాస్టిక్ పెయింటు కూడా తత్తుల్యముగనే ఉండును. డిస్టెంపర్లు లోపల భాగములకు ఉపయోగించును. ఆమ్ల, క్షార వాతావరణములు ఉన్నచో, వాటినుండి రక్షణకు రబ్బరు పెయింటు అవసరమగుచున్నది.

తుప్పుపట్టకుండా ఉండుట కొరకు ఉక్కుపై రంగులు వేయుదురు. ఉక్కుపై పూత పూయుటకు ముందుగా దానిని పూర్తిగా శుభ్రము చేయవలసి ఉండును. అల్యూమినియము, తగరము పూతలు పూయునపుడు ఉక్కు పరికరముల ఉపరి భాగములను అత్యంత శ్రద్ధతో ఎమరీ కాగితములతో శుభ్రము చేయవలెను.

ప్లాస్టిక్కులు: భవన నిర్మాణ సామగ్రిలో కృత్రిమ ప్లాస్టిక్‌లు అతి ప్రధానమైన పాత్ర వహించుచున్నవి. పూర్వ వస్తుజాలములో గాని, అనేక అంద చందములను కూర్చుటలో గాని ఇవి ఇంజనీర్లకు, వాస్తుశిల్పులకు ఎంతయో ఉపయోగించుచున్నవి.

ధాతువులవలె ప్లాస్టిక్‌లు కూడా వస్తువులే. అయితే, ఇనుముకన్న, కొయ్యకన్న చౌక. పైగా ఇవి విద్యుత్తు నిరోధకములు. అవి ఉష్ణమును సైతము ఎక్కువగా గ్రహించవు. ప్లాస్టిక్ దూది లేదా సాగిన ప్లాస్టిక్‌లు ఎక్కువ విద్యుత్తు నిరోధకములు. భవన నిర్మాణ సామగ్రిలో మిగిలిన వాటికన్న ప్లాస్టిక్కులు ఎక్కువ అగ్ని నిరోధకములు. 50°C వేడితో ప్లాస్టిక్‌ను సాగదీయవచ్చు. అనగా ఉక్కును సాగతీయుటకు వలసిన ఉష్ణములో ఇది పదియవ వంతు మాత్రమే. వీనిలో గాజు పాళ్లుచేసిన ఉష్ణనిరోధక శక్తి మిక్కుటమగుచుండును. ప్లాస్టిక్‌లు అనితర బలమైనవి.

బరువును మోయుటలో ఏ ఇతర ధాతువునకు తక్కువ గాదు. బరువు ఎక్కువైనపుడు ఇవి వంగిపోవుట సహజము. భారీ నిర్మాణములలో అది కారణముగా దీనిని అంతగా ఉపయోగించరు.

కొన్ని ప్లాస్టిక్ రకములు పోలీ మెథిల్ వలె పొట్టురాలి పోవుట కలదు. అయినను చాలకాలము దానిలోని ప్లాస్టిక్ గుణములు మాత్రము పోవు. కొన్ని ప్లాస్టిక్‌లు సూర్య రశ్మిలోని నీలలోహిత కిరణముల వలన చెడిపోవును. కాన, వాటిని బాహ్యాలంకిరణకు ఉపయోగించరాదు.

ప్లాస్టిక్ గుణములను బట్టి వాటిని ప్రత్యేక తావుల లోనే ఉపయోగించుట మంచిది. వాటిని ఉపయోగించు టలో తీసికొన్న శ్రద్ధనుబట్టి వాని అందము, ఉపయోగము ఇనుమడించును.

ఈ నాడు బరువును ఆపగల ప్లాస్టిక్‌లు, మందము గల ప్లాస్టిక్‌లు ఉన్నవి. ప్రస్తుతము భవనములలో పలుచని పూతలకు, రేకులకు, గొట్టములకు దీనిని ఉపయోగించు చున్నారు. భవన నిర్మాణమున సంప్రదాయముగా ఉప యోగించు వస్తువులతో ప్లాస్టిక్ చేర్చి వాడిన తక్కువ ఖర్చు అగును.

భవన నిర్మాణములో ప్లాస్టిక్కుల ఉపయోగము

తెర్మో ప్లాస్టిక్‌లు :

ఆక్రిలో నైట్రిల్, బుటాడీన్-స్టీరీన్ } చన్నీటిని సరఫరా చేయు గొట్టములకు.

పోలీ ఎథిలీన్ (అల్పసాంద్రత) : కాంక్రీటు నిర్మాణములందు తోడుకొను సమయమున జలనిరోధక వస్తువుగా వాడుక చేయుదురు.

పోలీ ఎథిలీన్ (అధిక సాంద్రత) : తేలెడు స్విచ్చీగా కూడ వాడు దురు. ఎత్తుగా నిర్మించు జలాశయము (నీళ్ల టాంకు) గొట్ట ములకు వాడుదురు.

పోలీ మెథిల్ మెథిక్రేలేట్ (అక్రిలిక్ ప్లాస్టిక్కులు) : కప్పు దీప ములకు, స్నానము గదుల దీపముల ఏర్పాటుకు.

పోలీ ప్రోపిలీన్ : గొట్టములు, తొట్టెలు.

పోలీ స్టీరీన్ : వ్యాకోచమునకు వీలుగా ఉండి తాపమును నిరో ధించు పదార్థముగ ఉపయోగింతురు.

పోలీ వినైల్ ఆసిటేట్ : ప్లాస్టిక్ తివాచీలుగా ఉపయోగించు టకు, గోడ పెంకులకు, ఇమల్షన్ పెయింట్లు, అడ్‌హెసివ్‌లు.

పోలీ వినైల్ క్లోరైడ్ (పి. వి. సి) : గోడపెంకులు, కప్పు పెంకులు, ఆచ్ఛాదనలు, డోరియా, చదును రేకులు, నీటిని, మురుగును తీసికొని పోవు గొట్టములు, ఎలక్ట్రికల్ కండ్యూ ట్‌లు.

సిలికోన్స్ : జలనిరోధమునకును, తేమ నిరోధమునకును వాడుదురు.

తెర్మోసెట్ :

ఎపాక్సీ రెసిన్‌లు : పూతలు, అడ్‌హెసివ్‌లు, గచ్చునేలకు నైగ నిగ్యమునకును, కాంక్రీటు మరామత్తులకును.

మెలామీన్-ఫార్మాల్డిహైడ్ : గోడలకు, పైకప్పులకు, మేజాలకు లేతరంగులు వేయుటకు.

ఫీనోల్ - ఫార్మాల్డిహైడ్ : ముదురు రంగులు వాడిన పోత సామగ్రి, పలుచని రేకులు, ఎలక్ట్రికల్ ఫిట్టింగ్స్, ప్లైవుడ్ తయారీలో ఉపయోగపడు నీటిని చొరనివ్వని జిగురు, పార్టికల్ బోర్డు తయారీలోను ఉపయోగింతురు.

పోలీ ఎస్టర్‌లు : సాధారణ ఇండ్లలోపలి కప్పులకు, పార్టిషన్‌కు, శౌచ సామగ్రి, నేలగచ్చులో గర్భిత పదార్థముగను

పోలీ యూరిథేన్ : తాపనిరోధమును ఇచ్చు నురుగు పదార్థము.

యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ : దారు నిర్మాణములో అడ్ హెసివ్‌గా పనిచేయును [చూ. పాస్టిక్కులు].

ఇటుకలు: కలపవలె ప్రాచీనకాలమునుండి గృహనిర్మా ణములో కాల్చిన ఇటుకలు ఎక్కువగా ఉపయోగపడు చున్నవి. 6000 ఏండ్లకు పూర్వము ఇటుకలకు ఎంత ప్రాముఖ్య మున్నదో నేటికిని అంతే ఉన్నది. ఇవి దీర్ఘ చతురస్రాకార ములో ఉండి, పట్టుకొనుటకు అనువుగా ఉండును. భారత దేశములో వీని పరిమాణము 229 × 114 × 75 మి. మీ. ఇప్పుడు 190 × 90 × 90 మి. మీ. పరిమాణము గల ఇటుకలు విస్తారముగా వాడుకలో ఉన్నవి. 300 × 200 × 200 మి. మీ. కొలతలు గల ఇటుకలను 'బొంత' ఇటుకలు అందురు.

ఇటుకలను గరప మట్టితో తయారు చేయుదురు. 20% బంకమన్ను, 10-20% ఇసుకగల మన్ను ఇటుకలకు శ్రేష్ఠము. బంకమన్ను ఎక్కువగా గల మట్టిలో ఇసుక, బూడిద చేర్చి ఇటుకలను తయారుచేయుదురు.

సింధు, గంగానదీ లోయల వండలి మట్టితో చేసిన ఇటుకలను 1000°C తాపక్రమము వద్ద కాల్చిన మేలుగా ఉండును. వీటిని ఇంజనీరింగు పనులకు (ఇవి ఆమ్లమును కూడ తట్టుకొనగలవు) నదరు ఇటుకలుగ వాడనగును. దక్కను ప్రాంతపు నల్ల మన్ను, గుజరాత్, మైసూరు, ఆంధ్ర ప్రదేశ్, ఒరిస్సా ప్రాంతములలో చెదురుగా లభించు ఎఱ్ఱ మట్టిలో అనేక ధాతులేశములు ఉన్నవి. కనుక, ఈ మట్టితో మేలిరకపు ఇటుకలు తయారుచేయుట కష్ట మగుచున్నది. రూర్కీలోని కేంద్రభవన పరిశోధనా సంస్థ వారు ఎఱ్ఱరేగడి, నల్ల రేగడితో ఇటుకలను తయారుచేయు ప్రక్రియను పరిశోధించుచున్నారు.

ఇటుకలకు పనికి వచ్చు మట్టిని నేలనుండి త్రవ్వి తీసి ఆరబెట్టుదురు. తరువాత తుక్కు, పొల్లు తీసి, నీటితో కలిపి నానబెట్టుదురు. తరువాత చేతిఅచ్చులతోగాని, యంత్రఅచ్చు లతోగాని మూస తీయుదురు. భారతదేశమున చేతితో తయారుచేయు పద్ధతి ఎక్కువగా అమలులో ఉన్నది. పలకల అచ్చులో మట్టి ముద్దను దట్టించి తీయుదుగ,

ఇప్పుడిప్పుడు ఈ పనులకు బల్లలను ఉపయోగించుట పరిపాటి అగుచున్నది.

అభివృద్ధి చెందిన దేశములలో తీగెతో ముక్కలుచేయు పద్ధతి అమలులో ఉన్నది. వాటిని యంత్రములలో గట్టి పరచుటవలన ఇటుకలు నాజూకుగను, గట్టిగను ఉండును. భారతదేశములో ఈ రెండు పద్ధతులు అమలులో ఉన్నవి. వీటిని ఆర బెట్టి ఎండిన తరువాత కాల్చుదురు. భారతదేశములో ఎండకు ఆరిన పచ్చి ఇటుకలను ఆవములలో కాల్చు పద్ధతి నేటికిని అమలులో ఉన్నది. మొదట ఎద్దులతో తొక్కించి మట్టిని పదును చేయుదురు. యాంత్రిక విధానమున ఇటుకలను తయారు చేయునప్పుడు దక్షతతో పని చేయు హాఫ్‌మన్ ఆవమును గాని, సొరంగపు ఆవమును గాని ఉపయోగించుట పరిపాటి.

దీర్ఘచతురస్రాకారములో గట్టిగా ఉండి, ఎర్రగా కాలిన ఇటుకలు నిర్మాణపు పనికి శ్రేష్ఠమైనవి. వాటిని గోటితో తట్టినపుడు కంగు కంగుమను ధాతుశబ్దము వచ్చును. ఇవి 140 కి. గ్రా/సెం. మీ². ఒత్తిడిని కూడ తట్టుకొనగలవు. 10 నుండి 20% వరకు నీటిని పీల్చుకొనును. బరువులు ఆపవలసిన భవనములకు 70 కి. గ్రా/సెం. మీ². ఒత్తిడిని తట్టుకొనగల ఇటుకలను ఉపయోగించవలెను. భవనములకు వాడు ఇటుకలలో ఇసుకపాళ్లు తక్కువగా ఉండుట మంచిది.

పెంకులు : పెంకులు పరుపుగాను లేదా వంపుగాను ఉండును. ఇటుకలవలె వీటిని మట్టితో తయారుచేసి ఆవములో కాల్చుదురు. భవనములకు మూడురకముల పెంకులు వాడుకలో ఉన్నవి అవి: కప్పు పెంకులు, గోడపెంకులు, నేల పెంకులు.

కప్పుపెంకులకు ఇటుకలవలె మంచి మన్నును ఎన్నిక చేయుదురు. అలహాబాదులోను, మంగళూరులోను తయారగు పెంకులు ఒకదానిపై నొకటి అమర్చుటకు వీలుగా ఉండును. పల్లెటూళ్ళలో ఇండ్లకు వేయు పెంకులు అర్ధ చంద్రాకృతిగా ఉండును. వీటిని కుమ్మరి పద్ధతిన తయారుచేయుదురు. కప్పులకు ఉపయోగించు పెంకులు త్వరగా పగుల కూడదు. నీటిని పీల్చుకొను శక్తి అల్పముగా ఉండవలయును.

గోడలకు, నేల పరుపుకు ఉపయోగించు పెంకులను మేలిరకపు మట్టితో తయారుచేయుదురు. ఇవి ఎక్కువ ఒత్తిడిని తట్టుకొనగలవిగా ఉండును. గోడలకు ఉపయోగించు పెంకుల ఉపరితలము నునుపుగా ఉండును.

కట్టడపు రాళ్లు : అతి ప్రాచీనకాలమునుండి కట్టడములలో గోడలకు, పునాదులకు, ఆనకట్టల వంటి నీటి వనరుల నిర్మాణమునకు రాయి విరివిగా వినియోగింపబడుచున్నది. ఇటీవల రీ-ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు [చూ] విశేషముగా అభివృద్ధి చెందిన తరువాత నిర్మాణ సామగ్రిగా రాయి వినియోగము కొంత వెనుకపట్టినది. అయినను నిర్మాణముల, కట్టడముల డిజైనులో ఆకారమునకు, చిరస్థాయిత్వమునకు అధిక ప్రాధాన్యము కల చోట నేటికిని రాయి వాడబడుచున్నది. భవన నిర్మాణమున అలంకరణకు; పునాదులు వేయుటకు మన్నుము, ఇతర ఘనద్రవ్యములను పట్టి నిలుపుగోడలు కట్టుటకు; వంతెనలు, చప్టాలు నిర్మించుటకు రాయి వాడబడును. రోడ్లకు, రైలు మార్గముల కంకరకు, కాంక్రీటుకు నలగగొట్టిన రాయి (కెల్లి)ని వాడుదురు.

గ్రానైట్, సున్నపురాయి (చలువరాతితో సహా); ఇసుకరాయి, రాతి పలకలు, లాటరైట్ మున్నగునవి సాధారణ కట్టడపు రాళ్లు. ఈ రాళ్లు అన్నిటిలోను పెక్కు రకములు కలవు. వాటిలో అన్నిటికన్న ఎక్కువ కఠినమైనది, బలమైనది తెల్ల శానపురాయి (గ్రానైట్). రోడ్ల నిర్మాణమున చార్నొక్కైట్ దక్షిణ దేశమున విరివిగా ఉపయోగింపబడును. రోడ్ల, కట్టడముల నిర్మాణమునకు దిట్టమైన, బరువైన నల్లశానపురాయి (బసాల్ట్) కూడ అనువైనది.

ఇసుకరాయి కొన్ని పొరలతో కూడ ఉండును. ఈ పొరలు కాల్సియమ్, సిలికన్, ఇనుము యౌగికములతో సిమెంటు చేయబడి ఉండును. ఈ సిమెంటు ద్రవ్యముల మీదనే దాని మన్నిక ఆధారపడును. అన్ని కట్టడముల లోను, రోడ్లలోను, చెక్కడపు అలంకరణలలోను ఈ రాయి విరివిగా వాడబడును.

సాధారణముగ సున్నమును, సిమెంటును తయారు చేయుటకే కాక, సున్నపురాతిని డోలమైట్‌తో కలిపి రాతి కట్టడములందు, గచ్చులలోను, డాబా పై కప్పులలోను వాడుట కూడ కలదు. ఇసుకరాతికన్న సున్నపురాయి ఎక్కువ మెత్తనిది; దుర్బలమైనది. ప్రత్యేకమైన నిర్మాణములందు చలువరాతిని ఉపయోగింతురు

షాబాదురాయి, కడపరాయి వంటి నాపరాయి పలకల వాడకము సాధారణముగ పైకప్పుల, గచ్చుల, స్లాబ్‌ల నిర్మాణమునకు పరిమితమగును.

వాతావరణ ప్రభావమున శిలలు పొడికాగా చివరకు మిగిలి ఉండునది లాటరైట్ రాయి. దానిని కట్టడముల, మదుముల, రోడ్ల నిర్మాణమున వాడుదురు.

కట్టడపురాయి ఎంతగట్టిగా, ఎంతబలముగా ఉండునో దానిని క్వారీనుంచి తీయుట, మలచుట కూడ అంత వ్యయ ప్రయాసకరము. రాయి గట్టితనము హెచ్చినకొలది దాని

మన్నిక కూడ హెచ్చును. కఠినతరమైన తెల్లశానపు (గ్రానైట్) రాతితో కట్టిన కట్టడములు అనేక శతాబ్దములు చెక్కు చెదరక నిల్చి ఉండగలవు అని తెలియ వచ్చినది.

కలప : నిర్మాణపు వస్తువుగా కలప అనాదిగా వాడబడుచున్నది. వివిధ రూపములలోను, పరిమాణములలోను కలప ప్రపంచమంతట లభించును. వేరువేరు కర్రల రూపములోను, కావలసిన నిడివిలోను లభించగల ఒకే వస్తువు ఇది. దీనిని పట్టుకొనుట, వంచుట, బిగించుట సులువు. కలప నీటిపైన తేలును, బరువును ఆపుటలో మిగిలిన వస్తువుల కన్న చాల గట్టిది. కలపకు స్వల్పమైన విద్యుద్వాహక శక్తి, అధిక ఉష్ణశక్తి, అత్యధిక విద్యున్నిరోధకశక్తి ఉన్నవి. తగిన పరిస్థితులలో కలప ఎక్కువ కాలము మన్నును.

గత 50 సంవత్సరముల పారిశ్రామికాభివృద్ధివల్ల ధాతువులు, కాంక్రీటు, ఇటుకరాయి మున్నగు వాటినుండి కలప తీవ్రమైన పోటీని ఎదుర్కొనవలసి వచ్చినది. ఇతర కారణములవల్ల కూడ కట్టడములలో కలప యొక్క ప్రాముఖ్యము తగ్గినది. కొన్ని పరిస్థితులలో ధాతువులు నాణ్యము వహించుట ఆ కారణములలో ముఖ్యమైనది. అయినప్పటికి రైల్వేలు, రాకపోకలు, టెలిఫోను, టెలిగ్రాఫ్, విద్యుత్తు సదుపాయములు, వ్యవసాయము, గనులు, నిర్మాణ పరిశ్రమలు మున్నగు వాటిలో ఈనాటికి కలప అధికముగ వాడబడుచునే ఉన్నది. భవనములలో ఇది దూలములు, వాసములు, స్తంభములు, తలుపులు, ద్వారబంధములు, కిటికీలు మున్నగు గృహోపకరణములకు ఉపయోగపడుచున్నది.

వాతావరణమునకు చెమ్మగిల్లు స్వభావము కలపకు ప్రధానమైన లోపము. లిగ్నిన్, సెల్యులోస్ వంటి పదార్థములు కలపలో ఉండుటే దీనికి కారణము. చెమ్మగిల్లుటతో పాటు కలప లావుబారి వ్యాకోచించును. లావుబారిన స్థితిలో దీని పీడనశక్తి పొడిస్థితిలో కన్న అనేక రెట్లు అధికము.

వివిధ రూపములలో గట్టిదనము మారుట కలపకు మరొక సహజ లోపము. కలప నిలువురూపములో అడ్డముగా ఉన్నప్పటికంటె దాదాపు అయిదురెట్లు బలముగ ఉండును. దీనివల్ల దళసరి తక్కువగ ఉన్నపుడు పగులుట, విరుగుట వంటి ప్రమాదములు కూడ కలవు. వాతావరణపు మార్పులకు సంకోచ, వ్యాకోచములు చెందుట నిలువు రూపములో కన్న అడ్డముగ ఉన్నపుడే ఎక్కువగ జరుగును. సంకోచ, వ్యాకోచములు వర్తులాకారములో 2 నుండి 8·5% ఉండగా, సర్పిలాకారములో 4నుండి 14% ఉండును. పొడి వాతావరణములో సంకోచత్వమువల్ల కలప పగులును. అటులనే తడి వాతావరణములో వంకరపోవును.

కలప యొక్క పలకల పరిమాణము, ఆకారపు నాణ్యము నిర్ణయించుట సాధారణముగా అది లభింపగల చెట్టు పరిమాణమును బట్టి ఉండుట మరొక ముఖ్యమైన అంతరాయముగా చెప్పవచ్చును.

వాతావరణము, రాసాయనిక ద్రవ్యములు, కొన్ని రకముల క్రిములు మొదలగు వాటి బారికి తట్టుకొనలేక పోవుట, గిసుకొను గుణము మొదలైనవి కలపకు కల ఇతర లోపములు. అన్ని రకముల కలపలు కాలిపోవు స్వభావము కలవి.

తగు కాలనిర్ణయము, నిల్వచేయుట, నాణ్యము నిర్ణయించుట మొదలైన ఆధునిక పద్ధతులు కలపకు కల అనేక లోపములను నివారించుటకు వీలు కల్పించినవి. ఒకప్పుడు కట్టడములకు యోగ్యములు కావనుకొనిన కొన్ని రకములను ఇపుడు నాణ్యమయిన జాతివిగా చేయుట సాధ్యమయినది. యుక్తకాలనిర్ణయము కలపలోని చెమ్మదనమును పరిసరముల వాతావరణ స్థాయికి తగ్గించును. ఎక్కువ కాలము మనలేని కలపను కొన్ని రాసాయనిక ప్రయోగముల ద్వారా చెడిపోకుండ, క్రిములకు పాడుకాకుండ చేయవచ్చును. తేమనుండి, అగ్ని ప్రమాదము నుండి కాపాడు మార్గములు కూడ ఉన్నవి [చూ. దారుపరిరక్షణ-పు.459].

దళసరి (50×50 మి. మీ.) కలప పలకలను మిల్లు పద్ధతి నిర్మాణములలో వలె వాడుట ఎంతో ప్రయోజనకరము. ఇందువల్ల అవి వేరుగ ఎట్టి రక్షణ ప్రక్రియ లేకుండగనే అగ్ని ప్రమాదములను తట్టుకొనగలవు. కొయ్య, బొగ్గులకు గల అత్యధిక విద్యున్నిరోధకశక్తి అగ్నికి తేలికగా ఆహుతి కాగల ప్రమాదమునుండి కాపాడును ఉక్కు, కాంక్రీటు, ఇటుకలు, రాళ్ళకన్న భారీకలప దిమ్మలు పెద్దమంటలకు తట్టుకొనగలవు.

కలప నిర్మాణమున ఆధునిక విధానములు వృద్ధి చెందుటతో తక్కువ పరిమాణము కల కలపలను స్వల్పవ్యయముతో వాడుకొనగల మార్గములు లభించినవి. మేకుల బిగుంపు, యంత్రపు రేకుల వాడకము, ధాతువులను అతుకుట మొదలైన ఆధునిక విధానములు ఈనాటి ఇంజనీర్ల కృషిని మరింత సులువు చేసినవి.

వస్తువులు విడిపోకుండ కలిపి ఉంచు విధానములు రూపొందుటతో కలపకు పూర్వపు విలువ మరల లభించుచున్నది.

ఈనాడు సాంకేతికముగను, శిల్పములలోను కూడ కలప ఉపయోగపడుచున్నది. నిర్మాణములకు కావలసిన

కలప పలకలను ఏ సైజులోనైన, ఏరూపములోనైన నేడు శాస్త్రీయ పద్ధతుల ద్వారా తయారుచేయవచ్చును. అటులనే అలంకరణలకు, శిల్ప నైపుణ్యము కల పనులకు కావలసిన రూపములో కలపను మార్చవచ్చును. వివిధరకముల కలప మిశ్రములు లేదా ధాతువులు, ప్లాస్టిక్, గాజు మొదలైన వస్తువులతో సింతటిక్ మిశ్రముల ద్వారా కలపను కలిపి వాడు పద్ధతులు కూడ వ్యాప్తిచెందుచున్నవి.

కలప సామగ్రి: కొన్ని శతాబ్దములుగా భవనములకు, కొయ్య వస్తువులకు, కొయ్యను ఉపయోగించు పరిశ్రమలకు కలపయే ప్రధాన సాధనము. దానిని ఏకఖండముగాగాని, ఖండికల కూర్పుతోగాని అవసర పరిమాణములకు తయారు చేసెడివారు. రాను రాను కలప వినియోగము ఎక్కువగుట, కలప సంపద క్షీణించుట వలన కలపను ఉపయోగించుట ఒక పెద్ద సమస్య అయినది. కాగా, ఏకఖండ కొయ్యపలకలలో కొన్ని లోపములు ఉన్నవి. అది కాలక్రమేణ వంగిపోవుట పెద్ద లోపము.

కలపకు బదులు ఉపయోగించు చేతకలపలు 20 వ శతాబ్దారంభము నుండి తయారైనవి. భారతదేశములో అట్లు తయారగుచున్న చేతకలపలో క్రిందివి ముఖ్యమైనవి:

1. ప్లైవుడ్ 2. బ్లాక్ బోర్డ్ - ఫ్లష్ డోర్
3. ఫైబర్ బోర్డు— I. హార్డ్ బోర్డు
   II. టెంపర్డ్ హార్డ్ బోర్డు
   III. ఇన్స్యులేషన్ బోర్డు
4. పార్టికల్ బోర్డు I. ఫ్లాట్ ప్లాటెన్ ప్రెసెడ్
   II. ఎక్స్ట్రూడెడ్
   III. వెనీర్డ్
5. డెకొరేటివ్ లామినేటెడ్ బోర్డు;
6. వుడ్ వూల్ బోర్డు.

ప్లైవుడ్: పొరలను అతికించి ఏక పలకగా తయారు చేయుటచేత ప్లైవుడ్ ఏర్పడుచున్నది.అట్లు అతికించుటవలన పొరల బలహీనత తగ్గి చెక్కకు బలము చేకూరును. బహుగుణములు గల బలమైన చెక్క ప్లైవుడ్.

భారతదేశమున అనేక రకముల ప్లైవుడ్ తయారగుచున్నది. వినియోగదారులు పని నైజమును బట్టి అనువగు రకమును ఎన్నికచేసికొనవచ్చును. ఫీనోలిక్ రెసిన్‌ను ఉపయోగించి బంధించిన పొరలుగల ప్లైవుడ్ శీతవాతాది మార్పులను తట్టుకొనును. నౌకానిర్మాణమునకు గాను ప్రత్యేకమయిన ప్లైవుడ్ రకము శ్రేష్ఠము. చెదపురుగు పట్టు ప్రమాదమున్నచోట్ల వాటిని నిరోధించు పూతగల ప్లైవుడ్ వాడనగును. మంటల సెగ తగులు చోట్ల ఉపయోగించుటకు ప్రత్యేకమైనప్లైవుడ్ భారతదేశములో తయారగుచున్నది.

అనేక పరిమాణములలో, అందములలో ప్లైవుడ్ లభ్యమగుచున్నది. సాధారణముగా 2.4×1.2 మీటర్ల ప్రమాణములో ప్లైవుడ్ పలకలు లభించును. అంతకన్న పెద్దవి కూడ తయారగును. మందము 3 మి. మీ. నుండి 24 మి. మీ. వరకు ఉండును. మందపు ప్లైవుడ్ పలకలను వాడుకొనవచ్చును. కానీ, వాటి బదులు బ్లాక్‌బోర్డులు వాడుట మంచిది.

మందపు ప్లైవుడ్ పలకలను దగ్గరగా అమర్చి, మేకులతో బిగించవచ్చును. అంచులు చిట్లకుండ ఉండుట ప్లైవుడ్ లోని విశేషము. ప్లైవుడ్ పైన పెయింటు వేసిన ఏకఖండికవలె కనిపించును. అయితే, బహిరంగ ప్రదేశములలో అట్లు తావడముచేసిన ప్లైవుడ్ కాలక్రమమున పగులు కనిపించును. పైన పెయింటు ఉన్నను ఈ ప్రమాదము తప్పదు.

నేడు భవన నిర్మాణమున తలుపులు, ద్వారబంధములు ప్లైవుడ్‌తోనే తయారగుచున్నవి. ఫర్నిచర్‌లో ఎక్కువ భాగము ప్లైవుడ్‌తోనే తయారగుచున్నది. రైలుపెట్టెలకు, నౌకల లోపలి భాగములకు, బండ్లకు, పడవలకు, అనేక రకముల ప్రయాణ సాధనములకు ప్లైవుడ్ విరివిగా వాడుకలో ఉన్నది.

బ్లాక్‌బోర్డు: తయారీలో బ్లాక్‌బోర్డు ప్లైవుడ్‌ను పోలి ఉండినప్పటికి, దీని అంచులలో చెక్కలను ప్రక్కప్రక్కల అమర్చుట జరుగును. వాటిని ఏకఖండికగా అతుకవచ్చును. కాని, అట్లు చేయరు. ప్రక్కఅంచులపై పలకలను అతికి వేయుదురు. ప్లైవుడ్‌వలె బ్లాక్‌బోర్డు కూడ మన్నికకు, గట్టిదనమునకు ప్రసిద్ధిచెందినది. ఫర్నిచర్ తయారీలోను, నౌకానిర్మాణమునను ఇది ఎక్కువగా ఉపయోగపడుచున్నది. వెలకన్న, అందచందములు ప్రధానమైన చోట్ల బ్లాక్‌బోర్డు ఉపయోగపడుచున్నది. బ్లాక్‌బోర్డు మామూలు కలపవలె వంపుకు తావు ఇవ్వదు.

ఫైబర్ బోర్డు: కర్రను పరిశీలించిన దారములవలె ఉండు పీచుపోగులతో నిర్మింపబడినట్లు కనిపించును. వీటి మందము కన్న పొడవు చాల ఎక్కువ. ఈ పోగులు చెక్కపొడవున సమానాంతరముగా అమరి ఉండును.ఇదియే కలప రహస్యము. కనుక కలప పోగులను వేరుచేసి, వానిని పునర్నిర్మించ బూనుటలో విడ్డూరము లేదు. దీని ఫలితముగా అనేక రకముల ఫైబర్ బోర్డులు సిద్ధించినవి. కొయ్యను దాని మౌలిక ఘటకముల రూపములోనికి వేరుచేసి, ఉచిత ఉష్ణము, ప్రేషము వంటి భౌతిక పరిస్థితులకు గురిచేసి, వాటిని పునస్సమీకరించుటచే ఫైబర్ బోర్డు ఫలించుచున్నది. వీటి పునస్సంధానములో జిగురు పదార్థ

ములు అవసరము లేదు. ఫైబర్ బోర్డులలోని ముఖ్యమైన రకములు క్రింద ఇవ్వబడినవి.

హార్డ్‌బోర్డు: ఇది ఫైబర్‌బోర్డు రకములలో ఎక్కువగా ఉపయోగించు రకము. దీనిని ఒకవైపునగాని లేదా రెండు వైపులగాని నునుపుగా తయారుచేయవచ్చును. ఒకవైపున నునుపుగా ఉండు బోర్డులు తయారుచేయుటలో ఒకవైపున తీగె వల చట్రమును ఉపయోగింతురు. వాటిని S 1 S బోర్డులు అని వ్యవహరింతురు. రెండువైపుల నునుపుగల S 2 S బోర్డులు కూడ భారతదేశమున తయారగుచున్నవి. వీటిలో రెసిన్ పదార్థము ఉండును.

టెంపర్డ్ హార్డ్ బోర్డు: కృత్రిమ రెసిన్‌ను గాని, నూనెను గాని ఉపయోగించి తగు మాత్రపు వేడిమికి గురిచేసి సంస్కరించిన హార్డ్‌బోర్డును 'టెంపర్డ్ హార్డ్ బోర్డు' అందురు. దీనిని వేడిచేయుటవల్ల గట్టిదనము పెరుగుచున్నది. పైగా నీటిని నిరోధించు శక్తి కూడ దీనికి అబ్బుచున్నది.

రెండు రకముల హార్డ్ బోర్డులు పలుచని పలకలుగా తయారగును. 9 మి. మీ. మించిన మందము ఉండుట అసాధారణము.

ఇన్సులేషన్ బోర్డు: దాదాపు ఘనమీటరుకు 250 కిలో గ్రాముల సాంద్రతగల కొయ్య పోగులతో కృత్రిమముగా తయారుచేయునదియే ఇన్సులేషన్ బోర్డు. దీని సాధారణ మందము 12 మి. మీ.; ప్రమాణము 5 మీ × 1.8 మీ. వీటిని గోడలకు, పైకప్పులకు, బయటి చప్పుడు, తాపము లోపలకు చొరనీయకుండా వినియోగింతురు. ముఖ్యముగ వాతానుకూలన (ఎయిర్ కండిషనింగు) ప్రక్రియలో వాడుదురు. నియమితముగా రంధ్రములుగల బోర్డులను కూడ తయారుచేయుచున్నారు.

పార్టికల్ బోర్డు: వడ్రంగములో ఫలించు చిత్రీ పొట్టు వంటి వ్యర్థవస్తు ముడిపదార్థములతో పార్టికిల్ బోర్డు తయారగును. తయారైన పలకలు తగు రూపములలో మలచుకొనుటకు వీలున్నది. తయారయిన పార్టికల్ బోర్డులలోను చెక్కముక్కల పరిమాణము తెలియుచుండును. యూరియా-ఫార్మాల్డిహైడ్‌నుగాని లేదా ఫినోలిక్ రెసిన్ వంటి అడ్‌హెసివ్‌నుగాని అతుకుటకు ఉపయోగింతురు. కొంత జల వికర్షక ద్రవ్యమును కూడ కలుపుదురు. కలప చిత్రీ పొట్టుతో సహా వీటి అన్నింటి మిశ్రమును చాపలుగా పరచి వేడిమికి, ప్రేషమునకు గురిచేయుదురు. పార్టికల్ బోర్డు హార్డ్‌బోర్డుకన్న తేలికగా ఉండును; ఎక్కువ మందముగా ఉండును. సాధారణముగా 6 మి. మీ. మందములో ఉండును [చూ. అడ్‌హెసివ్‌లు-పు. 169; కేసీన్ పరిశ్రమలు—పు. 298].

ఎక్స్‌ట్రూడెడ్ పార్టికల్ బోర్డు: కొయ్య పలుకులను, జిగురును కలిపి ఎక్స్‌ట్రూషన్ ప్రక్రియ ద్వారా పార్టికల్ బోర్డును తయారుచేయవచ్చును. కాని, ఈ బోర్డులలో బలము తక్కువగా ఉండును. పలుకులు బోర్డుల మందముతో చేరి ఉండుటయే ఇందుకు కారణము.

పై పొరలుగా హార్డ్‌బోర్డు, పార్టికల్ బోర్డు ఉపయోగించవచ్చును. పార్టికల్ బోర్డు దృఢముగా ఉండుటచే పానలింగ్‌కు, తలుపులకు, ఫర్నిచర్‌కు వాడ వీలగుచున్నది. వంపులు నిరోధించుటకుగాను రెండు వైపుల ఒకే మందము గల పలకలను ఉపయోగించుట అవసరము.

హార్డ్‌బోర్డు, పార్టికల్ బోర్డు ప్రాయికముగా సమాన ధర్మములు కలిగినవి. అసలు కొయ్యలో కనుపించు సుడులు ఈ రెండు రకముల పలకలలోను కనుపించవు. రెంటిలోను కలపచారను తీసివేయుట వలన కలప దుర్లక్షణము తగ్గుచున్నది. చార లేకుండుటవలన ఈ బోర్డులలో గట్టిదనము సమపాళ్ళలో ఉండ వీలగుచున్నది.

పార్టికల్ బోర్డుకన్న హార్డ్ బోర్డు సాంద్రత ఎక్కువగా ఉండును. కనుక దానికి గట్టిదనము, బలము ఎక్కువగా ఉండును.

హార్డ్‌బోర్డులు 5·5 మీ × 1·2 మీ. గలవి 9 మి. మీ. మందమువరకు లభించును. పార్టికల్ బోర్డులు 4·8 మీ × 1.8 మీ. గలవి 12 మి. మీ. మందములో లభించును. 9 మి. మీ, 6 మి. మీ మందముగల బోర్డులు కూడ తయారగుచున్నవి.

అలంకరణకు తీర్చిదిద్దిన బోర్డులు: సెల్యులోజ్, మెలామిన్ రెసిన్‌ల వక్రీభవన గుణకము ఒక రీతిగనే ఉండుటచే, మెలామిన్ రెసిన్‌తో చేసిన కాగితమును కాగితములపైన గాని, బట్టలపైన గాని, ప్లైవుడ్ పైనగాని తాపించి వాడుచున్నారు. కనుక అలంకారప్రాయమైన ఈ పలకలో పానెల్స్‌కు, ఫర్నిచర్‌కు, అంగళ్ళలో, కార్యాలయములలో అలంకరణకు ఉపయోగించుచున్నవి. ఇవి నీటిని, వేడిని నిరోధించ శక్తి గలవి.

వుడ్‌వూల్ బోర్డు: ఇక్సెల్సియర్‌ను మాగ్నసైట్‌తో గాని లేదా పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటుతో కలిపి గాని తయారుచేయుదురు. ఇందుకు మెత్తని కొయ్యను ఎక్కువగా ఉపయోగింతురు. భారత దేశములో ఫిర్ కొయ్యను ఉపయోగించుచున్నారు. పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటుతో కలిపి చేసిన పలకలు పెళుసుగా ఉండును.

ఘనమీటరుకు 300 కిలోగ్రాముల సాంద్రతగల వుడ్‌వూల్ పలకలు తయారగుచున్నవి. వీటికి విద్యుత్తు నిరోధకశక్తి అధికముగా ఉండును. ఇవి ఎక్కువ ధ్వనిని విచూషించు

కొనగలవు. కనుక వీటిని ఆ యా తావులలో ఉపయోగించుచున్నారు. ఇవి కాలవు కనుక అగ్నిప్రమాద నిరోధకములు అగుచున్నవి. క్రిమికీటకములు సైతము వీని దరి చేరవు.

మిగిలిన పానల్ బోర్డులకన్న వుడ్‌వూల్ బోర్డులు గట్టిదనము తక్కువ. 300 నుండి 570 కి.గ్రా/సెం.మీ.^{3} సాంద్రత గల వుడ్‌వూల్ పలకలకు వంగుశక్తి 4 నుండి 20 కి.గ్రా/సెం. మీ.^{2} ఉండును.

ధాతువులు: ఇనుము, రాగి, సీసము, జింకు, అల్యూమినియము కట్టడములలో విశేషముగా వాడబడును. నిర్మాణములకు ఉపయోగపడు ధాతువుల ముఖ్య లక్షణములలో గట్టిదనము, స్థితిస్థాపకగుణము, సాఫీదనము, అరుగుదల, వ్యాకోచత్వము, వాహకశక్తి మొదలైనవి కొన్ని.

ఇనుము, ఉక్కు: కట్టడములకు వినియోగపడు ధాతువులలో ఇనుము అన్నిటికన్న ముఖ్యమైనది. కార్బన్ (బొగ్గు) వంటి ఇతర ధాతువులతో సులువుగా మిశ్రము కాగల గుణమువల్ల ఇనుము ఉపయోగము మరింత హెచ్చినది. విభిన్న పరిణామములకు తగు విధముగా మార్పునొంది, తట్టుకొన గల లక్షణములు ఇనుములో ఉన్నవి [చూ. ఇనుము, ఉక్కు-పు. 235].

పరిమిత పాళ్ళు గల కార్బన్‌నుండి ఉక్కు, విశేష కార్బన్‌నుండి ముడి ఇనుము లభించును. కొలిమినుండి లభించు ముడి ఇనుము మామూలు ఇనుముకన్న మొరటైనది. దీనిలో 92 నుండి 94% వరకు ఇనుము, గంధకము, భాస్వరము, మాంగనీస్, ఇసుకరాయి, బొగ్గు మున్నగు మిశ్రములు ఉండును. ముడి ఇనుమును 99.8 నుండి 99.9% వరకు పరిశుభ్రము చేయుటతో పోత ఇనుము తయారగును. దీనిలో 0.1 నుండి 0.2% కార్బన్ ఉండును. ముడి ఇనుముకన్న మెత్తనైనప్పటికి ఇది అన్ని విధముల శక్తిమంతమైనది. ముడి ఉక్కులో 0.15 నుండి 0.25 % కార్బన్ ఉండును. భవనములు, వంతెనలు, రైల్వేలు మొదలైన గట్టి నిర్మాణములకు దీనిని వాడుదురు.

ముడి ఇనుము గొట్టములు, తూములు, బిగింపులు మొదలైన నిర్మాణములకు వాడబడును. గొలుసులు, కొక్కెములు, మరలు, సీలలు, మేలైన పైపుల నిర్మాణమునకు పోత ఇనుము వినియోగపడును. భారీ వంతెనలు, దూలములు, పై కప్పుల నిర్మాణములోను, కాంక్రీటు నిర్మాణము, చిన్నపాటి గొట్టములు, బిగింపులలో కూడ ఉక్కు వాడబడును. జింకు పూయబడిన ముడి ఉక్కు పీపాలకు, తొట్టెలకు, రేకులకు వాడుదురు. తడి లేదా చెమ్మతో కూడిన వాతావరణములో త్రుప్పుపట్టకుండ ఇనుము, ఉక్కులకు తగుచర్యలు తీసికొనవలెను.

జింకు: వాతావరణపు ప్రభావమునకు గురికాకపోవుట జింకుయొక్క ప్రయోజనములలో ముఖ్యమైనది. ఉక్కు రేకులు, పైపులు, మేకులు, మరలు మున్నగువాటిపై పూతకు దీనిని విరివిగా వాడుదురు. ద్రావకములు, క్షార సంబంధమైన పరిసరములలో జింకు క్రమముగా హరించిపోవును [చూ. జింకు-పు. 361].

రాగి: వాతావరణ ప్రభావమునకు అరగకపోవుట, సాగెడి ధాతుగుణము, అత్యధిక విద్యుత్ప్రవాహకశక్తి కలిగి ఉండుట వల్ల రాగి పైకప్పులకు, భూగర్భ నిర్మాణములకు, నీటి కొళాయిలు, పైపులు, తీగెలు, నగిషీపనులు మున్నగువాటికి బాగుగా వినియోగపడును. రాగి ధాతుమిశ్రము ముఖ్యముగ ఇత్తడి గృహ పరికరములు, ద్వారబంధములు, శిల్పములకు ఉపయోగపడును.

అల్యూమినియము: అల్యూమినియము బహుముఖప్రయోజనకరమైనది. అందువలన దీని ప్రాముఖ్యము నానాటికి హెచ్చుచున్నది. దీనిలో వాతావరణమునందు క్షీణించు గుణము లేదు. మరింత గట్టిదనమునకు ఈ ధాతువును పరిమిత పాళ్లు కల ఇతర ధాతువులతో మిశ్రము చేయుదురు [చూ. అల్యూమినియము-పు. 187].

అల్యూమినియము రేకులు భవనముల పై భాగములకు ఇటీవల వాడబడుచున్నవి. నిర్మాణములలో కూడ అల్యూమినియము వాడబడుచున్నది. ఈ ధాతువు మిశ్రములను గోడల అలంకరణ, కప్పు మొదలైన పనులకు వినియోగింతురు. మడత రేకులు, పైకప్పు కవచములు మున్నగు పరికరములు అల్యూమినియముతో చేయుదురు. ఈ ధాతువస్తువుల ఉపరితలమునకు సాధారణముగా ఎటువంటి రక్షణచర్య తీసికొననవసరము లేదు. తడి, సముద్ర ప్రాంతము, పారిశ్రామిక పరిసరములకు ఈ ధాతువు హరించుపోవును.

సీసము: సీసమును తేలికగా తయారు చేయవచ్చును. ఇది ఎక్కువ కాలము మన్నును నిర్మాణములలో రేకుల, గొట్టముల రూపమున దీనిని వాడుదురు. సీసపు రేకులను పైకప్పులకు, నగిషీ వస్తువులకు, తడి అంటని పరికరములకు ఉపయోగింతురు.

పూతరంగులు: కట్టడములకు పెయింటులు పూయుట వలన వాటిని వాతావరణమునుండి రక్షింపవచ్చును; వాటి తలములను సులువుగా శుభ్రము చేయవచ్చును; వాటిని ఎక్కువ ఆకర్షవంతముగా చేయవచ్చును [చూ. పూ. రంగులు].

కలపకు పెయింటు గాని, వార్నిషు గాని పూసినచో అవి కలపలోని తేమవలన చెడిపోవుటను అరికట్టును. అంతే కాని, అవి కలపను పూర్తిగా నశింపకుండ కాపాడ లేవు.

పెయింటు వేయుటకు కలప పొడిగా ఉండవలెను. కలప మృదుత్వ, కాఠిన్యములను బట్టి పెయింటింగునకు తుది మెరుగులు దిద్దుదురు. మెత్తని కలపలోని కనుపులకు, రెసిన్ చారలకు లక్కపూత పూయుట పరిపాటి. గట్టి కలపలో పెద్ద రంధ్రములు ఉన్నచో వాటిని పూడ్చవలెను లేదా అల్యూమినియము వుడ్ ప్రైమర్‌ను వాడవలెను. దానివలన రెసిన్‌తో కూడిన మెత్తని కలపకు, జిడ్డు దేరిన గట్టి కలపకు మంచి ఫలితములు కలిగినవి.

సిమెంటు కాంక్రీటు పని లేదా తాపీపని చేసిన తలములు, అస్‌బెస్టాస్ సిమెంటు వస్తువులు, గచ్చు చేయబడిన తలములు తాజాగా ఉన్నపుడు క్షారగుణము కలవి. వాటిపై ముందుగా ఆల్కలీ నిరోధక ప్రైమర్‌లతో ఒకటి, రెండు పూతలు పూసిన తరువాతనే ఆయిలు పెయింటులను వాడవలెను. క్లోరినేటెడ్ రబ్బరు పెయింటు, సిమెంటు పెయింటు, ప్లాస్టిక్ ఇమల్షన్ పెయింటులు ఆల్కలీ నిరోధకములు. చివరవి రెండింటిని పూర్తిగా తడి ఆరని తాజాతలములపై కూడ పూయవచ్చును. స్థానిక పరిస్థితులను బట్టి సామాన్యముగ ఒక కట్టడము తడి ఆరుటకు 3-6 నెలలు పట్టును. నూతన కట్టడములకు సున్నముగాని, రంగుగాని పూయుట కూడ కద్దు.

బాహ్య ఉపరితలములకు సిమెంటు పెయింటు చాల మన్నికను ఇచ్చును. ఇందుకు ప్లాస్టిక్ ఇమల్షన్ పెయింటు కూడ చాల మంచిది. డిస్టెంపర్లు ఇంటి లోపలి భాగములకు మాత్రమే అనువైనవి; ఆమ్లక, క్షారక పరిసరములనుండి రక్షణ కల్పించుటకు క్లోరినేటెడ్ రబ్బరు పెయింటు ప్రత్యేకముగ తగినది.

ఉక్కు తలములకు పూయు పెయింటులు ఉక్కు త్రుప్పు పట్టకుండ, వాతావరణము వలన చెడిపోకుండ కాపాడ గలవై ఉండవలెను. పెయింటు పూయుటకు ముందు తలమును త్రుప్పు, దుమ్ము, జిడ్డు మున్నగునవి లేకుండ శుభ్రపరచవలెను.

గాల్వనైజ్‌డ్ ఇనుమునకు, జింకు, అల్యూమినియము వంటి ధాతువులకు పెయింటు వేయుటకు ముందు వాటి తలములను శుభ్రపరచుట, ప్రత్యేకపు ప్రైమరులను వాడుట మంచిది. అందువలన ధాతు తలమునకు, పెయింటుకు మధ్య చక్కని సంశ్లేష కుదురును.

సిమెంటు, కాంక్రీటు, తదితర వస్తువులు : అతికే పదార్థమును దేనినయిన సిమెంటుగా మామూలు అర్థములో పేర్కొనవచ్చును. నిర్మాణములలోను, సివిలు ఇంజనీరింగులోను ఇది ఇసుక, రాతిముక్కలు, తదితర వస్తువులను గట్టి పదార్థములుగా మార్చు సాధనముగ వాడుదురు. కాంక్రీటు, మోర్టారు, అస్‌బెస్టాస్ సిమెంటు పలకలు మొదలైనవి ఈ విధముగ తయారగును.

హైడ్రాలిక్ సిమెంటు : దీనిలో పోర్టులాండ్ సిమెంటు బాగుగా ప్రసిద్ధి చెందినది. సిమెంటులో ఉన్న మిశ్రమము నీటితో రాసాయనికపు మార్పులు చెందుటతో ఇది లభించును. పోర్టులాండ్ సిమెంటు, సున్నము, ఇతర వస్తువుల కలయికవల్ల ఇటుకరాతి సిమెంటు రూపొందును. ఇది మొదటిదానికన్న ఎక్కువ శక్తిమంతమైనది. అల్యూమినా సిమెంటులలో కాల్సియమ్ పాళ్లు ఎక్కువగ ఉండును. అందువల్ల దీనిలో త్వరగా గట్టిపడు గుణము ఉండుటయే గాక, అది భాస్వరపు ప్రభావమునకు కూడ లోను కాదు. పోర్టులాండ్ సిమెంటు కొలిమిలో పరిశుభ్రపరచిన నీటి సమ్మేళనము వలన 'స్లాగ్' సిమెంటు ఏర్పడును. చిట్టెము, సున్నము మిశ్రమముతో కూడ 'స్లాగ్' సిమెంటు తయారగును. స్లాగ్, పోర్టులాండ్ సిమెంటు, జిప్సమ్‌ల కలయిక వలన 'సూపర్ సల్ఫేటెడ్ సిమెంటు' వచ్చును. దీనిని ఇటుకరాతి మోర్టారులు, కాంక్రీటు మొదలైన భాస్వర నిరోధక శక్తి కావలసిన పనులలో వాడుదురు.

కాంక్రీటు : ఇంజనీరింగు వాడకములలో కాంక్రీటు ప్రసిద్ధమయినది. దీనిలో హైడ్రాలిక్ సిమెంటు, నీరు, పరిమిత పాళ్ళలో గాలిమిశ్రమము ఉండును. అనేక రకముల ఇంజనీరింగు పనులలో ఒక పాలు సిమెంటు, రెండు పాళ్ళు ఇసుక, నాలుగు పాళ్లు రాతిముక్కలు వాడుదురు. ఇది 1 : 2 : 4 నిష్పత్తి కల కాంక్రీటు. తొలిదశలో ఉన్న కాంక్రీటు మిశ్రమమును కావలసిన వివిధ రూపములకు మార్చవచ్చును. సిమెంటు, నీరు మిశ్రమైనప్పటినుండి గట్టిదనము క్రమముగా పెరుగును. 1 : 2 : 4 మిశ్రమము కాగల కాంక్రీటు 350 కి. గ్రా./సె. మీ^{2}.వరకు ప్రేషము కలిగి ఉండును. ప్రేషములో కాంక్రీటు అతి బలమైనది. అధిక బలమును మోయవలసిన పెద్ద ఆనకట్టలు, భారీ పునాదులు మున్నగు పనులలో మామూలు కాంక్రీటును వాడుదురు. విస్తారాత్మక శక్తితో కూడిన పనులలో కాంక్రీటులో ఉక్కుకడ్డీలను అమర్చి వాడుదురు. ఇది శక్తిమంతమైన కాంక్రీటు [చూ. రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు].

అతి విస్తారాత్మక శక్తి, అతి ప్రేషముల కలయిక కల శక్తిమంతమైన కాంక్రీటులు వివిధ శ్రేణులలో చేయవచ్చును. భారీ నిర్మాణములలో ఈ శక్తిమంతమైన కాంక్రీటు అతి ముఖ్యమైన వస్తువు. ఇదే పద్ధతిని ప్రిస్ట్రెస్‌డ్ కాంక్రీటు అను

ప్రత్యేకమైన కాంక్రీటును కూడ తయారు చేయుదురు [చూ. పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు].

మామూలు కాంక్రీటు, శక్తిమంతమైన కాంక్రీటు అనేక విధములుగ వాడుదురు. భవనముల పునాదులు, స్తంభములు, దూలములు, పైకప్పులు మొదలైనవాటికి కాంక్రీటు వినియోగపడును. రోడ్లు, విమానాశ్రయములు, వంతెనలు, ఆనకట్టలు, కాలువలు, మురుగునీటి గొట్టములు మొదలైన నిర్మాణములకు కాంక్రీటు ఎంతో ఉపయోగపడును.

తేలిక కాంక్రీటుగా 1600 కి. గ్రా./ మీ ^{3}. కు తక్కువ సాంద్రతకల కాంక్రీటును పేర్కొందురు. ఇది తేలిక సేంద్రియ పదార్థములతో తయారగును. భారీ కట్టడములకు తేలిక కాంక్రీటు బాగుగా ఉపయోగపడును. అంతస్తుల మేడల నిర్మాణములో 640 కి. గ్రా. / మ ^{3}. కు తక్కువగల కాంక్రీటు వాడుటవల్ల ఖర్చు తగ్గును. తేలిక కాంక్రీటులు సాధారణముగా మందపు కాంక్రీటు కంటె పొడికి గట్టిపడు స్వభావము కలవి.

సిమెంటు - ఇసుక కాంక్రీటులో గాలి పొరలద్వారా ఒక రకమైన స్వల్ప బరువు కాంక్రీటును తయారు చేయవచ్చును. దీనిని 'ఫోమ్ కాంక్రీటు' లేదా 'సెల్యులర్ కాంక్రీటు'అని అందురు. సెల్యులర్ పదార్థము తయారగుటకు నురుగు సంబంధమైన లేదా అల్యూమినియము చూర్ణమును వాడుదురు. సున్నముతో కూడిన సెల్యులర్ కాంక్రీటునుకూడ తయారు చేయవచ్చును. 320-800 కి.గ్రా./మీ^{3}. సాంద్రతకల కాంక్రీటును శక్తిమంతమైన నిర్మాణములకు వాడుదురు. సెల్యులర్ కాంక్రీటుకు గట్టి విద్యున్నిరోధక శక్తి ఉన్నది. కలపవలె దీనిని ముక్కలు చేయవచ్చును.

మిశ్రములు: కాంక్రీటులోని మిశ్రములలో కొన్ని స్వచ్ఛమైనవి, కొన్ని మలిన వస్తువులు కలవి. మంచి వాటిలో 4.8 మి. మీ. లకు తక్కువ పరిమాణము కల ఇసుక రేణువులు, తదితరములు ఉండును. ముడి వస్తువులలో కంకర, రాతిముక్కలు ప్రధానమైనవి. ఇవి 4.8 మి. మీ. కంటె పెద్దవి.

మిశ్రముల భౌతిక, రాసాయనిక లక్షణముల ప్రభావము మిగిలిన కాంక్రీటుపై ఉండును. ఈ మిశ్రములు మన్ను, ఒండ్రు, అభ్రకములు. బొగ్గు, సేంద్రియ పదార్థములు, లవణములు మున్నగునవి లేకుండ ఉండవలెను. అవి ఉన్నందువలన గట్టితనము తగ్గుట, కాంక్రీటు సంపూర్ణముగ లేకపోవుట, కావలసిన దానికంటె నీరు అధికముగా ఉండుట జరుగును. సిమెంటు గట్టిదనము మిశ్రముల ఉపరితలమును బట్టి ఉండును.

జిప్సమ్: ఈ ఖనిజము రాజస్థాన్‌లోను, దేశములోని ఇతర ప్రాంతములలోను దొరకును. దీనిని 140 - 160°C తాపక్రమమువద్ద కాల్చినచో 15% నీరు ఇగిరిపోయి ప్లాస్టర్ ఆవ్ పారిస్ లభించును. దీనికి కొద్దిగా బంకనుగాని, సిట్రిక్ ఆసిడ్‌నుగాని చేర్చి జిప్సమ్ బిల్డింగ్ ప్లాస్టర్‌ను తయారు చేయవచ్చును. దానిని ప్లాస్టరు బోర్డు, లేత్ మున్నగు వాటి తయారీలో ఉపయోగింతురు. జిప్సమ్ వస్తువులు తేలికగా నుండి, గట్టిదనమును, అగ్నినిరోధకశక్తిని కలిగి ఉండును.

మగ్నీషియమ్ ఆక్సీక్లోరైడ్ సిమెంటు: దీనిని సారెల్ (కనిపెట్టిన వ్యక్తి) సిమెంటు అని కూడ అందురు. మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్‌ను 50% మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్‌తో మిశ్రము చేసి దీనిని తయారు చేయుదురు. ఈ సిమెంటు గట్టిగ, శక్తిమంతముగ ఉండును. కాని, ఎక్కువ కాలము ఆరుబయట ఉంచినచో తేమకు గురి అగును. నేల చదునుకు దీనిని ముఖ్యముగ వాడుదురు. రైలు పెట్టెల అడుగు భాగమునకు భారతదేశములో ఇది ఎక్కువగ వాడబడును

సున్నము: పూర్వము నుండి నిర్మాణములకు సున్నము వాడబడుచున్నది. మోర్టారు, ప్లాస్టరింగు మొదలగు పనులకు ఈ నాటికి సున్నము విరివిగా వాడబడుచున్నది. పటుత్వముగా ఉండుట, నీటిని పీల్చుట, ఇటుకలో బాగుగా కలియుట మొదలైనవి దీని ముఖ్యప్రయోజనములు.

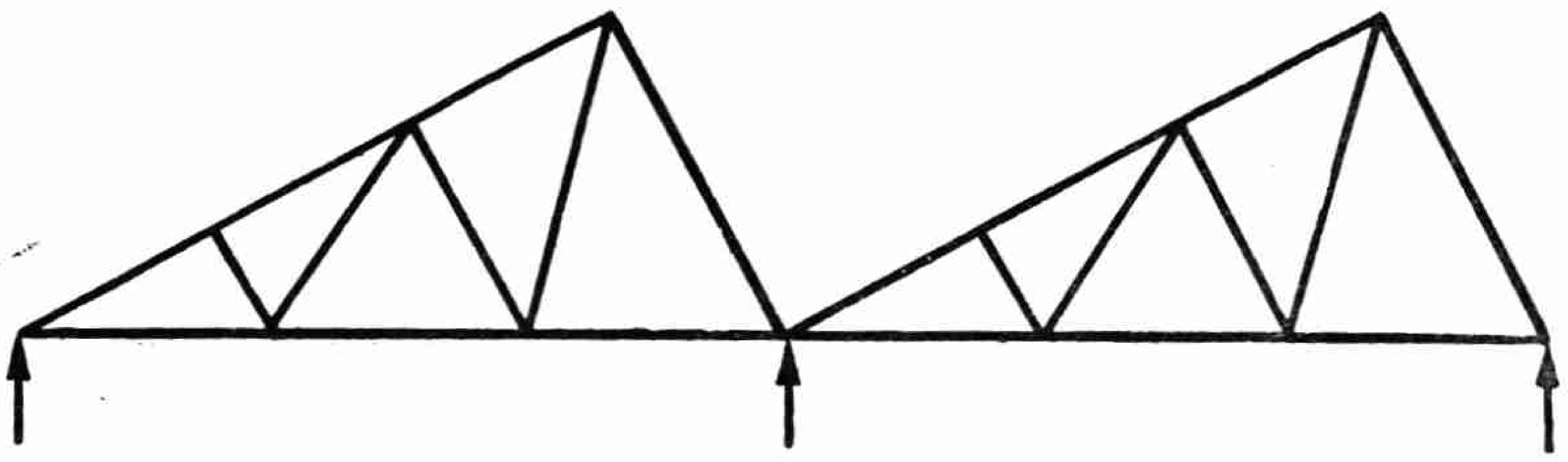
సున్నము 'క్విక్‌లైమ్', హైడ్రేటెడ్ సున్నము అను రూపములలో దొరకుచున్నది. మొదటిది సున్నపు రాయిని గాని, సముద్రపు ఆలిచిప్పలనుగాని కాల్చుటవలన వచ్చును. దీనిలో కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ ధాతువులు ముఖ్యముగ ఉండును. 5% కన్న తక్కువ మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ ఉన్న సున్నమును 'హై కాల్సియమ్ క్విక్‌లైమ్' అని, 5 – 35% ఉన్నదానిని 'మగ్నీషియమ్ సున్నము' అని, 35-40% కల దానిని 'డోలమైటిక్ క్విక్‌లైమ్' అని అందురు. క్విక్‌లైమ్‌ను నీటితో రాసాయనిక ప్రక్రియ చేయుటతో 'హైడ్రేటెడ్ లైమ్' ఏర్పడును. పై మూడు రకముల 'క్విక్ లైమ్'ను జలమిశ్రముతో 'హైడ్రేటెడ్ లైమ్'గా మార్చ వచ్చును.

'హైడ్రాలిక్ సున్నము' మరియొక రకము. దీనిలో 15 - 25% వరకు సిలికా, అల్యూమినా, ఐరన్ ఆక్సైడ్ ఉండును. నీటిలో స్థిరపడి, గట్టిపడు స్వభావము దీనికి కలదు.

అన్ని రకముల సున్నములను కాల్చి, చల్లార్చిన తరువాతనే వాడవలెను. అందుకు తగినంత నీటిని కూడ కలుపవలెను.

సున్నమును తేమ తగులకుండ బస్తాలలో ప్రత్యేకముగా ఉంచవలెను. లేనియెడల అది గాలి నుండి తేమను, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను గ్రహించి, నాణ్యములో త్వరగా క్షీణించును. జార్జి.

నిర్మాణ సిద్ధాంతము : ఈ నిర్మాణ సిద్ధాంతమునే 'నిర్మాణాత్మక యాంత్రిక శాస్త్రము' (స్ట్రక్చరల్ మెకానిక్స్)' అని, 'నిర్మాణాత్మక విశ్లేషణము (స్ట్రక్చరల్ ఎనాలిసిస్)' అని కూడ వ్యవహరించుట కద్దు. నిర్మాణముల ప్రతిక్రియల మీదను, అంతర ప్రతిబలము మీదను, విచలనము మీదను బాహ్య భారములు నెరపు ప్రభావమును గుర్తించుటకు అవసరమైన సూత్రముల సముదాయము విశ్లేషణ ప్రక్రియ అని నిర్మాణ సిద్ధాంతమును నిర్వచింపవచ్చును. అయితే, ఈ విశ్లేషణము, నిర్మాణపు డిజైను పరస్పరాశ్రయములు. [illegible]పు స్వ భారము దాని కొల



చిత్రము - 1 (a): ఉత్తరమువైపునుండి కాంతి వచ్చునట్లు చేసిన కప్పు ట్రస్సు.

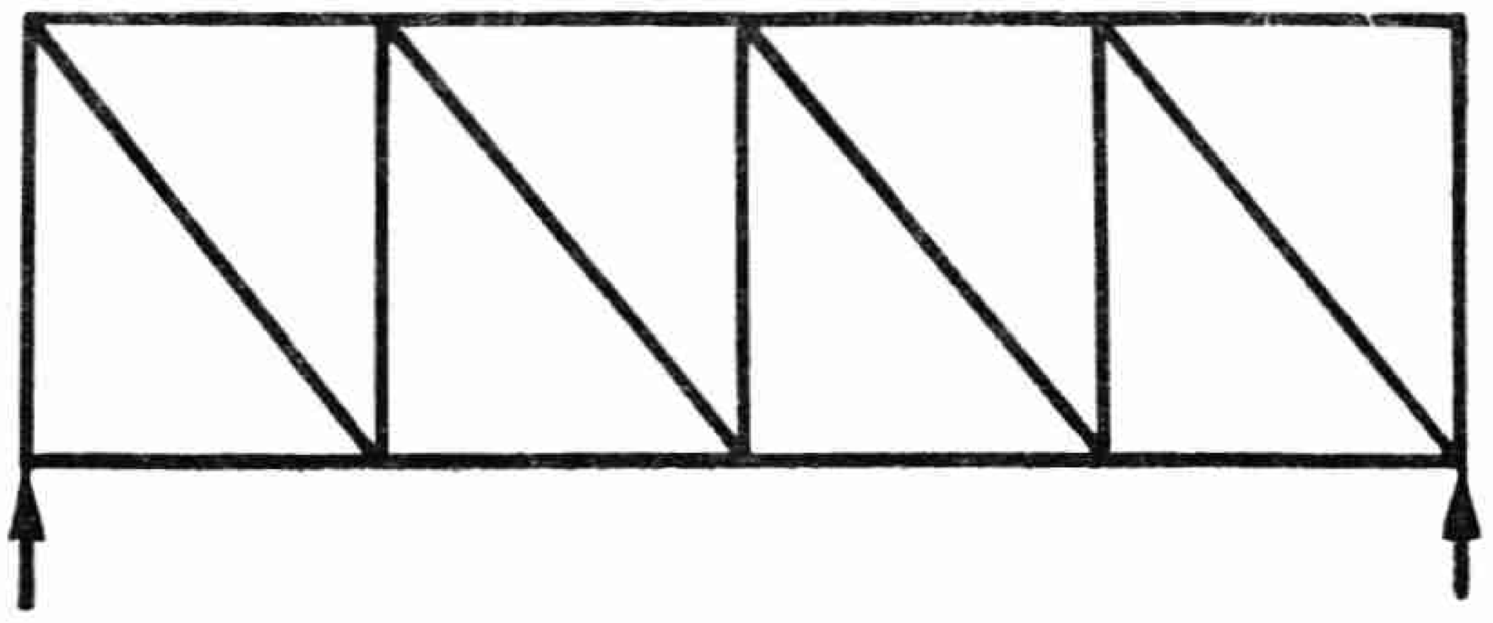
తలను బట్టి ఉండును. డిజైను లేనిచో ఆ కొలతలు తెలియవు. కొలతలు తెలియనిదే విశ్లేషణము సాధ్యముకాదు. ఈ విధముగ విశ్లేషణము, డిజైను అన్యోన్యాశ్రయములు.

నిర్మాణ సిద్ధాంతము అను శీర్షిక క్రిందను, ఘటక సామర్థ్యము అను శీర్షిక క్రిందను చాల వరకు ఒకే విషయములు చర్చింపబడుచున్నవి. ఈ విషయములను స్థూలముగా సూచించుటకు వినియుక్త యాంత్రిక శాస్త్రము (అప్లయిడ్ మెకానిక్స్) అను పదమును కూడ వాడుచున్నారు. కాని, తరుచు ఆ పదము ఘటక సామర్థ్యమునకు పర్యాయ పదముగ వాడబడుచున్నది. మృత్తికా విజ్ఞానము (సాయిల్ ఇంజనీరింగు) ఇటీవల చాల అభివృద్ధి సాధించుటతో, ఇంతకు ముందు భూప్రేషములు అని నిర్మాణ సిద్ధాంతములో చర్చింపబడుచు వచ్చిన అంశములు ప్రస్తుతము ఉర్వర్య యాంత్రికశాస్త్రము(సాయిల్ మెకానిక్స్), పునాదుల ఇంజనీరింగు అను శీర్షికల క్రింద చర్చింపబడుచున్నవి [చూ. పునాది శాస్త్రము - పు. 568].

రేఖా పట సహాయమున జరుపు విశ్లేషణమును 'రేఖా చిత్ర స్థైతికి' అందురు. ఇదికూడ నిర్మాణ సిద్ధాంతములో ఒక భాగము.

నిర్మాణములు అననేమో ముందుగా తెలిసికొనుట అవసరము. దూలములు, కంబములవలె కొన్ని నిర్మాణములు అత్యంత సరళమైనవి కావచ్చును. కడ్డీలు, కోణములు మొదలైన వివిధ భాగములతో కూడిన చట్రముల వలె కొన్ని సంకీర్ణములైన నిర్మాణములు ఉండవచ్చును. నిర్మాణములను క్రింది తీరున వర్గీకరింపవచ్చును.

తక్కిన రెండు కొలతల (వెడల్పు, లోతు/ఎత్తు) కంటె పొడవు చాల అధికముగ ఉండు నిర్మాణములు. ఉదా: దూలములు, కంబములు.



N ఆకారములో గర్డరు

చిత్రము-1 (b): ట్రస్సులు, గర్డరులు

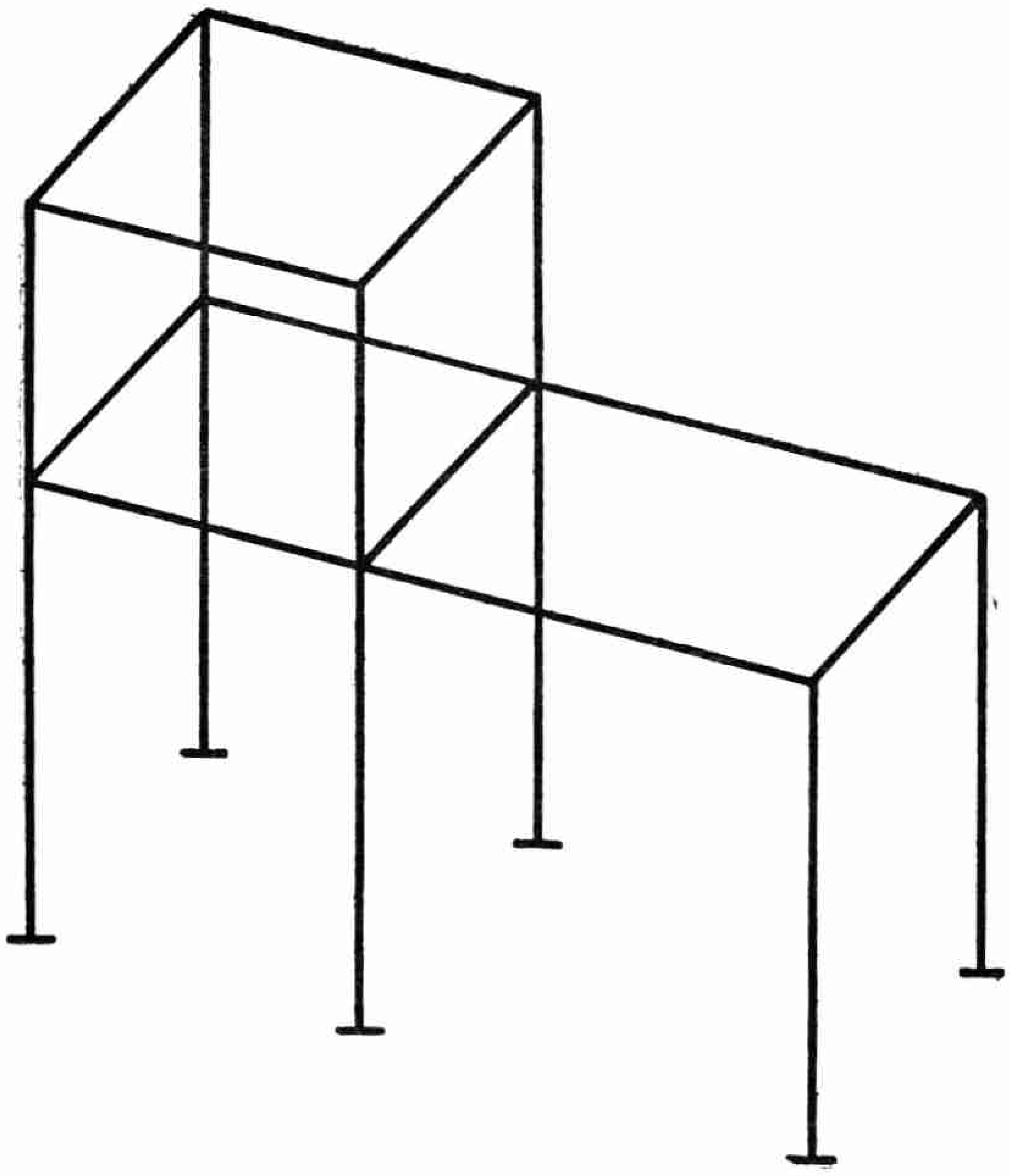
వేర్వేరు భాగములు కలుపుట చేత తయారగు నిర్మాణములు. వీటిలో తిరిగి రెండు ఉపవర్గములను గుర్తింపవచ్చును. 1. సమతల నిర్మాణములు (ప్లేన్ స్ట్రక్చర్). ఉదా: చట్రములు, సంవలిత స్తంభములు (బ్రేస్‌డ్ గర్డర్)[చూ. చిత్రము-1 (a), (b)]; 2. బహుతల నిర్మాణములు. ఉదా: చట్రములపై కట్టిన భవనములు [చూ. 506 పుటలోని చిత్రము-2].

రెండు కొలతలు ప్రాధాన్యము వహించిన నిర్మాణములు. ఉదా: ఫలకములు (ప్లేటు), షెల్ నిర్మాణములు.

మూడు కొలతలకును సమప్రాధాన్యము ఉండు బృహత్ నిర్మాణములు. ఉదా: డాములు, పునాదులు, ఆధారములు మొదలగునవి.

నిర్మాణములలో వాడుక చేయు కట్టడపు పని (తాపి పని రకము) ఉక్కు, కాంక్రీటు, కలప, రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు మొదలగు వాటితో కలిపి కూడ నిర్మాణములను వ్యవహరించుట కలదు.

భారములు: సాధారణముగ నిర్మాణములు అన్నియు బాహ్య శక్తులకు తట్టుకొని నిలువబడవలసి ఉన్న నిర్మాణములే. ఈ బ్యాహ్యశక్తులు: 1 బాహ్యభారములవలనగాని;



చిత్రము-2: చట్రపు నిర్మాణము

2. స్వ భారము వలన గాని; 3. తాపక్రమములో మార్పు వలన గాని ఏర్పడవచ్చును.

బాహ్యభారములు కొన్ని బిందువులవద్ద కేంద్రీకృతము కావచ్చును లేదా నిర్మాణమంతటి మీదను గాని, దానిలో ఒక భాగము మీదను గాని విభక్తమగుట జరుగవచ్చును. ఈ రెండు విధములైన భారములను వరుసగా కేంద్రీకృత భారములు, విభక్తభారములు అందురు. సరిసమానముగ విభక్తమై ఉన్నచో దానిని సమ విభక్తభారము అందురు. సాధారణముగ ఇట్టి భారమే మనకు ఎక్కువగ తటస్థపడు చుండును [చూ. చిత్రము-3 a,b,c,].

భారములను 1. నిజభారములు; 2. సజీవభారములు; 3. గాలి భారములు అని మరొక విధముగ కూడ వర్గీకరింప వచ్చును.

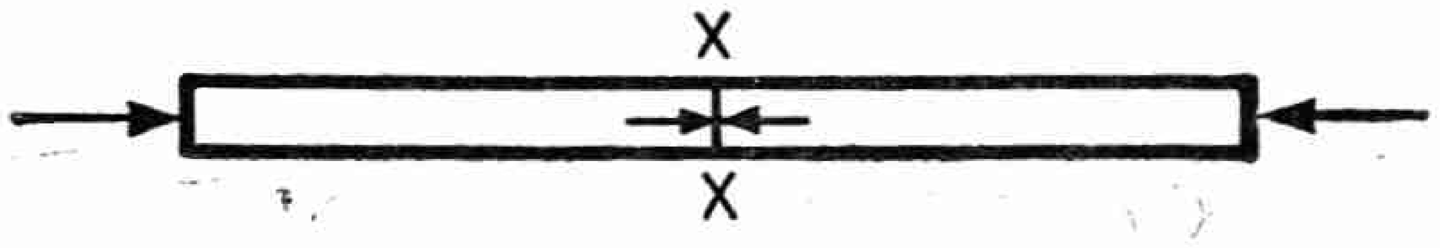
నిజ భారములు: క్రమ క్రమముగ ప్రయుక్తములగు అన్ని విధములగు భారములకును ఈ పదము వర్తించును. ప్రయుక్తమైన పిమ్మట అతి స్థిరముగ అట్లే ఉండిపోవును. దిశలోగాని, పరిమాణములోగాని మరి మార్పురాదు. ఇట్టి భారములకు ఉదాహరణముగ పై అంతస్తులు, దూలములు, కప్పులు మొదలగునవి పేర్కొనవచ్చును.

సజీవ భారములు: ఫర్నిచరు, కాపురము ఉండు వ్యక్తులు, నిల్వచేయు సరకులు మొదలగు భారమును సజీవ భారము అందురు. ఇట్టి భారమును సైజు '౦' మొదలు వాటి గరిష్ట మూల్యముల వరకు మారుచుండును.

వంతెనల విషయములో కదలెడి రైలు, లారీ, మిలిటరీ టాంకు మొదలగునవి సజీవభారములు. ఒక చోటనుండి మరొక చోటికి కదలు చుండెడి ఈ విధమైన భారములను చరభారములు అని కూడ అందరు.

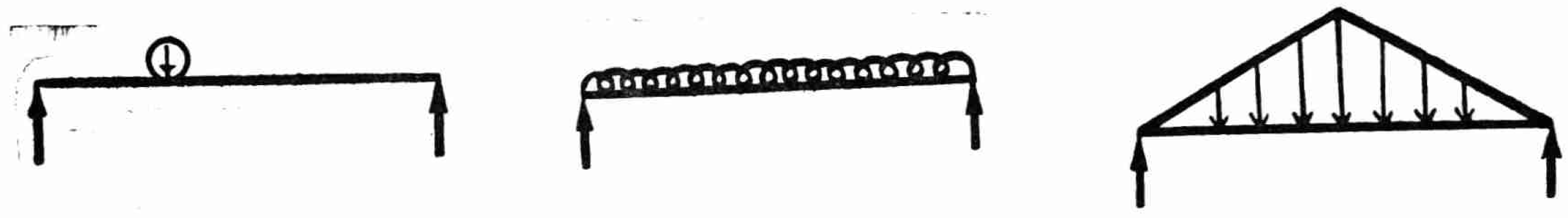
గాలి భారములు: గాలితాకిడి రూపమగు భారమును గాలి భారము అందురు. ఋతువును అనుసరించి, ఒకానొక ప్రదేశపు భౌగోళిక స్థానమును అనుసరించి గాలి భారములు దిశ, పరిమాణము మారుచుండును.

ప్రతిబలములు (స్ట్రెస్): ఒక నిర్మాణము మీద పని చేయు బాహ్యశక్తులు, ఆ నిర్మాణములోని ఆంతరశక్తులు పనిచేయుటకు కారణము అగును. ఈ ఆంతరశక్తులనే ప్రతి బలములు అందరు. నిర్మాణముపై బాహ్యశక్తి పనిచేయు దిశను అనుసరించి నిర్మాణవస్తువులో వేర్వేరు విధములగు ప్రతి బలములు ఉత్పాదితములు అగును. ప్రతిబలములు అయిదురకములు: 1. తన్యత; 2. సంకోచనము; 3. మోటనము (టార్షన్); 4. కర్తనము (షియర్); 5. వహన ప్రతిబలము.



చిత్రము-4: తన్యత ప్రతిబలము

తన్యత: చిత్రము-4లో చూపిన విధముగా కర్షణ శక్తికి గురి అయిన కడ్డీ సాగుట, దానిలోని కణములు భారము దిశగా దూర దూరముగా ఆకృష్టములు అగుట

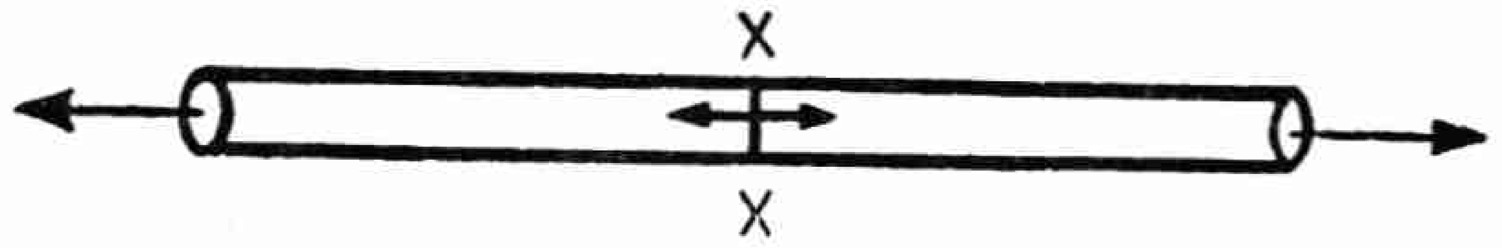


a. కేంద్రీకృతమైన భారము b. భారము ఒకే విధముగా వ్యాప్తి చెందిన స్వరూపము c. త్రికోణ వ్యాపనము

చిత్రము-3: భారముల రకములు

జరుగును. అప్పుడు ఆ కడ్డీలో తన్యత ఏర్పడినదని, ఆ ప్రతి బలమును 'తన్యత ప్రతిబలము' అని అందురు.

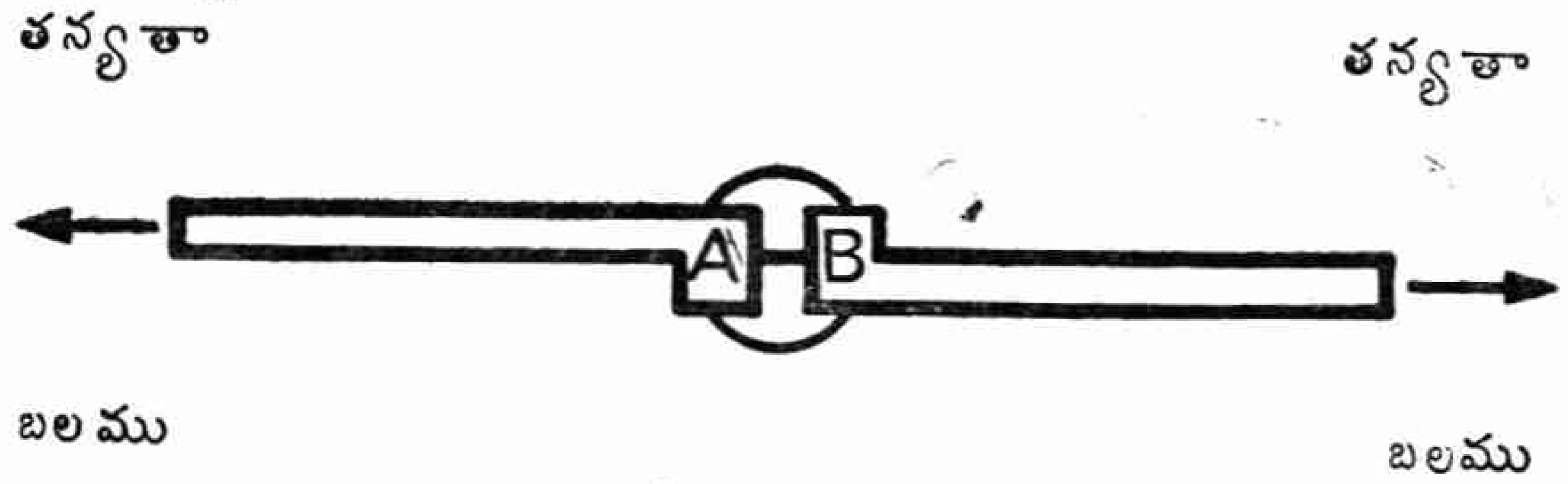
సంకోచనము : ఒక నిర్మాణము లేదా వస్తువు మీద ఒక బాహ్యశక్తి పనిచేయుచున్నప్పుడు ఆ శక్తి దిశగా ఆ వస్తువులోని కణములు దగ్గిరపడుటయు, ఆ వస్తువు హ్రస్వమగుటయు జరిగినచో ఆ వస్తువులో సంకోచనము ఏర్పడినదని, వస్తువు సంకోచక ప్రతిబలమునకు గురియైనదని అందుము [చూ. చిత్రము-5].



చిత్రము-5: సంకోచన ప్రతిబలము

మోటనము : ఒక కడ్డీని మెలిపెట్టుట జరిగినప్పుడు యంత్రపు ఇరుసు విషయములో వాటి మోటనము వలన ప్రతిబలమునకు గురియైనదందుము. ఎత్తుమీద నిర్మించిన నీటి తొట్టెలలోని వర్తుల స్తంభములవంటి వాటిలో ఈ విధమైన మోటన ప్రతిబలము మనకు గోచరమగును.

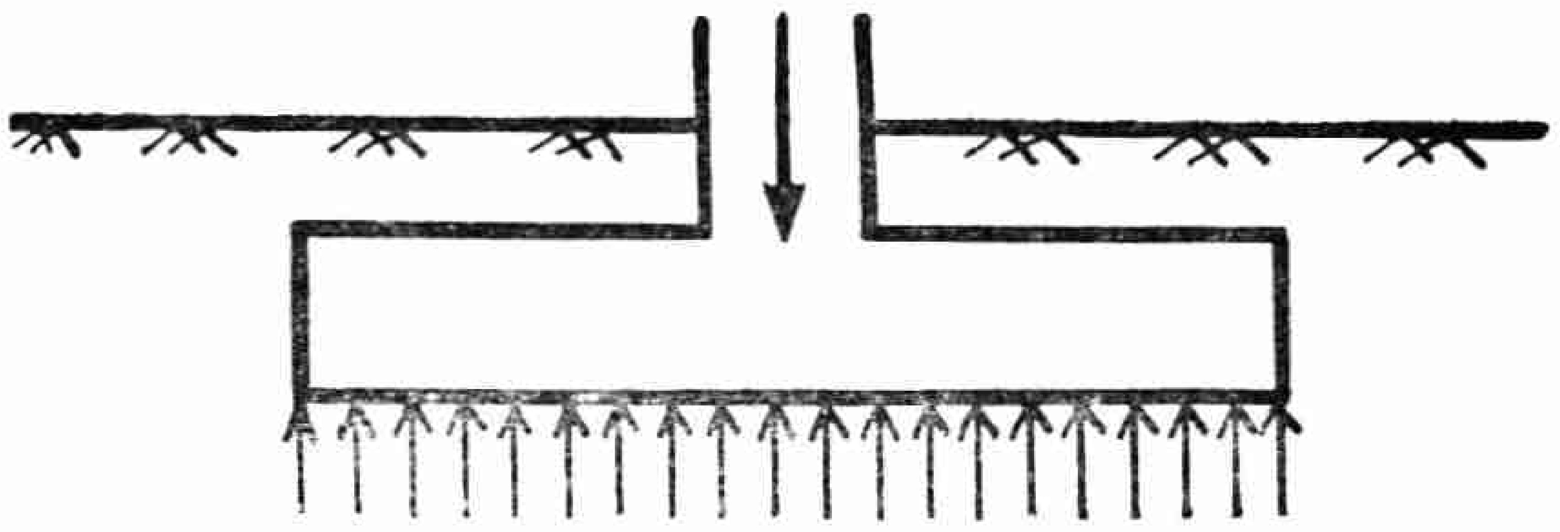
కర్తనము : ఒక నిర్మాణములోని రెండు భాగములలో ఒకటి రెండవదానిమీదుగా జారునట్లుగా బాహ్యశక్తులు పనిచేసినప్పుడు అట్లు జారెడి ప్రతిబలమును కర్తన ప్రతిబలము అందురు. ఆ నిర్మాణపు ఉపరితలమున పనిచేయ అట్టి ప్రతిబలము స్పర్శ స్వభావము కలదై ఉండును. రెండు ఫలకములు ఒకదానితో ఒకటి రివెట్ (మేకుబందీ) చేయబడి, ఆ రెండింటి మీదను తన్యత శక్తులు పనిచేయుచున్నప్పుడు [చూ. చిత్రము-6] ఆ రివెట్ లో ఏ.బి. అను రేఖ మీదుగా కర్తన ప్రతిబలము ఉత్పాదితము అగును.



చిత్రము-6: కర్తన ప్రతిబలము

వహన ప్రతిబలములు : నది ఒడ్డున ఇసుక పర్రమీద ఒక మేక నడచినచో దాని కాలి గుర్తులు లోతుగ పడును. అదే ఒక ఒంటె ఇసుకపర్రమీద నడచినచో మేక కంటే ఒంటె బరువు ఎక్కువే అయినను గుర్తులు అంత లోతుగా పడవు. మేక విషయములో లోతు గుర్తు ఏర్పడుటకు కారణము ఒంటెకంటె దాని వహన ప్రతిబలము, సాంద్రత ఎక్కువగ ఉండుట. చిత్రము-7 లో చూపిన విధముగా భవనపు పునాదుల అడుగున ఉన్న నేల చూపు ప్రతిక్రియ వహన ప్రతిబలము ఒక నిదర్శనము.

చరమ బలము-స్వీకృత ప్రతిబలము: ఒక వస్తువు విరిగి పోవుటకు ముందు ఎంత గరిష్ఠ ప్రతిబలమును భరింప



మన్నులో జరుగు ప్రతిక్రియ
చిత్రము-7: వహన ప్రతిబలము

గలదో అది దాని చరమబలము అనబడును. కాని, భద్రత దృష్ట్యా ఆ చరమ బలము కంటె చాల తక్కువ భారమును వహించునట్లే నిర్మాణములకు డిజైనులను తయారుచేయవలెను. డిజైనులో స్వీకరింపబడిన ఆ తక్కువ స్థాయి ప్రతిబలమును డిజైను ప్రతిబలము లేదా స్వీకృత ప్రతిబలము అందురు. క్రింది పట్టికలో కొన్ని వస్తువుల చరమబలము, స్వీకృత ప్రతిబలము చూపబడినవి.

వరుస సంఖ్య	వస్తువు	చరమ బలము	స్వీకృత ప్రతి బలము	వివరణ
1.	మెత్తని ఉక్కు	28-33	8-10	టన్నులు/6.45 సె.మీ. (బిగువు)
2.	టేకు	2- 8	$\frac{1}{2}$-$\frac{3}{4}$	డి. టో.
3.	రాయి	2- 5	$\frac{1}{8}$-$\frac{1}{4}$	టన్నులు/6.45 సెం.మీ. (సంకోచనము)
4.	సిమెంటు కాంక్రీటు (1:2:4)	2850	750	కి.గ్రా./6.54 సెం.మీ. (సంకోచనము)

భద్రతాంకము : చరమ బలమునకు, స్వీకృత ప్రతిబలమునకు నడుమ గల నిష్పత్తిని భద్రతాంకము అందురు. వస్తుస్వభావము, భారలక్షణము, పనివాడితనము, దెబ్బతిన గల అవకాశములు, తత్పర్యవసానములు, డిజైనులో అయథార్థత ఈ అంశముల అన్నిటిని ఆధారముగ చేసికొని భద్రతాంకమును నిర్ణయింతురు. ప్రయోగశాలలో కాని, క్షేత్రముమీద కాని జరిపిన ప్రయోగముల ద్వారా చరమ బలమును మొదట తెలిసికొని, తరువాత పైన వివరించిన విధముగా భద్రతాంకము నిర్ణయించుకొనినచో చరమ బలమును భద్రతాంకముచే భాగించి సులభముగా స్వీకృత ప్రతిబలమును కనుగొనవచ్చును. మెత్తని ఉక్కునకు 4, కలపకు 7, సున్నపువనికి 12 మొదలు 14 వరకు సాధారణముగా భద్రతాంకములుగా గ్రహింపబడుచున్నవి.

నిర్మాణ సిద్ధాంతమునకు సంబంధించిన భారములు, ప్రతిబలములు మొదలైన మౌలిక భావములను బోధపరచు

కొనిన తరువాత ఇప్పుడు కొన్ని నిర్మాణములను గూర్చి మరింత విపులముగ గ్రహింపనగును.

దూలములు : బాహ్య భారములు అక్షరేఖ దిశగా కాక దానికి అడ్డముగా పనిచేసెడి నిర్మాణభాగము అని దూలములను నిర్వచింపవచ్చును. దూలము ఏ వస్తువుతో నిర్మించినదైనను కావచ్చును. భారము దూలపు అక్షరేఖకు వాలుగ పనిచేయుచున్నచో అట్టి దూలమును ఏటవాలు దూలము అని, వాసము అని అందురు.

దూలములలో రకములు : దూలముల కొసల ఉనికి ఒక దానికంటె ఎక్కువ కానాల మీదుగా సాగుచుండుట మొదలగు అంశములను బట్టి దూలములను క్రింది రీతిగ వర్గీకరించిరి.

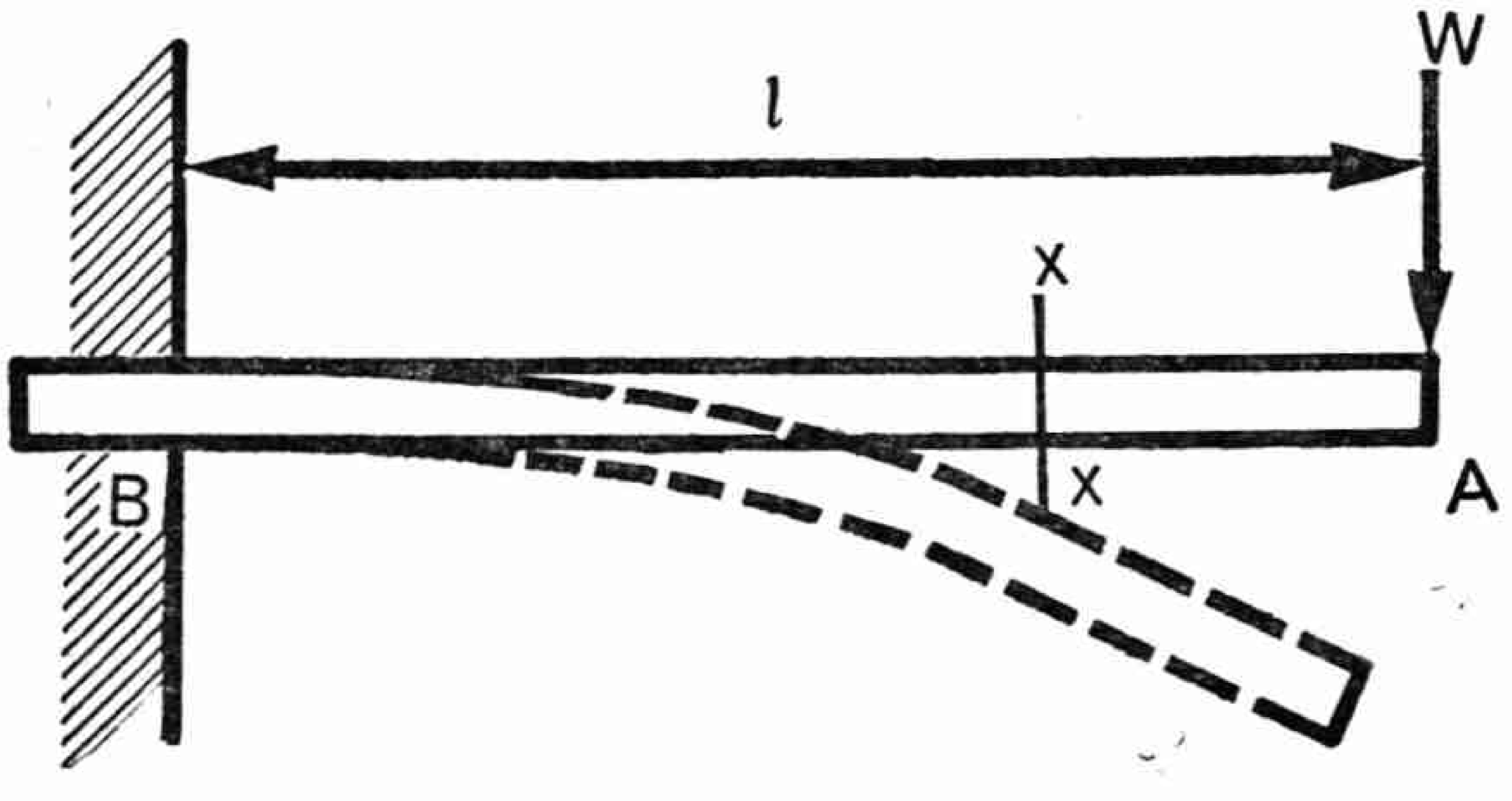
ఆన్చిన దూలము : చిత్రము-8. a లో చూపినట్లు ఈ రకపు దూలపు రెండు కొసలును బిగింపబడకుండ ఎట్టి కోణములో వంచుటకైనను వీలుగ అమర్చబడి ఉండును.

బిగించిన దూలము: చిత్రము-8. b లోవలె ఈ రకపు దూలపు రెండు కొసలును గట్టిగ బిగింపబడి, కొసలు కోణములు తిరుగు అవకాశము లేకుండ అమర్చబడి ఉండును.

వరండా దూలము : చిత్రము-8.c లో చూపిన ప్రకారము ఈ రకపు దూలపు ఒక కొన స్థిరముగ బిగింపబడియు, రెండవ కొన బాల్కనీలోవలె ఎట్టి ఆధారము లేకుండునట్లును అమర్చబడును.

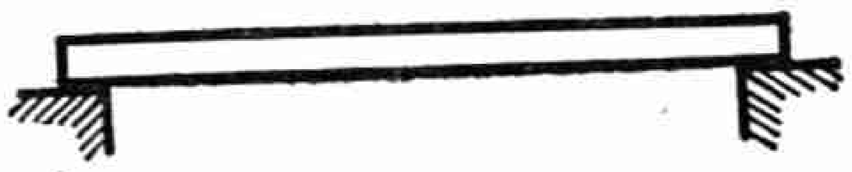
సరళ నమన సిద్ధాంతము : అక్షము దిశగా కాకుండ మరి ఏ దిశగా అయినను దూలముపై పనిచేయు భారములు లేదా శక్తులు ఆ దూలమును వంగునట్లు చేయును. సులభముగ అర్థమగుటకు అడ్డముగా ఉన్న దూలములను, వాటిపై నిలువుగా పనిచేయు భారములను గూర్చియే ఇక్కడ చర్చింతము.

నమన భ్రమకము : B వద్ద గోడలో బిగించబడిన AB అను ఒక వరండా దూలము ఉన్నది అనుకొందము [చూ. చిత్రము-9] విడిగా ఉన్న కొన 'A' పై 'W' అను భారము ఉన్నది అనుకొందము. ఆ భారమునకు పర్యవసానముగా



చిత్రము - 9
నమన భ్రమకము

చిత్రములో చుక్కల గీతతో చూపబడిన విధముగా ఆ వరండా దూలము వంగుట జరుగును. AB అను ఆ వరండా



(a) సరళమైన ఆధారములుగల ఆన్చిన దూలము

(b) రెండు కొసలు బంధించబడిన దూలము

(c) వరండా దూలము కాంటిలివర్

(d) ఏకాండపు దూలములు

చిత్రము-8 దూలముల రకములు

ఎడతెగని దూలము : ఇట్టి దూలము చిత్రము-8. d.లో చూడవచ్చును. రెండుకంటె ఎక్కువ ఆధారములపై ఇది ఆని ఉండును.

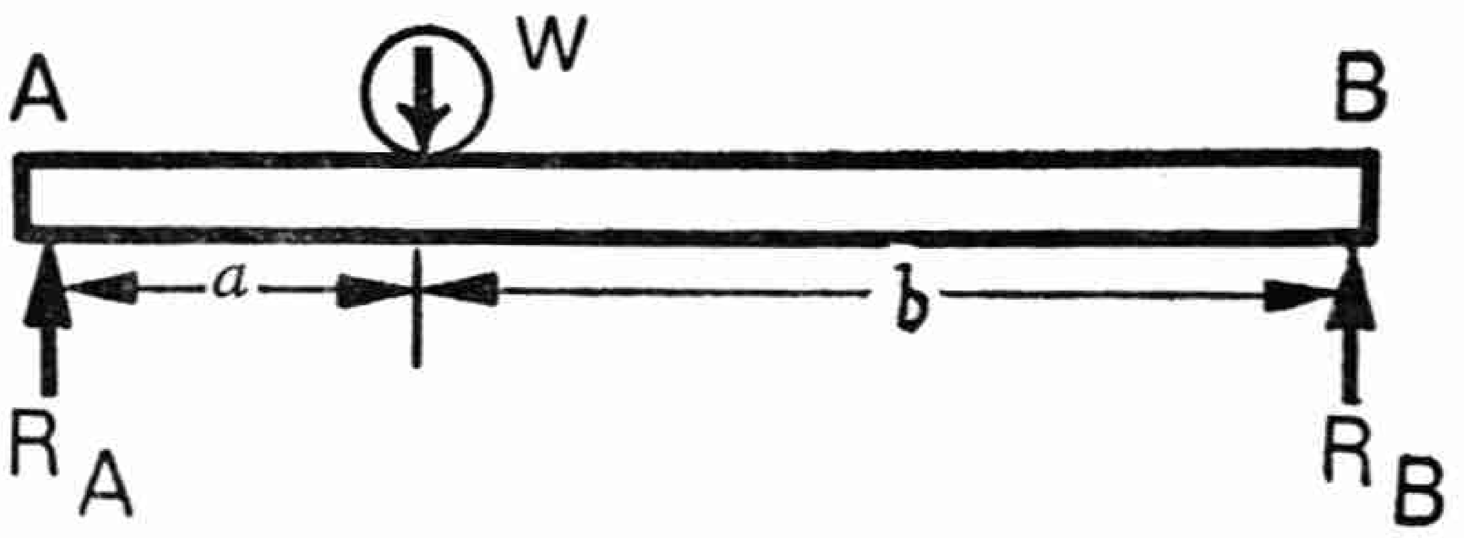
దూలమునకు సంబంధించిన విశ్లేషణమునకు నమన భ్రమకము (బెండింగ్ మోమెంట్), కర్తన, విచలనములను గణించుట అవసరము. ఈ గణనమును అర్థము చేసికొనవలెనన్న ముందుగా 'నమన సిద్ధాంతము'ను బోధపరచుకొనవలసి ఉన్నది.

దూలము నడుమ 'X' అను ఒక బిందువు తీసికొన్నచో ఆ బిందువు వద్ద నమన భ్రమకము $W.x$ (x=W కి X కి మధ్య దూరము) అగును. నమన పరిమాణము ఈ భ్రమకపు ప్రవృత్తితో సమానమగును. దానినే 'నమన భ్రమకము' అందురు.

ఒకటి కంటె ఎక్కువ భారములు దూలముపై పని చేయుచున్నప్పుడు కూడ ఇదే సూత్రము వర్తించును. మనము లెక్కకట్టు సెక్షనుకు కుడివైపునగాని,ఎడమవైపున

గాని దూలము పొడవునకు వివిధ బిందువుల వద్ద ఉన్న వివిధ భారముల యొక్క భ్రమకములను మొత్తము చేసి, ఆ దూలపు నమన భ్రమకము కనుగొనవచ్చును. తరుచు ఎదురగు కొన్ని సందర్భములలో ఉపయోగించు నమన భ్రమకముల విలువలను వివరించుటలో నమన భ్రమకములకు, విచనములకు సంబంధించిన సూత్రములు పట్టిక-I (పు 511) లోను పట్టిక-II (పు. 512)లోను పొందుపరచబడినవి,

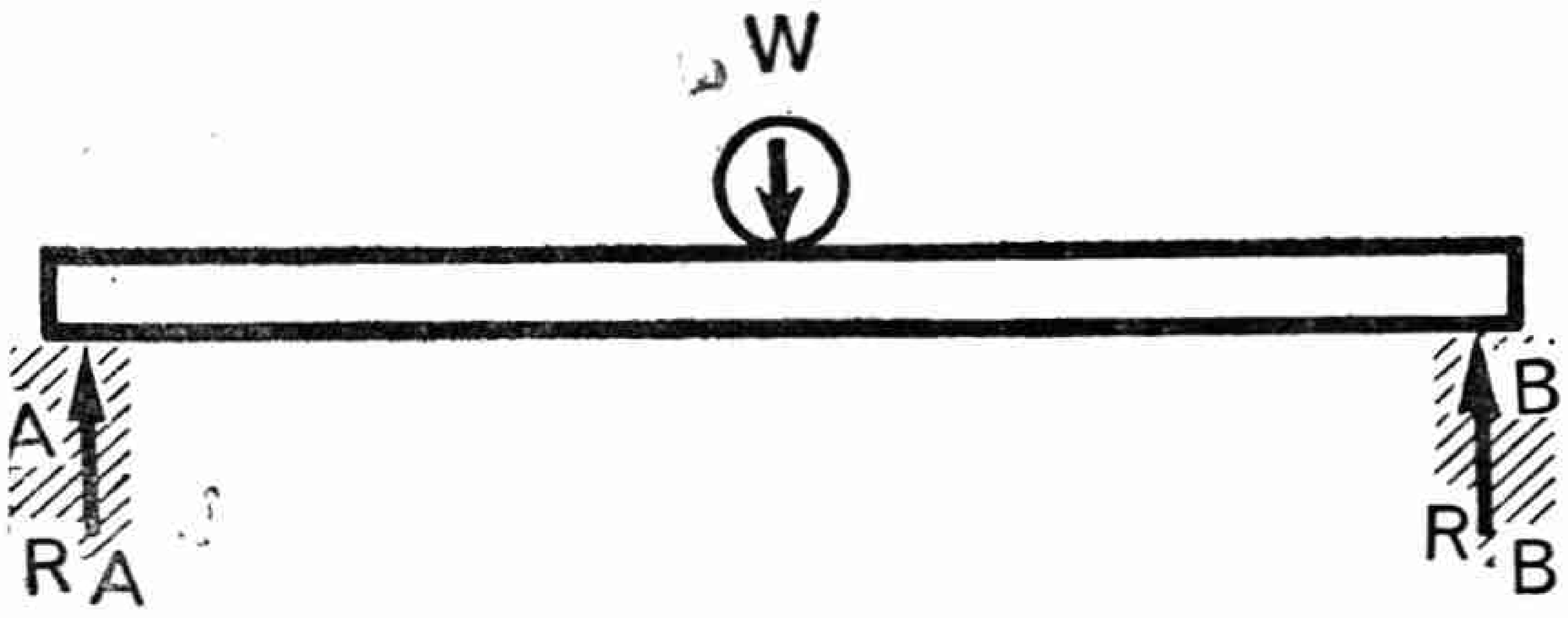
ప్రతిక్రియలు : చిత్రము-10 లో చూపబడిన విధముగా సరళమైన దూలమైనచో ఎట్టి లెక్కలును అవసరము



చిత్రము - 10: ప్రతిక్రియలు

లేకుండగనే 'W' అను భారమును A, B అను రెండు కొనలు సరిసమానముగ భరించునని మనము గ్రహింపగలము. A, B ల వద్ద పనిచేయు ఈ శక్తులను ప్రతిక్రియలు అందురు. ఆ రెండు ప్రతిక్రియలను సంక్షేపముగా R_A, R^B అని వ్యవహరింతురు.

దూలమునకు మధ్యగా కాకుండ W అను భారమును చిత్రము-11 లో చూపిన విధముగా మరొక బిందువు వద్ద



చిత్రము - 11: ప్రతిక్రియలు

మోపినచో R_A, R_B ప్రతిక్రియలు రెండును సమానముగా ఉండవు. స్థితి సంబంధమగు సమతా సూత్రముల సహాయమున అ ప్రతిక్రియలను క్రింది విధముగ మనము గణించి తెల్పవలెను. సమత నెలకొనవలెనన్నచో అధో ముఖ శక్తులతో ఊర్ధ్వముఖ శక్తులు సరితూగి ఉండవలెను.

$\therefore \quad W = R_A + R_B$ ....(1)

రెండు కొనలలో ఒకదాని భ్రమకములను తీసికొనినచో R_A, R_B లను మనము కనుగొనవచ్చును:

'A' అను కొనకు సంబంధించిన భ్రమకములను తీసికొన్నచో సవ్య భ్రమకములు = అపసవ్య భ్రమకములు

$\therefore \quad W.a = R_B\,(a + b)$

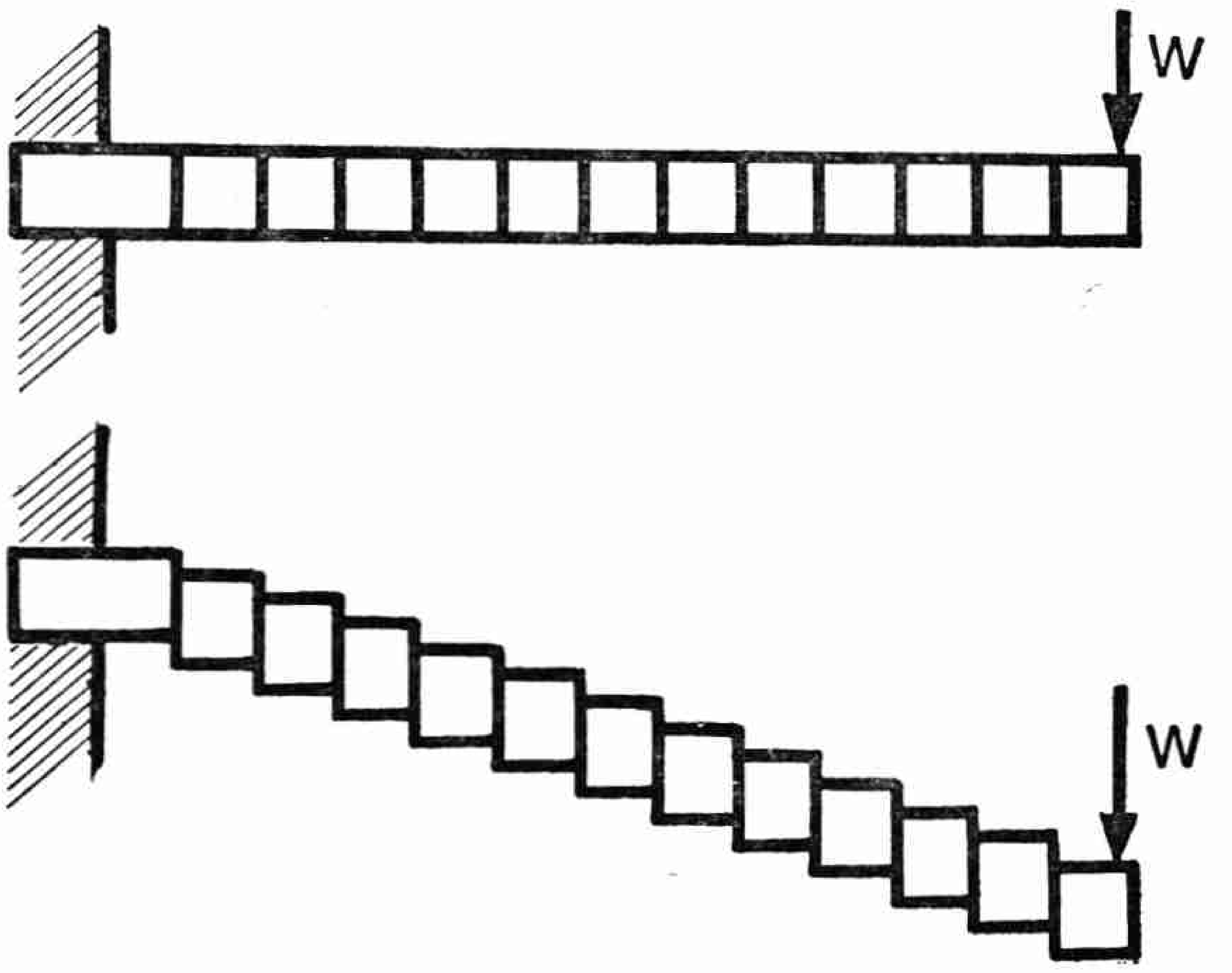
$$R_B = \frac{W \cdot a}{a + b} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

పైన చూపిన 2 వ సమీకరణములో కుడిచేతి ప్రక్క ఉన్న అంకెలన్నియు మనకు తెలియును. అందుచేత సులభముగ R_B ని కనుగొనవచ్చును.

ఇదే విధముగ దిగువ ఉదాహరించిన 3వ సమీకరణము సాయమున R_A ను కూడ గణింపవచ్చును.

$$R_A = \frac{W.b}{(a + b)} \quad \text{------------}(3)$$

కర్తన బలము: చిత్రము-12 a లో చూపిన విధముగా ఒక వరండా దూలము చిన్న చిన్న ముక్కలు అతికి తయారు చేసినదనుకొందము. నిరాధారముగ ఉన్న కొస మీద భారమును మోపినచో దూలములోని ముక్కలలో ప్రతి ఒక్కటి ప్రక్కదానికంటె క్రిందికి జారుటకు సిద్ధమగును [చూ. చిత్రము-12 b]. బాహ్యభారముల వలన



చిత్రము - 12: కర్తనబలము

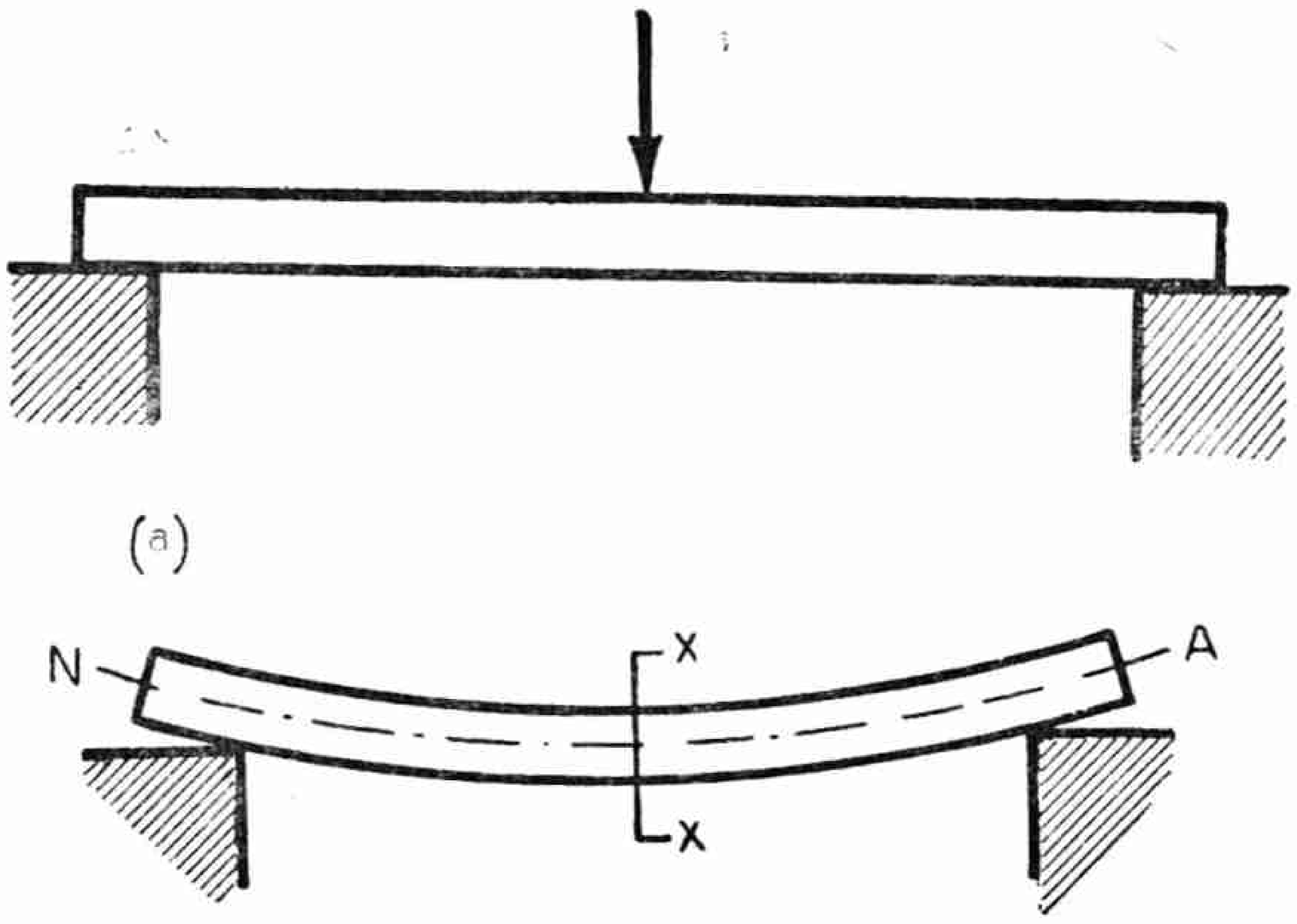
క్రిందికి జారజూచు ఈ లక్షణమునే కర్తన బలము అందురు. ఇట్టి కర్తనమును కలిగించెడి బాహ్య భారముల పరిమాణమును బట్టి ఈ కర్తన బలమును లెక్కకట్టుదురు. కూరిన దూలములోని ఒక సెక్షను వద్ద ఉండు కర్తన బలమును దూలములోని ఆ భాగమువద్ద ఆ సెక్షన్‌కి కుడివైపున గాని, ఎడమవైపున గాని లంబముగా పనిచేయుచున్న బలములు (ప్రతిక్రియా బలముతో సహా) అన్నిటి సంకలిత సంఖ్యయే అని నిర్వచింపవచ్చును.

తటస్థాక్షము : ఒక దూలముపై నిలువు భారములు పనిచేయుచున్నప్పుడు నమనభ్రమకము వలనను, కర్తన బలము వలనను ఆ దూలములోని ఒక తలములోని కణములు ఒత్తుగ ఏర్పడుటయు, రెండవ తలము వద్ద విరళత్వము

పొందుటయు సంభవించును. అనగా ఆ దూలములో ఒక తలము ఊర్ధ్వతలము[చూ. చిత్రము-13] వద్ద గరిష్ఠ సంకోచన ప్రతిబలము, ఆవలి తలము (అధో తలము) వద్ద గరిష్ఠ తన్యతా ప్రతిబలము ఏర్పడునన్నమాట. ఒక రకమైన ప్రతిబలమునుండి మరొకరకపు ప్రతిబలమునకు క్రమపరిణామము గోచరించు ఇట్టి దూలములో మధ్యలో ఎట్టి ప్రతిబలమును అనుభవింపని ఒక పొర ఉండితీరవలెను. ఏ విధమైన ప్రతిబలమునకును గురికాని ఈ పొరను తటస్థతలము అనియు, దీనిని ఖండించెడి నిలువు తలమును 'తటస్థాక్షము' అనియు అందురు.

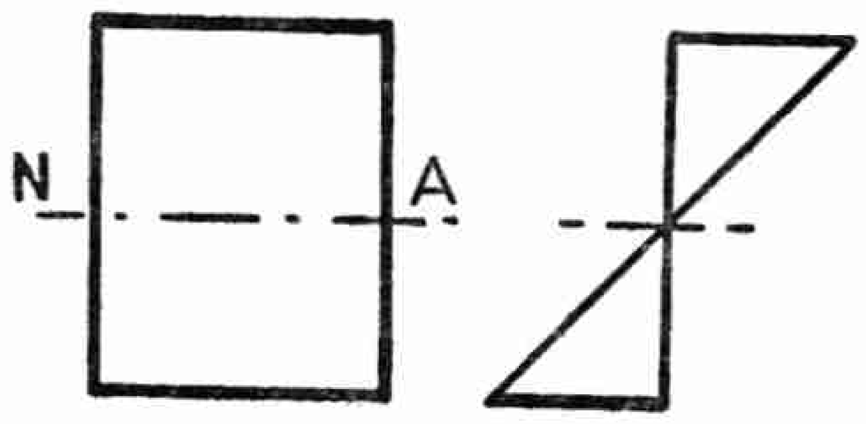
దూలములు, కుల్యాకారపు దూలములు (⊔), కోణాకారపు దూలములు (L),(T), ఆకారపు దూలములు మొదలగు సంకలితపు సెక్షన్‌ల విషయములో సెక్షన్ తీరు, ఇతర లక్షణములు లెక్కించుట ఇంత కంటెను క్లిష్టము. ఇంజనీరులకు కాలహరణము జరుగకుండ తోడ్పడుటకై అట్టి సెక్షన్‌ల ఉత్పాదకులే ఆ సెక్షన్ లక్షణములను లెక్కగట్టి ఒక కరపత్రములో సరఫరా చేయుదురు.

పైన ఇచ్చిన 6 వ సమీకరణము వలన మనకు మరొక ముఖ్యాంశము కూడ బోధపడుచున్నది. బాహ్య నమన భ్రమకముతో సమానముగ ఉండు దూలపు నిరోధక శక్తి భ్రమకము దాని సెక్షన్ తీరును అనుసరించి ఉండును. ఆ సెక్షన్ తీరు తిరిగి దూలపు వెడల్పును మందపు వర్గమును అనుసరించి ఉండును. అనగా వెడల్పు ఎక్కువైనప్పుడు కంటె మందము ఎక్కువైనప్పుడు దూలపు నిరోధక శక్తి మరింత ఎక్కువగా పెరుగును.



(a)

(b)



N. A. తటస్థాక్షము. (c) (d)

చిత్రము-13: తటస్థాక్షము

నమన భ్రమకము - ప్రతిబలము - మధ్యచ్ఛేదము: నమన సిద్ధాంత సహాయముతో ప్రతిబల సాంద్రతకు, నమన భ్రమకమునకు, దూలపు నమనమునకు, దూలపు నడిమి తలపు కొలతలకు, స్థితిస్థాపకత తీరునకు నడుమ గల సంబంధములను కనుగొనవచ్చును. అట్లు కనుగొనుటకు తోడ్పడు సమీకరణములు దిగువన ఈయబడినవి:

$$\frac{f}{y} = \frac{E}{R} = \frac{M}{I} \quad \text{———— 4}$$

$$M = f.z \quad \text{———— 5}$$

పై సమీకరణములలో M= నమన భ్రమకము, f= తటస్థాక్షము నుండి 'y' దూరములో గల తంతు సముదాయములోని దైర్ఘ్య ప్రతిబలము యొక్క సాంద్రత; E=స్థితిస్థాపకత తీరు; R=నమన వ్యాసార్ధము; I= స్థిరతా భ్రమకము: z= సెక్షన్ తీరు.

దీర్ఘ చతురస్రాకారమున ఉన్న దూలములో

$$Z = \frac{I}{y} = bd^2/6 \quad \text{———— 6}$$

(b=దూలపు వెడల్పు, d=మందము) అని కూడ మనము గుర్తింపగలము.

సంకలితపు ఉక్కుదూలపు (R. S. J): రచన- సామంజస్యము : సంకలితపు ఉక్కు దూలము I ఆకారముగానే ఎందుకుండవలెను? దానిలో గల సామంజస్యమేమి? పైన తటస్థాక్షమును గూర్చి చర్చించిన సందర్భములో తటస్థాక్షమువద్ద ప్రతిబలము ఏ మాత్రమును ఉండదని, ఊర్ధ్వతలము వద్దను, అధో తలము వద్దను మాత్రమే ప్రతిబలము గరిష్ఠ ప్రమాణములో ఉండునని మనము గమనించితిమి. అందుచేత ఊర్ధ్వతలము వద్దను, అధో తలము వద్దను మందముగను, తటస్థాక్షము వద్ద పలుచగను దూలమును నిర్మించుట అవసరమగుచున్నది. అట్లు నిర్మితమైన సెక్షన్ సహజముగానే I ఆకారములో ఉండక తప్పదు.

దూలముల విచలనము: పైన మోపిన బరువులు కారణముగా దూలము వంగి, దాని పొడవునను అనేక స్థలముల వద్ద విచలనము పొందుట జరుగును. మొదట తిన్నగ ఉన్న స్థితినుండి విచలనము పొందకుండ ఆ దూలమునకు గల నిరోధకశక్తిని కొలుచు సందర్భములో దూలపు

‘దార్ఢ్యము’ అను పదమును వాడుదురు. నిడివి/విచలనముల నిష్పత్తిని దార్ఢ్యముల తారతమ్య వివేచనలో వాడుక చేయుదురు. విచలనము/నిడివి నిష్పత్తి సౌందర్యాంశ పరిగణనములో ఉపయోగపడును. అధికముగ వంపు తిరుగుట సౌందర్యమును పాడు చేయునుగదా! కొన్ని సందర్భములలో అనుమతింపదగు విచలనము/నిడివి నిష్పత్తులు దిగువ చూపబడినవి.

సాధారణ భవనములు — 1/360
ప్రముఖ భవనములు — 1/480
చిన్న వంతెనలు — 1/600
ప్రధానమగు వంతెనలు — 1/1000

విచలనమును పరిమితము చేయవలెనని నిడివి/మందము నిష్పత్తిని మనము పరిమితము చేయవలెను. ఉదాహరణమునకు:-సమ విభక్తమగు భారముగల దూలము విషయములో విచలనము/నిడివి నిష్పత్తి 1/480 కి మనము పరిమితము చేసినచో నిడివి/మందము నిష్పత్తి 16.25 కి పరిమితమగును. దూలముల విచలనమును లెక్కగట్టుటకు అనేక పద్ధతులు గలవు. అవి అన్నియు మనకు అప్రస్తుతములు. అయినను సరళ సందర్భములలో విచలనమును గణించుటకు ఉపయోగించు కొన్ని సూత్రములు మాత్రము దిగువ పట్టికలో ఈయబడినవి.

బిగించిన దూలములు : రెండు కొనలను గట్టిగా బిగించబడిన అడ్డు దూలములను ‘బిగించిన దూలములు’ అందురని ఇంతకుముందే గ్రహించితిమి. ఒకే కొలతలు, నిడివి గల దూలము ఆ దూలపు కొనలు ఊరికే ఆనిచి ఉన్నప్పటి కంటె, గట్టిగ బిగించి ఉన్నప్పుడు మరింత శక్తిమంతముగను, దృఢముగను ఉండును.

సమ విభక్తమైన భారముతో కూడిన ఊరికే ఆనిచి ఉన్న దూలములో మధ్యభాగమున గరిష్ఠ నమన భ్రమకమును, ఇరుకొనల యందును ‘O’ నమన భ్రమకమును ఉండును. బిగించి ఉన్న దూలములో కొనలవద్ద నిరోధక భ్రమకములు లేదా స్థాపక భ్రమకముల ఉనికివలన రెండు కొనల వద్దను దూలము పైకి వంగుటయు, నడిమిభాగమున క్రిందికి వంగుటయు జరుగును. అందుచేత బిగించి ఉన్న దూలములోని వంపు దిశలో మార్పు గోచరించును. అట్టి మార్పు కనుపించు బిందువులను ‘ప్రతికూల నమన బిందువు’ అందురు. బిగించిన దూలములో మధ్యభాగములకు ఇటు ఒకటి, అటు ఒకటి మొత్తము అట్టి బిందువులు రెండు ఉండును. ఈ ప్రతికూల నమన బిందువుల వద్ద నమనభ్రమకము ‘O’ అయి ఉండును. ఈ విషయమునే సాంకేతికముగ నిరూపించుటలో స్థిర నమన భ్రమకమును (⌒) గుర్తుతోను, నడిమి నమన భ్రమకమును (◡) గుర్తుతోను సూచింతురు. స్థిరభ్రమకము ఋణ చిహ్నముతో (—ve) అని, నడిమి భ్రమకమును ధన చిహ్నముతో (+ve) అని సూచించుట కూడా గలదు. కాని, ఈ ఋణ, ధన చిహ్నములను వ్యత్యస్తముగ వాడినను దోషములేదు. కొన్ని గ్రంథములలో రచయితలు అట్లు వాడినవారు కూడ గలరు. కాని, ఏదో ఒక పద్ధతినే ఆద్యంతము నియమితముగ వాడుట అవసరము. బిగించిన దూలములకు సంబంధించిన నమనభ్రమకములు, విచలనములు 512 వ పుటలోని పట్టిక 2 లో చూపబడినవి.

బిగించిన దూలపు సమీకరణములోను, నిర్మాణములోను మిక్కిలి జాగరూకతతో వ్యవహరించుట అవసరము; దూలపు ఆధారములో ఒకదాని వద్ద చిన్న భ్రంశము గాని, వాతావరణముతోని మార్పులు గాని బిగించిన దూలములో ప్రతిబలములను ఎక్కువగ కలిగించును; వంతెనలు మొదలగు వాటిమీద కదలెడి భారములు కుదుపులను కలిగించి, కొనల స్థిరత్వమునకు భంజకములై అనిశ్చిత పరిస్థితిని కలిగించును.

ఎడతెగని దూలములు : రెండు కంటె ఎక్కువ ఆధారములపై ఆని ఉండు దూలములను ఎడతెగని దూలములు

పట్టిక - I

నమన భ్రమకములకు, విచలనములకు సంబంధించిన సూత్రములు

వరుస సంఖ్య	దూలము, భారములరకము	గరిష్ఠనమన భ్రమకము	గరిష్ఠ విచలనము	వివరణ
1	ఆధారములేని కొనపై కేంద్రీకృతమైన భారముగల వరండా దూలము	$W.l$	$\frac{W.l^3}{3\ E.I}$	W = భారము l = నిడివి E = స్థితిస్థాపకత గుణకము I = స్థిరతాభ్రమకము
2.	U.D.L. తో కూడిన వరండా దూలము	$\frac{W.l}{2}$	$\frac{W.l^3}{8\ E.I}$	
8	సరళాధారము, మధ్యలో కేంద్రీకృతమైన భారముగల దూలము	$\frac{W.l}{4}$	$\frac{W.l^3}{48 E.I}$	
4.	U.D.L తో కూడిన సరళాధారముగల దూలము.	$\frac{W.l}{8}$	$\frac{5}{384}\ \frac{Wl^3}{E.I}$	

అందురు [చూ. చిత్రము 8 b]. దూలము వేర్వేరు ఆధారముల మీదుగ సాగుచుండుటచే ఆధారములవద్ద దూలములో ఋణ నమన భ్రమకము ఏర్పడును. నడిమి ఆధారముల వద్దనే తప్ప, రెండు కొసల వద్దను అవి ఊరికే అనిచి ఉన్నచో ఎట్టి ఋణ నమన భ్రమకమును ఉండదు.

పొడువునకు, అడ్డు కొలతలకు మధ్య ఉండవలసిన సంబంధము మిక్కిలి ప్రాధాన్యము వహించుచున్నది. ఈ సంబంధమును ఇంజనీరింగు పరిభాషలో తనుత్వ నిష్పత్తి (స్లెండర్ నెస్ రేష్యో) అందురు. కంబపు పొడవునకు, భ్రమణ వ్యాసార్ధము (రేడియస్ ఆవ్ గైరేషన్)కు మధ్య ఉండు

పట్టిక-II బిగించిన దూలములో నమన భ్రమకము, విచలనము

వరుస సంఖ్య	భార లక్షణము	గరిష్ఠ +ve B.M	గరిష్ఠ —ve B.M	గరిష్ఠ విచలనము	ప్రతికూల నమన బిందుళ్లు
1.	మధ్యగా కేంద్రీకృతమైన భారము	$\frac{Wl}{8}$	$\frac{Wl}{8}$	$\frac{Wl^3}{192\,EI}$	0 25 l
2.	సమ విభక్త భారము	$\frac{Wl}{24}$	$\frac{Wl}{12}$	$\frac{Wl^3}{384\,EI}$	0.21 l

ఎడతెగని దూలములోని నమన భ్రమకములను గణించుపట్ల 'త్రి భ్రమక సిద్ధాంతము'ను సాధారణముగ వాడుకచేయుదురు. హార్డీ క్రాస్ విధానమునకు సంబంధించిన భ్రమక విభజన పద్ధతి సర్వసామాన్యముగా వాడుకలో ఉన్నది. చట్రములతో సహా అన్ని సందర్భములలోను దీనిని వాడవచ్చును. వరుస ఉజ్జాయింపుల సడలింపును ఆధారము చేసికొనిన పద్ధతి ఇది.

నిష్పత్తిని 'తనుత్వ నిష్పత్తి' అందురు. గణితశాస్త్ర రీత్యా భ్రమణ వ్యాసార్ధము స్థిరతా భ్రమకమును అడ్డుకొలతతో భాగింపగా వచ్చిన సంఖ్య యొక్క వర్గమూలముతో సమానము అగును. అనగా $r=\sqrt{I/A}$

ఈ క్రింది 3 వ పట్టికలో చూపిన విధముగ కంబపు కొసల స్వరూపము, కంబపు కార్యకారి దైర్ఘ్యమును నిర్ణయించుచుండును.

పట్టిక-III

వరుస సంఖ్య	కొసల స్వరూపము	కార్యకారి దైర్ఘ్యము	వివరణ
1.	రెండు కొసల స్థాననిర్ణీతములు, దిశానిర్ణీతములు	$l = L$	l కార్యకారిదైర్ఘ్యము
2.	ఒక కొస ఉతకపై బిగించినది, రెండవకొస ఊరకవదలివేసినది	$l = 2L$	L యథార్థదైర్ఘ్యము
3.	రెండు కొసలును స్థాననిర్ణీతములు, దిశా నిర్ణీతములుకూడ	$l = \frac{1}{2} L$	
4	ఒక కొస స్థాననిర్ణీతము, రెండవది దిశా నిర్ణీతము	$l = \frac{2}{3}L$	

కంబములు-స్ట్రట్‌లు: నిలువుగ ఉండు ఘనీభూత నిర్మాణమును కంబము అందురు. ఆ ఘనీభూత నిర్మాణము ఏటవాలుగ ఉన్నచో అది 'స్ట్రట్' అనబడును. సాధారణముగ కనిపించు స్తంభము లన్నియు కంబములే అవి తరచు సున్నముతోను, కాంక్రీటుతోను నిర్మింపబడుచుండును. ట్రస్సన్ కూడ కంబమేగాని అది ఉక్కుతో నిర్మితమై ఉండును.

పొడుగుపాటి ఘనీభూత నిర్మాణమునకును, పొట్టి నిర్మాణమునకును తేడా గలదు. పొడుగుపాటి నిర్మాణము దానిపైన మోపిన భారమునకు తేలికగా వంగుట (క్రుంగుట) జరిగి బలహీనమగును. కంబములు వంగుటకు ప్రధాన కారణములు నిర్మాణములో ఋజుత్వలోపము లేదా భార వైపరీత్యము, ఇతర సంభావ్య కారణములు, ఏకరూపత లోపము, పనివాడితనము లోపించుట.

అందుచేత కంబముల, స్ట్రట్‌ల బలమును గణించుటలో

కంబములో ప్రతిబలములు: కంబములలోను, స్ట్రట్‌లలోను సంభవించు ప్రతిబలములను గణించుటకు అనేక సూత్రములు కలవు వాటిలో పరమ ప్రామాణికములైనవి వలర్, రాన్‌కైన్ ప్రతిపాదించినవి.*

* భంజక భారమునకు వలర్ చెప్పిన సూత్రము:—

$$P = \frac{\pi^2}{l^2} EI$$

ప్రతిబలమునకు రాన్‌కైన్ ప్రతిపాదించిన సూత్రము:

$$P = \frac{f}{1 + a(l/r)^2}$$

(ఈ సమీకరణములలో P = భంజక భారము; $\pi = 22/7$ l = కార్యకారి దైర్ఘ్యము; E = స్థితిస్థాపకశక్తి గుణకము; I = స్థిర భ్రమకము; p = కంబములోని ప్రతిబలము a = ఒక స్థిరాంకము ఉక్కుకు ఇది 1/9000, కొయ్యకు 1 2000, C.I కి 1/600;). f = వస్తువులో భద్రత దృష్ట్యా అనుమతింపదగిన ప్రతి బలము; r = వలన వ్యాసార్ధము.

చట్రములు (ట్రస్సులు) : కొనల వద్ద ఒకదానితో ఒకటి చేర్చబడి త్రికోణాకారముగా ఏర్పడు పలక కడ్డీలతో కూడిన నిర్మాణము 'చట్రము'. అతుకుల మధ్య ఉండు భాగములను విడిభాగములుగను, అతుకులను ఒరపిడిలేని ఉతకలగను పరిగణింతురు. అతుకుల ద్వారానే పనిచేయు విధముగ బాహ్యభారములను వీటిపై మోపుదురు. ట్రస్‌లోని విడికడ్డీలలో తన్యత లేదా సంకోచక ప్రతిబలములు మాత్రమే సంభవించునట్లు చూచుదురు.

ఏటవాలు ఇంటి కప్పులను మోయు చట్రములను 'ఇంటి కప్పు చట్రము' అందురు. వంతెనలకును, భవనములకును వాడెడి సమాంతరపు దూలములు గల చట్రములను సంవాతితపు గర్డరు (బ్రేస్‌డ్ గర్డరు) అందురు. పొడుపు దృష్ట్యాగాని, సొగసు దృష్ట్యాగాని అడ్డు దూలముల వాడుక అనభిమతమగునంత దూరపు కానాలకు ఇంటి కప్పు చట్రములను, సంకలితపు గర్డరులను వాడుక చేయుదురు. చట్రముల వాడుకవలన మరొక లాభము విడి భాగములుగ ఊడదీసి, మరొక స్థలములో తిరిగి అతుకుటకు వీలుండుట. తాత్కాలిక నిర్మాణముల విషయమునను, మిలిటరీ వంతెనల విషయమునను ఈ అంశము మిక్కిలి ప్రధానమైనది.

కానా పొడుగును, పైన మోపు భారమును అనుసరించి చట్రములలోను, గర్డరులలోను పలురకములు రూపొందింపబడినవి. ఆ రకములలో కొన్నిటిని చిత్రము - 1 లో చూడవచ్చును [చూ. నిర్మాణములు, ఉక్కు - పు. 488].

విశ్లేషణము : చట్రముల విషయములో సజీవభారము, నిజభారములే కాక వాయుభారములు కూడ అమిత ప్రభావమును చూపుచుండును. చట్రముల విశ్లేషణములో స్థితి సమతా సూత్రములను వాడుక చేయుదురు. సరళములైన చట్రముల విశ్లేషణకు గణితప్రక్రియలే సరిపోవును. కాని, సంకీర్ణపు చట్రముల విషయములో రేఖాపట ప్రక్రియలు ఎక్కువగ ఉపయోగకరములగుటచే, ఆ ప్రక్రియలే నేడు ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్నవి. చలద్భారములను వహింపవలసి ఉన్న వంతెనల విషయములో క్షోభలు, విచలనములు మొదలగునవి కనుగొనుటకు ప్రభావరేఖలు ఆవశ్యకమగుచున్నవి. కొంత నిర్దిష్టమైన బరువు సమాంతరముగ పని చేయుచు ; నిర్దిష్టమైన దిశగా నిర్మాణము మీదుగా పోవుచున్నప్పుడు ఆ నిర్మాణములోని ఒకానొక నిర్దిష్ట బిందువు వద్ద ఉండు నమన ఘూర్ణనము, కర్తన బలము, విచలనము మొదలగునవి సూచించునవి గ్రాఫ్ లేదా వక్రరేఖ అని, ప్రభావరేఖ అని నిర్వచింపవచ్చును.

ఆర్చిలు : రెండు కొనల వద్దను ఆధారములు గల ఒక వంపు తిరిగిన నిర్మాణమును ఆర్చి అందురు. దీని రెండు కొనల వద్దనున్న ఆధారములలోను నిలువు భారములు మోపబడనప్పుడు కూడ అడ్డముగ పనిచేయు బలములు రూపొందింపబడును. దూలములచేగాని, చట్రములు, గర్డరులచేగాని కలుపుటకు వీలులేనంతటి పెద్ద కానాల విషయములో ఆర్చి ఉపయోగపడును.

ఆర్చి నిర్మాణమును మొట్టమొదట రోమన్‌లు ఆరంభించిరి. సున్నముతోగాని, కాంక్రీటుతోగాని, ఉక్కుతోగాని ఆర్చిని నిర్మింపవచ్చును. నిర్మాణములో వాడుక చేసిన పదార్థమునుబట్టిగాని, వంపు లక్షణమునుబట్టిగాని ఆర్చిలను వర్గీకరింపవచ్చును. విశ్లేషణ సౌకర్యము కొరకు ఉతకలను బట్టి కూడ క్రింది విధముగ ఆర్చిలను వర్గీకరింతురు. 1. మూడు ఉతకల ఆర్చి (రెండు ఆధారముల వద్దను, శిఖరము వద్దను ఉతకలు గలది) ; 2. రెండు ఉతకల ఆర్చి (రెండు ఆధారముల వద్దను మాత్రమే ఉతకలు గలది) ; 3. స్థిరమైన లేదా ఏకరూపమైన ఆర్చి (అసలు ఉతకలు లేనిది).

సున్నపు ఆర్చిలను సాధారణముగా స్థిరమైన ఆర్చిలుగా భావింతురు, ఈ ఆర్చిలు ఎండకు గురి అగునవి కనుకను, స్థిరమైన ఆధారముల మధ్య సుదీర్ఘమైన కానాలను కలుపుటకై నిర్మింపబడినవి అగుటచేతను వీటిలో వాతావరణ ప్రతిబలములు ఎక్కువగ ఏర్పడును. అందుచే, వాటిని ముఖ్యముగ పరిగణనలోనికి తీసికొనవలసి ఉండును. ఆర్చిల విశ్లేషణము చాల క్లిష్టమైనదగుటచే దానిని ఇక్కడ వివరించుటకు సాధ్యము కాదు.

ద్వారపు చట్రములు, స్థల చట్రములు, సంరక్షక చట్రములు, ప్లేట్‌లు నిరాధారపు వంతెనలు మొదలగునవి ఇంకను ఎన్నో రకములైన నిర్మాణములు గలవు.

ఇటీవల కొన్ని పురోగామి దేశములలో ప్లాస్టిక్ సిద్ధాంతమును అనుసరించిన విశ్లేషణ, డిజైన్ పద్ధతులను వాడుట ఆరంభించారు. ప్లాస్టిక్ సిద్ధాంతమును క్రింది విధముగ సంగ్రహింపవచ్చును.

ఉక్కు నిర్మాణముల విషయములో ఒక నిర్ణీత పద్ధతిలోనే ఆ నిర్మాణము పాడగుట జరుగును. నిర్మాణములోని కొన్ని భాగములలో అవుకు, ప్లాస్టిక్ ప్రసారము ఆరంభమైనప్పుడే ఆ నిర్మాణము జంకిచ్చును. ఇట్టి ప్రసారములనే ప్లాస్టిక్ ఉతకలు అందురు. వీటిని గుర్తించుటవలన ఎంత భారమును మోపినచో నిర్మాణము మారిపోవునో ముందుగనే మనము లెక్కకట్టి చెప్పవచ్చును.

మౌళి.

నిర్మాణాత్మక భూ శాస్త్రము : నిర్మాణాత్మక భూ శాస్త్రము భూశాస్త్రమందు ఒక ప్రత్యేక విభాగము. శిలా రచనలను గుర్తించుట, ప్రదర్శించుట, వ్యాఖ్యానించుట ఈ విభాగమునందు చర్చింతురు. భూపృష్ఠ చలనముల ప్రభావము పంకజ (సెడిమెంటరీ) పొరల మేట ఏర్పడినప్పుడుగాని, పిమ్మటగాని, అగ్ని శిలలు చొచ్చుకు వచ్చినప్పుడుగాని ఉండును. కొన్ని సందర్భములలో మేట ఏర్పడినపుడును, పిమ్మటను కూడ ప్రభావము ఉండును. రచనాత్మక విశ్లేషణముల వలన పరిష్కరించుటకు మిక్కిలి కఠినమైన సమస్యలలో నొకటి స్తరశిలాశాస్త్రము (స్ట్రేటిగ్రఫీ) నకును, నిర్మాణాత్మక చరిత్రకును గల కచ్చితమైన సంబంధము.

ఈ నాడు భూమియందున్నట్లుగా చూపబడుచున్న అనేక శిలా ప్రతుల ఆకారములు, తీరు - తెన్నులు రెండు ప్రక్రియల ఫలితములు. ఆ శిలల ప్రాథమిక నిర్మాణములు పెంపొందినప్పటి వాని తొలి రూపముతో సంబంధించిన ప్రక్రియలు మొదటివి. వానిపై ప్రభావమును కలిగియున్న యాంత్రిక విరూపతకు లేదా రాసాయనిక పునర్నిర్మాణమునకు చెందిన ఆ తరువాతి ప్రక్రియలన్నియును రెండవవి. పంక లేదా అగ్ని శిలల యొక్క నిర్మాణ ప్రక్రియలందలి ఉత్తర దశలతో సంబంధించిన ఫలితములను శిలాజనితకాల ప్రక్రియలుగా వ్యత్యాసపరచుట సర్వ సాధారణము. ఎందుచేతననగా, అవి శిలలు ఏర్పడిన సమయములో పొందిన పరిస్థితులతో సన్నిహితముగా సంబంధమును కలిగి ఉన్నవి. ఇక పూర్తిగా ఆ తరువాత ఏర్పడిన నిర్మాణములు ఆనుషంగికములుగా పరిగణింపబడును.

స్తర సమూహము యొక్క నిర్మాణాత్మక చరిత్రను సరిగా అర్థము చేసికొనుటకు స్తరశిలాశాస్త్ర, పంకీభవనము, శిలా విజ్ఞాన సూత్రముల పరిజ్ఞానము మిక్కిలి ఆవశ్యకము. పంకముల రచనను వెల్లడి చేయుటయందు గణిత శాస్త్రము మొదలు ప్రాచీన వాతావరణ శాస్త్రము వరకును గల అనేక ఇతర శాస్త్రీయ పద్ధతులు కూడ సహాయపడినవి.

నిర్మాణాత్మక భూ శాస్త్రమందలి పద్ధతులు: ఈ పద్ధతులను స్థూలముగా నాలుగుగా విభజింపవచ్చును.

శిలల యొక్క క్షేత్రాను శీలనమును, దానిని అనుసరించిన భూ శాస్త్ర పట లేఖనమును ఈ నాలుగు పద్ధతులలోను మిక్కిలి ముఖ్యమైనది. ప్రాథమిక లక్షణములును, ఆనుషంగిక లక్షణములును కూడ ఆ ప్రదేశములందు గమనించబడును. వానిని పటములలోగాని లేదా ఎత్తు నుంచి తీసిన ఛాయాచిత్రములలోగాని వర్ణించి గుర్తించడమగును. వేర్వేరు శిలా తరగతుల నడుమ గల పరస్పర సంబంధమును చిత్రములద్వారాను, అంతర్నిర్మాణ చిత్రములద్వారాను, త్రిపరిమాణిక చిత్రములద్వారాను, ఇంకను అటువంటి వానిని వ్రాయుటద్వారాను బాగుగా వ్యక్తపరుప వచ్చును.

క్షేత్రములోగాని, ప్రయోగశాలలోగాని సేకరించబడిన భూ సాంకేతిక విషయములు సాంఖ్యకపద్ధతి ఆధారముమీద పరిశీలించుట రెండవ పద్ధతి. ఇందు నిమిత్తమై భిన్నమైన నిర్మాణాత్మక మూలకముల - ఫొలియేషన్, లీనియేషన్ వగైరాలవంటివి-స్వభావములను పటములపై గుర్తింతురు. వానిలో వానికిని - వానికిని, ఇతర మూలకములకును గల సంబంధమే మనకు గోచరించు శిలా రచన. రచనా విశ్లేషణము శిలలయొక్క కణముల ఆకారము, అంశీభూత ఖనిజముల ముఖోన్నత, ఇతర నిర్మాణాకృతులు వంటి సూక్ష్మ లక్షణములకును, ఉప సూక్ష్మ లక్షణములకును ముఖ్యముగా వర్తింపజేయబడును. ఆదిమ దిక్ స్థితుల యొక్క క్రమ బద్ధమైన పునర్వ్యాసములు బలక్షేత్రము వలన కలుగజేయబడునని భావింపబడినది. కాబట్టి, ఈ పరిశీలన లక్ష్యము శిలలపై పనిచేసిన ముఖ్య శక్తుల దిశలను గ్రహించుటయే నిర్మాణాత్మక భూశాస్త్రాధ్యయనమునకై అవలంబించు ఈ పద్ధతికి 'నిర్మాణాత్మక శిలా విజ్ఞానము' అని పేరు.

అవేక్షించగలిగిన భూపృష్ఠ భాగమునకు దిగువన ఉన్న స్తర రచనాధ్యయనమునకు భౌతిక శాస్త్ర సూత్రములను వర్తింపజేయుట మూడవ పద్ధతి. దీనిలో భూకంప పద్ధతులు, భూమ్యాకర్షణ పద్ధతులు, నిరోధన పద్ధతులు ఉపయోగింపబడును. నూనెకొరకును, కొన్ని రకముల ధాతు నిక్షేపముల కొరకును అన్వేషణల సందర్భములో ఈ పద్ధతులు ఎక్కువ ప్రాముఖ్యములోనికి వచ్చినవి.

అనుకరణ ప్రయోగముల కొరకు ప్రయత్నములు జరుగుచున్నవి. వీనియందు క్షేత్రములో కనిపించునట్టి రకముల నిర్మాణములు ఏ ద్రవ్యము మీద ఏ రకపు బలముల వలన ఏర్పడునో కనుగొనుటకు బంకమట్టి నమూనాలను ఉపయోగింతురు. ఈ ప్రయోగములలో ప్రకృతిలో కొన్ని శిలలు ఎట్టి తాపక్రమ ప్రేషములకు లోనై ఉండునో ఇంచుమించు వానికి సమానమైన తాపక్రమ, ప్రేషములను పదార్థములపై ప్రయోగింప లేకపోవుటయే ఇందు గల చిక్కు. ఏమైనను ఇంతవరకు చేకూరిన ఫలితములు ఆశాజనకముగ ఉన్నవి.

వినియోగములు : ఈ విజ్ఞాన శాఖ వినియోగములను ఇతర విజ్ఞాన క్షేత్రముల వినియోగములనుండి వేరుపరచి

నిర్దేశించుట కొంచెము కష్టమే. భూపటముతో సంబంధము గల విభిన్నమైన మానవ కార్య కలాపములకు ఏదైన ఒక ప్రదేశము లేదా మండలము యొక్క భూ చరిత్రా పరిజ్ఞానము ప్రాతిపదిక గాన అందులో నిర్మాణాత్మక భూ శాస్త్రము కూడ కొంత పాత్ర నిర్వహించవలసి ఉన్నదని వేరే చెప్పవలసిన అవసరము లేదు. ఏమైనా ఖనిజ నిక్షేపముల నిర్మాణాత్మక నియంత్రణమును గూర్చి ప్రస్తావించవచ్చును. నిక్షేపములు సాధారణముగా ఎక్కడ ఉన్నవో అక్కడ ఉండుటకు కారణము పూర్వపు నిర్మాణము యోగ్యమని ఎంచిన ఆ ప్రదేశములో ఆ నిక్షేపములు కేంద్రీకృతములు కావడమో లేదా నిర్మాణపరిశీలనమైన రూపాంతరమువలన ఆ ప్రదేశములో భద్రపరచ బడడమో కావచ్చును. ముడత పొరలలో నూనె చేరుకొనుట; లోయలలో నేలబొగ్గు నిక్షేపములు ఏర్పడుట పై రెండు విషయములకు వరుసగా ఉదాహరణములు.

టెక్టోనిక్స్: టెక్టోనిక్స్ (జియోటెక్టోనిక్స్) భూశాస్త్రమందలి యొక శాఖ. భూపృష్ఠము యొక్క చలనములు, దాని స్వరూప - కల్పన వికల్పనములు ఇందు పరిశీలనాంశములు. భూపృష్ఠములోని శిలల వ్యాపనము సర్వత్రా ఒకటిగా ఉండక పోవుటకు కూడ ఇవియే కారణము. భూపృష్ఠమునందలి రాసాయనిక ప్రక్రియలు, భౌతిక రాసాయనిక ప్రక్రియలు వేర్వేరు రకముల శిలలు ఏర్పడుటకు దారితీసి, తత్కారణముగా భూపృష్ఠ రచనపై ప్రభావమును కలిగి ఉన్నను, ఆ ప్రక్రియలను గురించి టెక్టోనిక్స్ చర్చించదు. ఆగ్నేయ చైతన్యము మాత్రము కొంతవరకు అందొక భాగముగా ఏర్పడుచున్నది. భూపృష్ఠము యొక్క భౌతిక చలనమును, అగ్నిశిలలు ఏర్పడటమును జతపరచు సంవిధానములను అది సూచించును. భూపృష్ఠములోని భౌతిక ప్రక్రియలు అంతర్గత కారణములనుగాని, బాహ్య కారణములనుగాని కలిగి ఉండవచ్చును. వానిలో అంతర్గత కారణములను గూర్చి మాత్రమే టెక్టోనిక్స్ వ్యవహరించును. చూర్ణీభవనము, క్షరణము, తత్ఫలిత శిలానిర్మాణము, భూ పతనము అను బహిర్ జనిత ప్రక్రియలు అన్నియును భూపృష్ఠము యొక్క వెలుపలి పొరల రచనపై కొంతవరకు ప్రభావమును కలిగి ఉన్నను, టెక్టోనిక్స్‌నకు వీటితో ప్రమేయము లేదు. భూపృష్ఠ చరిత్ర భూమి చరిత్రలో ఒక భాగము మాత్రమే. కాబట్టి, సాధారణ సమస్యలను గురించి వ్యవహరించునప్పుడు భూ భౌతికశాస్త్రముతోను, భూ రాసాయనిక శాస్త్రముతోను టెక్టోనిక్స్ మిళితమై, ఆ యా విజ్ఞానశాఖలు సేకరించిన సాంకేతిక విషయములు ఉపయోగించు పద్ధతులు స్వప్రయోజనముల కొరకు వినియోగించుకొనును [చూ. భూ భౌతికశాస్త్రము; భూ రాసాయనికశాస్త్రము].

టెక్టోనిక్స్ నందలి సమస్యలు: టెక్టోనిక్స్ నందు దిగువ సమస్యలు కలవు: శిలలు లభ్యమగునట్టి నిర్మాణాత్మక రూపములను పరిశీలించుట, స్తరములు, ముడతలు, బేథోలిత్ (ఎక్కువ విస్తీర్ణము ఆక్రమించు అగ్నిశిలలు- బృహత్ శిలలు), ఈనెలు వగైరా (వర్గీకరణ సాధనములు); భూపృష్ఠమునందలి వేర్వేరు నిర్మాణములను మాండలిక ప్రాతిపదికపై పరిశీలించి వర్ణించుట, వాని వైచిత్ర్యములు; నిర్మాణాత్మక రూపముల క్షితిజ సమానాంతర, లంబ వ్యాపనము నందలి క్రమత్వములను, వాని పరస్పర సంబంధములను నిర్ణయించుట, నిర్మాణాత్మక సూత్రములను ఈ విధముగా ఏర్పరచవచ్చును; ఒక నిర్మాణాత్మక రూపముగాని, మరియొకటి గాని సంభవించుటకు దారి తీసిన టెక్టోనిక్స్ చలనముల స్వభావమును, దిశను విశదీకరించుటకు అపేక్షిత నిర్మాణముల చరిత్రను అనుశమించుట, శిలలందలి కొన్ని నిర్మాణ ఫలిత స్వభావములను సూక్ష్మముగా అవేక్షించి విశ్లేషించుట వలన వీలగును. తత్పూర్వపు మార్పులలో కొన్నిటి జాడ నైతము కనుగొనగలము. ఈ లక్షణములు భూమిలోని పదార్థము యొక్క స్థాన భ్రంశములతోకూడ నిర్మాణాత్మక రూపములలోని వెనుకటి మార్పులను గుర్తుపట్టుటకై నిర్దిష్టమైన లక్షణములను ఏర్పరచుటకు వీలు కల్పించును. అటువంటి స్థాన భ్రంశములను 'టెక్టోనిక్స్' చలనములు అని వ్యవహరింతురు. ముడత పడుట, పృష్ఠము దిగిపోవుట, శ్వేతశిల (గ్రానైట్) చొచ్చుకు వెళ్లుట, లావా ప్రవహించుట వంటి సంఘటనల యొక్క క్రమము, కాలములు, టెక్టోనిక్స్ చలనముల యొక్క పారంపర్యమును, పరస్పర సంబంధమును తెలుపు సూత్రముల అన్వేషణము; పై సంఘటనలను, వానిని కలుగజేయు కారణములను, శక్తులను విశదీకరించుటకు జియోటెక్టోనిక్స్ సిద్ధాంతమును ఏర్పరచుట.

టెక్టోనిక్స్ నందలి పద్ధతులు: నిర్మాణాత్మక పద్ధతి; బృహత్, మధ్యమ, లఘు ప్రమాణ నిర్మాణములను గుర్తుపట్టుట, వర్ణించుట, పటముల మీదను, రేఖా చిత్రముల మీదను, త్రిపరిమాణిక చిత్రముల మీదను వ్రాయుట సాధారణ భూ చిత్రీకరణము ముఖ్య పాత్రను నిర్వహించును; వేర్వేరు పర్వత మండలములోని పంకశిలల మందమును, ఘన పరిమాణమును, శిలావర్గ పరిణామములను అనుశీలించుట. ఈ అనుశీలనము భూపృష్ఠము యొక్క

డోలాయమాన చలనముల పరిమితికి సూచనను ఒసగునని గుర్తింపబడినది. భూ గణితశాస్త్ర పద్ధతులు: పలు సంవత్సరముల వ్యవధులలో అనేక స్థానముల వద్ద (సాధారణముగా మట్టముల కొలతవలన) ఈ నాటి భూపృష్ఠమందలి చలనములను సూక్ష్మముగా అనుశీలించుట, భూ ఔన్నత్యము లోని మార్పులను కనుగొనుట దీనివలన సాధ్యమగును. ఈ మార్పులు భూపృష్ఠము యొక్క చలనము వలన బహుశః సంభవించును. క్షరణ కారణముగా భూపృష్ఠమున కలుగు కొద్దిపాటి నైసర్గిక తారతమ్యములను సులభముగ పోల్చవచ్చును. భూ ఆకృతీయ పద్ధతి: ఈ నాటి చలనములను, భూ శాస్త్ర పరముగా ఇటీవలి చలనములను పరిశీలించుట యందు ఈ పద్ధతి హెచ్చుగా వినియోగపడును. భూపృష్ఠము యొక్క చలనములకును, దాని తలము యొక్క ఔన్నత్యమునకును గల సంబంధమును ఆధారము చేసికొని అది ఉన్నది. లోయ, మైదానము మున్నగువాని ఆకారములను, ప్రాచీన భూ క్షరణ మట్టములను, భూ ఔన్నత్యపు స్థితిని తెలియజేయు ఇతర విషయములను అనుశీలించుట నేడు మనకు గోచరించు అనేక నైసర్గిక స్వరూపములు తృతీయ యుగమునాటివే అని పలువురి అభిప్రాయము. భూ భౌతిక పద్ధతి: పైన పేర్కొనిన పద్ధతుల వలన భూపృష్ఠమునకు చెందిన ఉపరి భాగమును మాత్రమే పరిశీలించగలము కనుకను, టెక్టోనిక్స్ చలనములలో కొన్ని భూమ్యంతరమందలి లోతైన భాగములలోని మార్పులవలన కలుగజేయబడుచున్నవని గుర్తింపబడుట చేతను ఈ లోతు పొరలను పరిశీలించుటకై తగిన పద్ధతులను పెంపొందింపవలసిన అవసరము ఏర్పడినది. భూ కంప సంఘటన, గురుత్వాకర్షణలోని తారతమ్యములు, భూ భ్రమణము ఏకరీతిలో లేకపోవుట మున్నగువానికి సంబంధించిన సమాచారము భూపృష్ఠమునందును, దానికి కొంచెము దిగువను సంభవించు సంఘటనలను గురించి కొంత పరిజ్ఞానమును ఒసగగలదు. ప్రయోగశాల పద్ధతి: లోగడ పేర్కొనినట్లుగా వేర్వేరు పదార్థములను ఉపయోగించి తయారు చేసిన స్వరూపముల మీద ప్రయోగములు గావింపబడుచున్నవి. ఐనను, భూపృష్ఠములో బృహత్ నిర్మాణములు ఏర్పడుటకు అమిత భూతత్వకాలము పట్టును కాబట్టి అది మాత్రము ఇంకను ప్రయోగానుకరణకు పెద్ద అడ్డంకిగానే ఉన్నది.

పరిశీలన ప్రాముఖ్యము: భూపృష్ఠము యొక్క పై పొరలలోని శిలల పూర్తి శ్రేణిని భూ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రత్యక్షముగా చూడజాలడు. కాబట్టి, నేల మీద గావింపబడిన కొద్దిపాటి అవేక్షణలను బట్టి లోతున ఉన్న స్తరముల స్వభావమును ఆదేశించవలసిన అవసరము ఏర్పడినది. శిలల ఉనికినీ, వానిచే భూపృష్ఠములో ఏర్పడిన నిర్మాణములను వివరింపగలుగు సూత్రములను కనుగొని, ఆదేశించుటకు టెక్టోనిక్స్ ప్రయత్నించును.

భూ రాసాయనిక శాస్త్ర ప్రక్రియలకును, టెక్టోనిక్స్ ప్రక్రియలకును సంబంధము ఉన్నది. వేర్వేరు కాలములకును, రచనలకును చెందిన పర్వత పంక్తులలో అనేక ఖనిజ నిక్షేపములు సాధారణముగా దొరకును. ఒక నిక్షేపము ఎంతవరకు విస్తరించి ఉన్నదో అంచనా వేయుటకు దాని రచనా పరిజ్ఞానమును బట్టి మాత్రమే సాధ్యమగును. ఇది టెక్టోనిక్స్ సహాయమున మాత్రమే లభ్యమగును.

వివిధ ప్రకోపతలు కల భూ కంపములు సంభవించుటకు అవకాశమున్న స్థానములను నిర్దేశించుట రచనా పరముగా సంక్షుభితమై ఉన్న మండలముల స్థిరత్వము లేదా అస్థిరత్వము పరిశీలించుటవలన సుసాధ్యమగును. నిర్మాణ పరముగా అస్థిరత కలిగిన మండలములలో అనువైన భవన నిర్మాణ పథకములు వేయుటకు ఇది సహాయపడును.

కొన్ని ప్రదేశములలోని టెక్టోనిక్స్‌ను పరీక్షించుటవలన చమురు నిక్షేపముల కొరకై స్తరపంజరములు, నిర్మాణాత్మక పంజరములు గుర్తించుట కొంతవరకు సాధ్యపడినది.

భూపృష్ఠము యొక్క టెక్టోనిక్స్ చలనములను నిర్ణయించునట్టి సూత్రములను, శక్తులను విశదీకరించుట ద్వారా భూ చరిత్ర యొక్క ప్రాథమిక సూత్రములను వెల్లడి చేయుటకు టెక్టోనిక్స్ సహాయపడును.

ముఖ్యమైన టెక్టోనిక్స్ రకములు: భూ (ఖండముల) మండలములు: ఇవి స్థిరమైన మండలములు. ఇంకను కచ్చితముగా చెప్పవలెనన్నచో ముడత శిలలవలన చాల కాలము క్రిందట లోతైన నిర్మాణముగా ఏర్పడిన మండలములు. ఈ మండలములు దృఢముగా ఉన్నవి. పర్వతోత్పాదన సాధారణముగా స్తరచ్యుతులను లేదా నిట్టనిలువు పగుళ్లను, ఒకప్పుడు విస్తృత ఆవరణోత్పాదన లేదా ముంపు కలుగజేయుచుండును. అట్టి స్తరోద్ధరణ ఫలితముగా ఏర్పడిన మహావేదికలు కొన్ని చాలకాలమునుండి సముద్రపు ముంపు లేకుండ స్థిరముగ ఉన్నవి. విస్తీర్ణ అభినతి: ఇది సాధారణముగా ఒక భూ ప్రదేశమునకును, మరియొక ఉన్నత స్థలమునకును నడుమ ఉన్న పొడుగైన సన్నని జలమండలము. ఇందు తొలుత అపార పంకముల నిక్షేపణ జరిగి తుదకు టెక్టోనిక్స్ బలములకు అవి లోనై ముడుత పర్వతములుగా ఏర్పడును. ఆల్ప్స్, హిమాలయములు వంటి ప్రఖ్యాత పర్వత శ్రేణులలో హెచ్చు భాగము ఒకానొకప్పుడు విస్తీర్ణ అభినతులే. ప్రపంచములో కొన్ని

ప్రాంతములందు కనబడు సుదీర్ఘ పర్వత పంక్తులు సాధారణముగ అభినతులు (వానిలోని పంకములు) వివిధ కాలములలో ఒకదాని ప్రక్క మరొకటిగా ఏర్పడి, వివిధ కాలములలో ఉద్ధరింపబడుట వలననే ఉత్పాదింపబడినవని విశ్వసింపబడుచున్నది. మధ్య ఆసియాలో హిమాలయా పర్వతములకు ఈశాన్యముగా ఉండు పర్వత పంక్తులు ఈ విధముగా ఏర్పడినవే. మహా సముద్ర ప్రదేశములు: ప్రస్తుతము వీనిని గురించి సమగ్ర పరిజ్ఞానము లేదు. సముద్ర మట్టము పైని భూ భాగములు ఎంత ఎత్తుగ ఉన్నవో ప్రస్తుత మహా సముద్రములలో కొన్ని అఖాతములు సముద్ర మట్టమునకు అంతకు మించిన లోతువరకు ఉన్నవని వెల్లడి అయినది. మహా సముద్రముల వెంబడి నీటిలో మునిగి అనేక పర్వత పంక్తులు గలవు.

టెక్టోనిక్స్ వాదనలు: వివిధ టెక్టోనిక్స్ సంఘటనలను విశదీకరించుటకై ఈ శతాబ్ద ప్రారంభము నుండియు పంద్రెండుకు పైగా ప్రతిపాదనలు చేయబడినవి. అందులో చాల ప్రతిపాదనలు క్రింది అంశములను ముఖ్యముగా పరిగణించును: 1. ఏకరీతిగా వ్యాపనమై ఉండని భూపృష్ఠమునందలి రేడియో ధార్మికత; 2. సంవహన ప్రవాహములు; 3. భూ సంతులన; 4. గురుత్వాకర్షణ. నాథన్.

నీటి పారుదల: చూ. డాములు - పు. 416; నీటి వనరుల అభివృద్ధి - భారతదేశము.

నీటి మార్గములు: చూ. నౌకాయానము.

నీటి వనరుల అభివృద్ధి - భారతదేశము: ప్రకృతి సిద్ధముగ భారతదేశమున నీటి వనరులు పుష్కలముగా కలవు. సంవత్సరము పొడవున ప్రవహించు సింధు, గంగ, బ్రహ్మపుత్ర వంటి గొప్ప జీవ నదీనదములకు ఉత్తరమున ఉన్న హిమాలయములు పుట్టినిల్లు. వర్షపాతము మీదనే పూర్తిగా ఆధారపడిన మహానది, నర్మద, తపతి, గోదావరి, కృష్ణ, కావేరి అనునవి మధ్య, దక్షిణ భారత దేశములోని ముఖ్య జీవనదులు.

భారతదేశములో సాలుసరి సగటు వర్షపాతము దాదాపు 1150 మి. మీ. కాని, దాని వ్యాపనములో దేశము మొత్తముమీద చాల హెచ్చు తగ్గులు కలవు. రాజాస్తాన్‌లోని కొన్ని భాగములలో సాలుసరి సగటు వర్షపాతము 127 మి. మీ. గాని అంతకు కూడ తక్కువ కాగా, అస్సాములోని కొన్ని ప్రదేశములలో అది దాదాపు 12700 మి. మీ. దేశములోని మూడవ వంతు ప్రాంతములో వర్షపాతము చాల అల్పము; అది 750 మి. మీ. లకు తక్కువగ ఉన్నది. దేశములోని ఒక అర్ధ భాగములో వర్షపాతము సగటుకు కొంత తక్కువ. ఈ విషమ వ్యాపనమునకు తోడు మొత్తము వర్షపాతములోను, వానలు మొదలు పెట్టి ముగియు కాల వ్యవధులలోను ఏటేట పరిగణనీయమైన చాల వ్యత్యాసముకూడ కనిపించుచున్నది. పైగా వార్షిక వర్షపాతములో 90% మొదలు 100% ఋతుపవన కాలమునందే పడును. మిగిలిన కాలములో వర్షములు ఉండవనియే చెప్పదగును. కాబట్టి, భారతదేశములోని వర్షాధారపు మెట్ట భూములలో ఏడాదికి ఒకపంట మాత్రమే పండును. అదికూడ చాలినంత వర్షము సకాలములో పడినప్పుడే పండును. అనావృష్టి వలననే కాక, అతి వృష్టివలన కూడ పంట దెబ్బతినుట కద్దు.

బొంబాయికి, కన్యాకుమారికి మధ్య కల కోస్తా పీలిక, అస్సాములో విశేష భాగము, బంగాళాఖాతమునకు ఎగువను ఉన్న డెల్టా జిల్లాలు వంటి ఏ కొద్ది ప్రాంతముల లోనో పరిమాణమునందు, వ్యాపనమునందు వర్షపాతముపై పూర్తిగా ఆధారపడి, కొంత నమ్మకముతో ఒక్క పంటనైనను పండించవచ్చును. తక్కిన దేశము అంతయు తరుచుగా గొప్పగానో, కొద్దిగానో అనావృష్టికి గురి అగుచున్నది. ఈ అనావృష్టి వలన పంట దిగుబడి సహజముగా మిక్కిలి క్షీణించిపోవుచున్నది. సాలుసరి సగటు వర్షపాతము 1500 మి. మీ. పైబడి ఉండు ఒరిస్సా, పశ్చిమ బెంగాల్ రాష్ట్రములలో సైతము గత కాలములో పెక్కు కరవులు దాపురించినవి. కావున, భారత దేశములోని పలు ప్రాంతములలో నీటి పారుదల వ్యవసాయముతో విడదీయరాని సంబంధములు కలిగి ఉన్నదని చెప్పకయే తెలియగలదు.

ప్రపంచమున సేద్యపు నీటి పారుదల కార్యక్రమము అనాదిగా ఆచరింపబడుచున్నది [చూ. పు. 15; 52]. ఈ రంగమున భారతదేశము సర్వదా ముందడుగు వేయుచున్నది. ప్రస్తుతము ఈ దేశమున 149 కోట్ల హెక్టేరుల వైశాల్యముకల నికరపు భూమి సాగుచేయబడుచున్నది. దేశమున పంటకు అనుకూలమగు మొత్తము భూమి 153 కోట్ల హెక్టేరులు అని అంచనా. ఇందులో దాదాపు 60 కోట్ల హెక్టేరుల పంట భూమికి భారీ ప్రాజెక్టుల (వీటిలో ఒక్కొక దానికి రూ. 15 లక్షలు మొ॥ 5 కోట్లవరకు వ్యయమగు కొన్ని చిన్న తరహా ప్రాజెక్టులు, ఒక్కొక్క దానికి రూ. 5 కోట్లకు పైబడి ఖర్చుకాగల పెద్ద తరహా పథకములు చేరి ఉన్నవి) నుండి నీరు సరఫరా చేయవచ్చునని అంచనా వేయబడినది. చిన్న తరహా పథకముల నుండి 303 లక్షల హెక్టేరుల అదనపు పంట భూమికి, చిన్న ఉపరితల జల పథకముల నుండి దాదాపు 121 లక్షల హెక్టేరుల పంట భూమికి, అంతర్గత జలముల నుండి, బావుల, గొట్టపు బావుల

ద్వారా 182 లక్షల హెక్టేరుల పంట భూమికి సేద్యపు నీరు చేకూర్చవచ్చునని కూడ అధికారుల అంచనాలు తెలియ జేయుచున్నవి.

ప్రాచీన కాలపు యమునా నది పంటకాలువలు, కావేరీ డెల్టాలోని పంట కాలువలు 19 వ శతాబ్దము ప్రారంభ మున బాగుచేయబడి, వాటి ప్రయోజనము విస్తృతము కావింపబడుటతో రాష్ట్రప్రభుత్వముల అజమాయిషీకి లోబడిన సేద్యపు నీటి పారుదల పనులు భారతదేశమున ప్రారంభింపబడినవి [చూ. పు. 53 ; 54]. ఈ రెండు పంట కాలువల పనులు విజయవంతములై, తదుపరి మరికొన్ని ప్రాజెక్టుల నిర్మాణమును ప్రోత్సహించినవి. నదుల మామూలు ప్రవాహము నుండి పంట కాలువలలోనికి నీటిని తరలించుటయే పై నిర్మాణములలో ఎక్కువగా జరిగినది. ఇట్లు 19 వ శతాబ్దములో పూర్తిచేయబడిన ఆ నిర్మాణము లలో ప్రధానములైనవి క్రింద పేర్కొనబడినవి. 1. ఎగువ గంగ పంట కాలువ: ఇది హరిద్వారమువద్ద గంగానది నుండి బయలుదేరి సాలీనా 61 లక్షల హెక్టేరులకు నీరు అందించుచున్నది ; 2. గోదావరీ డెల్టా వ్యవస్థ: దీనివలన 4 లక్షల పై చిలుకు హెక్టేరులకు నీటి సరఫరా జరుగు చున్నది ; 3. ఎగువ బారీ - దో - అబ్ పంట కాలువ: దీనివలన ఎనిమిది లక్షల కంటె ఎక్కువ హెక్టేరులు సాగుబడి అగుచున్నవి ; 4. కృష్ణా డెల్టా ప్రాజెక్టు, దిగువ గంగ, ఆగ్రా, మధుర పంట కాలువలు, పెరియార్ పంట కాలువ మున్నగునవి.

ప్రస్తుత శతాబ్దము తొలి దశలో దేశములో వర్ష పాతపు చలచిత్తమునకు లోబడి సాగుబడి చేయబడుచున్న ప్రాంతములలో పెక్కు సేద్యపు నీటి పారుదల పనులు చేపట్టబడినవి. వీటిలో చెప్పదగినవి: 1. పంజాబులోని ముక్కాలువ పథకము (ఇది ప్రస్తుతము పాకిస్తాన్‌లో ఉన్నది); 2 బీహార్‌లోని త్రివేణి కాలువ; 3. మహా రాష్ట్రములోని గిర్నా ఎడమ కాలువ, మధ్యప్రదేశ్‌లోని కెన్, దాసన్, గధర్ పంటకాలువలు.

ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధానంతరమున వాయవ్య భారతదేశములో సట్లెజ్‌నదీ లోయ ప్రాజెక్టు చేపట్టబడినది. ప్రపంచములోని బృహత్తమ పథకములలో ఇది యొకటి. 1931 లో సమాప్తి చేయబడిన ఇందులో సట్లెజ్ నదిపై నాలుగు బరాజులు, 11 పెద్ద కాలువలు నిర్మింపబడినవి. వాటిలో ఒక్క ఫిరోజ్‌పూర్ బరాజు మాత్రమే ప్రస్తుతము భారత దేశములో ఉన్నది. ఆ కాలముననే ఉత్తర ప్రదేశ్‌లో సార్దా కాలువ పూర్తి చేయబడినది. ఇటీవల విస్తృతము చేయబడిన ఈ కాలువ సాలీనా దాదాపు 8 లక్షల హెక్టేరులకు సేద్యపు నీరు అందించుచున్నది. కావేరిపై 1930 - 40 మధ్య మెట్టూరు, కృష్ణరాజసాగర్ డాములు నిర్మింపబడినవి. 1930 నుండి ఆర్థిక మాంద్యము వలన, తదుపరి తటస్థించిన ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధమువలన సేద్యపు నీటి అభివృద్ధి గమనము చాల కుంటుపడినది. 1947 లో దేశవిభజనతో దేశములో నీటి పారుదల సౌకర్య ములు పుష్కలముగా కల పెద్ద భాగము పాకిస్తాన్‌కు దక్కినది. దేశము తిండి గింజల కొరతను ఎదుర్కొనవలసి వచ్చినది. జాతీయ ఆర్థిక సౌష్ఠవమును పెంపొందించుటకు ఉద్దేశింప బడిన పంచవర్ష ప్రణాళికలలో ప్రభుత్వము వ్యవసాయము నకు ఆవశ్యకమగు నీటి పారుదల పథకములకు అత్యధిక ప్రాధాన్యము ఒసగినది [చూ. పు. 51].

ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికా ప్రారంభమున 227 లక్షల హెక్టేరులకు సేద్యపు నీరు లభించుచుండెను. ఇందులో 97 లక్షల హెక్టేరులకు పెద్ద తరహా, మధ్య తరహా ప్రాజెక్టులు, మిగిలిన 129 హెక్టేరులకు చిన్న తరహా ప్రాజెక్టులు నీరు అందించుచుండెను. మూడు పంచవర్ష ప్రణాళికలలోను దాదాపు 178 లక్షల హెక్టేరులకు సేద్యపు నీటి సౌకర్యములు సమకూరు అంతిమ లక్ష్యముతో దాదాపు 500 పెద్ద, మధ్య తరహా ప్రాజెక్టులు చేపట్టుట జరిగినది. కడచిన 15 సంవత్సరములలోను ఆ పథకములపై 1,250 కోట్లకు పైబడిన ధనము ఖర్చు చేయబడెను. ఏకోన్ముఖమైన ఈ మహత్తర జాతీయ కృషి ఫలితముగ ఇంతవరకు 300 పథకములు పరిసమాప్తి చేయబడి, వాటి వలన రమారమి 72 లక్షల హెక్టేరులకు అదనపు సేద్యపు జలాధారము సాధింపబడినది. ఈ ప్రాజెక్టులలో అనేకము బహుళార్థ సాధక ప్రాజెక్టులు. సేద్యపు నీటిని లభింప జేయుటయేకాక, అవి మన పరిశ్రమలకు మూలాధారమైన విద్యుత్తు ఉత్పాదనయందును, వరద నియంత్రణయందును కూడ తోడ్పడగలవు. మిగిలిన భారీ ప్రాజెక్టుల నిర్మాణ కృషి కూడ చాలవరకు సాగినది. రాబోవు సంవత్సరము లలో వాటివలన దేశమునకు పెక్కు ప్రయోజనములు సిద్ధించుట ప్రారంభము కాగలదు.

చిన్న తరహా నీటి పారుదల విభాగమున కూడ ఏక కాలికమైన పురోగతి సాధింపబడినది. నాలుగవ ప్రణాళిక ప్రారంభమున ఈ ప్రాజెక్టులు అన్నిటివలన ఇంచుమించు 344 - 364 లక్షల హెక్టేరులు సేద్యపు నీటి సాయమున సాగుబడిలోనికి రాగలవు. ప్రణాళికలు ప్రారంభము కాక మునుపు ఉన్న 227 లక్షల హెక్టేరులలో తైపారు చేసి చూచినచో గత 15 ఏండ్లలోను సేద్యపు నీటి యొక్క వార్షిక విస్తరణము సుమారు 8 లక్షల హెక్టేరులు అని

తెలుచున్నది. ఈ 15 ఏండ్లలోను సేద్యపు నీటి సాగుబడిలోని మొత్తము పెరుగుదల ఇటలీలో 8·20 లక్షల హెక్టేరులు అనియు, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో దాదాపు 303 లక్షల హెక్టేరులు అని చెప్పుట ఇచట అప్రస్తుతము కానేరదు.

దాదాపు 8,634 కోట్ల ఘ. మీ. ఉపరితల జలము 1951 ప్రారంభమున వినియోగింపబడుచుండెడిది. 1968 కి ఆ వినియోగము దాదాపు 18,502 కోట్ల ఘ. మీ. - అనగా సుమారు రెండింతలు - పెరిగినది. అందువలన అందుబాటులో ఉన్న ఉపరితల జలములో మూడవవంతు ఉపయోగములోనికి వచ్చినది. స్వతంత్ర భారతదేశము నిర్మించిన లేదా నిర్మింపదలచిన నీటి పారుదల ప్రాజెక్టుల పట్టిక క్రింద పొందుపరుపబడినది [చూ. పట్టిక-I పు. 522].

నాలుగవ ప్రణాళికా కాలములో ప్రధాన, మధ్య తరగతి సేద్యపు నీటి పథకముల వలన సాగుబడి అగు భూమిని 52 లక్షల హెక్టేరుల వరకు పెంచు ప్రతిపాదన యోచనలో కలదు. అందువలన సాగుబడి అగు మొత్తము భూమి 222 లక్షల హెక్టేరుల వరకు - అనగా ప్రస్తుతము అంచనా వేయబడిన మొత్తము సాగుకు లాయఖు అగు భూమిలో 50% వరకు - పెరుగును. చిన్న తరహా సేద్యపు నీటి సాగుబడి క్రిందకు 36 లక్షల హెక్టేరులను అదనముగా చేర్చు ప్రతిపాదన కూడ అంగీకృతమైనది. వీటివలన చతుర్థ ప్రణాళిక చరమదశలో దేశము మొత్తము మీద సాగుబడికి ఉపయుక్తము అగు నీరు 24,669 కోట్ల ఘ. మీ. ఉండవచ్చునని ఆశింపబడుచున్నది. ఇతోధికముగా పెరుగుచున్న జనాభా అవసరములకు తట్టుకొనుటకు తరువాతి ప్రణాళికల కాలములో పెద్ద, మధ్య, చిన్న తరగతి పథకముల ద్వారా మిగిలిన సేద్యపు జలాధారమును కూడ వినియోగములోనికి తెచ్చుట ఒక్కటే శరణ్యము.

జల విద్యుత్తు : అనావృష్టి దేశములలో సేద్యపు నీటి సాగుబడి క్రింద ఉన్న భూమి ఆ దేశముల వ్యవసాయ పరిస్థితికి ఛారమితి అయినచో, ఒక దేశపు పరిశ్రమల ప్రగతికి, రవాణా సౌకర్యముల ఉన్నతికి, అసంఖ్యాకము లగు ఇతర ఆధునిక నాగరకతా లక్షణములకు ఆ దేశమున వినియుక్తమగు విద్యుచ్ఛక్తియే సూచిక అని నిష్కర్షగా చెప్పవచ్చును. కావున దేశపు ఆర్థిక వికాసమును నిర్ణయించు ప్రాతిపదికలలో సమృద్ధికరమగు విద్యుత్తు సరఫరా ప్రధానమయినది. దేశములో పారిశ్రామికాభ్యుదయము త్వరితగతిలో కొనసాగుచుండుటవలన, విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క సమర్థమగు బహుముఖ వినియోగానుకూల్యము వలన, నూనెల, సహజ వాయువు వంటి సదుపాయకరములైన ఇతరములయిన శక్తివనరులు సాపేక్షముగ కొరవడుట వలన భారతదేశములో జల విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క అర్ధనము చాల విస్తరించినది. పంచవర్ష ప్రణాళికల ప్రారంభమునకు పూర్వము భారతదేశములో తలసరి విద్యుత్తు వినియోగము 18 యూనిట్లు ; ప్రతిష్ఠాపిత శక్తి 23 లక్షల కి. వా. సాలుసరి విద్యుత్తు ఉత్పాదన 750 లక్షల యూనిట్లు. ప్రణాళికలు విద్యుత్తు అభివృద్ధికి విశేష ప్రాధాన్యము ఒసగినవి. అందుకుగాను ఈ రంగమున మూడు ప్రణాళికల కాలము 15 ఏండ్లలో రూ. 2,100 కోట్ల పైగా పెట్టుబడి పెట్టబడినది. తత్ఫలితముగ ఇప్పటి ప్రతిష్ఠాపిత శక్తి 103 లక్షల కి. వా. పెరిగి, దాదాపు 41 కోట్ల యూనిట్ల విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదితమగుచున్నది. తలసరి విద్యుత్తు వాడకముకూడ 66 యూనిట్ల వరకు హెచ్చినది (1967). ప్రస్తుతము (1967) తలసరి విద్యుత్తు వినియోగము జపానులో 1,500 యూనిట్‌లు, సోవియట్ రష్యాలో 2,000 యూనిట్‌లు, ఇంగ్లండులో 3,000 యూనిట్‌లు, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 5,500 యూనిట్‌లు అని చెప్పినచో విద్యుత్తు ఉత్పాదన వినియోగమున భారతదేశము సాపేక్షముగ ఎంత వెనుకబడి ఉన్నదో వ్యక్తమగును [చూ. పు. 353].

పారిశ్రామికముగ పురోగమించిన విదేశములతో పోల్చి చూచినచో భారతదేశములో ఖనిజ తైలముల వనరులు అత్యల్పముగ కలవు. కావున సాధ్యమగునంత ఎక్కువగా వాటిని ఆదా చేయవలసి ఉన్నది. నీటి వనరులు భారతదేశమునకు ఎన్నటికి తరుగుదలలేని ఆస్తి. కాబట్టి, వాటిని ఎంత వేగముగా విద్యుత్తు ఉత్పాదనకు ఉపయోగించుకొనిన అంతమంచిది అని వేరుగ చెప్పవలసిన పనిలేదు.

ప్రస్తుత భారత భూభాగములోని జల విద్యుచ్ఛక్తి శక్మ 1921 లో 35 లక్షల కిలోవాట్‌లు (100% లోడ్ ఫాక్టర్) అని మదింపు చేయబడినది. కాని సేద్యపు నీటికి, ఇతర ప్రయోజనములకు వాడుకొను గరిష్ఠ జలమును మినహాయించినను, జల విద్యుచ్ఛక్తి శక్మ 410 లక్షల కిలోవాట్‌లకు (60% లోడ్ ఫాక్టర్) తక్కువ ఉండదనియు, ఆ శక్మ దిగువ చెప్పిన విధమున లభించవచ్చుననియు ఇటీవలి మదింపు సూచించుచున్నది.

నదులు	కిలోవాట్‌లు (లక్షలలో)
పడమరకు పారు దక్షిణ నదులు	43·4
తూర్పుకు పారు దక్షిణ నదులు	86·3
మధ్య నదులు	42·9
గంగా మైదానములోని నదులు	48·3
సింధు మైదానములోని నదులు	65·8
బ్రహ్మపుత్ర, ఇతర నదులు	124·9
	411·6

భారతదేశములో మొదటి జల విద్యుత్తు కేంద్రము 1897 లో డార్జిలింగ్ మునిసిపాలిటీచే ఆ నగరమునకు స్థానికముగ విద్యుత్తు సరఫరా చేయుటకు నెలకొల్పబడినది. కావేరీ నదిపై శివసముద్రమువద్ద 1902 లో నిర్మింపబడిన ప్రాజెక్టు (42,000 కి. వా.) మొట్టమొదటి పెద్ద ప్రాజెక్టు. మైసూరులోని షిమ్‌షా, జోగ్ జల పాతములు, మహారాష్ట్రములోని ఖివ్‌పూరి, ఖైరీ, ఉత్తర ప్రదేశ్‌లోని గంగ కాలువల కేంద్రములు, పంజాబులోని జోగీందర్ నగర్, మద్రాసులోని పైకారా, మెట్టూరు, పాపనాశము, కేరళలోని పల్లివాసల్ అనునవి స్వాతంత్ర్య సిద్ధికి ముందు భారతదేశములో నిర్మింపబడిన ప్రధాన జల విద్యుత్తు సరఫరా కేంద్రములు. 1951 లో భారత దేశములోని ప్రతిష్ఠాపిత జల విద్యుచ్ఛక్తి 5·6 లక్షల కి. వా. మాత్రమే. గత మూడు ప్రణాళికలలోను అనేక బహుళార్థ సాధక, జలవిద్యుత్తు ప్రాజెక్టులు నిర్మింపబడుటచే, ఆ శక్తి ఇప్పుడు 44 లక్షల కి. వా. ఉండునని అంచనా [చూ. పట్టిక - II పు. 525].

భారతదేశములో కల యావత్తు జల విద్యుచ్ఛక్తి ఆధారములో ఇంతవరకు 8% మాత్రమే ఉపయోగములోనికి కొనిరాబడినది. 4 వ ప్రణాళికలో దీనిని రమారమి 14% వరకు పెంచవలయునన్న ప్రతిపాదన కలదు. జల విద్యుచ్ఛక్తి బహు ప్రయోజనకరము, అల్ప వ్యయముతో కూడినది కావున రాగల 15 ఏండ్లలో మనకు గల యావత్ జల విద్యుత్తు శక్తిను ఉపయోగములోనికి కొనివచ్చుట అత్యవసరముగ నెరవేర్పవలసిన పని [చూ. పు. 352].

వరద నియంత్రణ : భారతదేశమున ఏదో ఒక ప్రాంతమున - ముఖ్యముగా ఉత్తర, ఈశాన్య ప్రాంతములలో - వరదలు తరుచుగా వచ్చుట పరిపాటి. ఋతుపవనములు వీచు కాలములో - జూన్ నుండి అక్టోబరు వరకు - వర్షపాతము జోరుగా ఉండును. ఈ నెలల మధ్యనే నదులకు ఏటేట వరదలు వచ్చును. వర్షపాతము విపరీతముగ ఉండు సంవత్సరములలో నదులు అసాధారణముగ పొంగి విస్తార ప్రాంతములను, జనావాసములను, పంట చేలను ముంచి వేసి, రహదారులను, వంతెనలను పాడుచేసి, వేలాది ప్రజలను నిరాశ్రయులనుచేయును. వరదలవలన సాలీనా దేశమునకు ప్రత్యక్షముగ కలుగు మహత్తర నష్టము దాదాపు రూ. 68 కోట్లు అని అంచనా. పరోక్షముగా కలుగు నష్టమును కూడ లెక్కలోనికి తీసికొనినచో సాలుసరి మొత్తపు నష్టము రూ. 100 కోట్ల వరకు పెరుగును.

దేశమున వరదలను అరికట్టుటకు 1954 వ సంవత్సరమునకు పూర్వము సక్రమమయిన ప్రయత్నము లేదు. బిహార్‌లో గండకీ నదికి, డెల్టా ప్రాంతములలో గోదావరి, కృష్ణ, మహానదులకు గట్లు పెంచు పనులు మాత్రమే జరిగింపబడినవి. భారీ వరదలు వచ్చినప్పుడు వరద బాధితుల కష్టములను కొంతవరకు తగ్గించుటకు భూమి శిస్తు మాపుచేయుట, అప్పులు మంజూరుచేయుట, నగదు సహాయము చేయుట వంటి అత్యవసర, తాత్కాలిక సహాయక చర్యలు తీసికొనబడుచుండెడివి. ప్రభుత్వము ఎన్నడు దీని శాశ్వత పరిష్కారమును గురించి ఆలోచింపనే లేదు. 1954 లో వచ్చిన కనివిని ఎరుగని వరదల తరువాత జాతీయ ప్రభుత్వము తొలిసారిగ జాతీయ వరద నియంత్రణ కార్యక్రమమును చేపట్టినది. మూడవ ప్రణాళిక (1966) ముగియుసరికి దాదాపు రూ. 150 కోట్లు పెట్టుబడి పెట్టుట జరిగినది.

భారతదేశములో రమారమి 161·87 లక్షల హెక్టేరులకు వరద ముంపునుండి రక్షణ కల్పింపవలసి ఉండునని సాధికారికముగ అంచనా వేయబడినది. ఈ పనిని సమగ్రముగ నిర్వహించుటకు దాదాపు రూ. 1,000 కోట్లు వ్యయమగును. ఈ కార్యక్రమములో ఇంతవరకు నదులకు 7,240 కి. మీ. పొడవున గట్లు నిర్మించుట, 8,000 కి. మీ. పొడవున జలనిర్గమన కాలువలు త్రవ్వించుట, 4,500 పల్లపు గ్రామముల నేలమట్టములను పెంచుట, వరదలనుండి, నేల కోతనుండి 80 నగరములకు రక్షణ కల్పించుట జరిగినది. హీరాకుడ్, దామోదర్, కోసీ వంటి కొన్ని బహుళార్థ సాధక ప్రాజెక్టుల లక్ష్యములలో వరదనియంత్రణ కూడ ఒకటిగ చేర్చబడినది. మూడు ప్రణాళికలలో పూర్తి చేయబడిన ఈ చర్యలవలన ఇంచుమించు 40·46 లక్షల హెక్టేరుల ప్రాంతమునకు వరద దెబ్బనుండి నివారణ కలుగగలదని అంచనా.

దేశమున మునుముందు జరుపవలసిన వరద నియంత్రణ కార్యక్రమములో దిగువ పేర్కొనబడిన చర్యలకు అధికతర ప్రాధాన్యము ఒసగవలసి ఉన్నది. 1. జలాశయములు, తరలింపు సొరంగములు నిర్మించుట; 2. నీటి కాలువలను మెరుగుపరచుట; 3. కొన్ని నదుల గట్లను అదనముగ పెంచుట; 4. ఉపరితల జల నిర్గమనమును అభివృద్ధి పరచుట; 5. భూసారమును రక్షించుట; 6. వరదల రాకను ముందుగానే గుర్తించి, తగిన హెచ్చరికలు ప్రసారము చేయుట.

నావికా యానము : భారతదేశములో అతి ప్రధానములయిన సహజ జలమార్గములు కొన్ని కలవు. ఉత్తరమున గంగానది, దాని కాలువలు, ఈశాన్యమున బ్రహ్మపుత్ర, ఒరిస్సాలో మహానది, కేరళ, ఒరిస్సా, బెంగాల్ లలోని

సరస్సులు, సముద్రపు ఖాతములు పై సహజ జలమార్గములలో పేర్కొనదగినవి. 19 వ శతాబ్దపు తొలిదశలో వాడుకలోనికి వచ్చిన ఆవిరి నౌక నీటి రవాణాకు పెద్ద ప్రోత్సాహమును చేకూర్చి, బీహారులో నీలిమందు (ఇండిగో) పరిశ్రమ, బెంగాల్‌లో జనపనార పరిశ్రమ, అస్సాములో తేయాకు పరిశ్రమ అభివృద్ధి చెందుటకు చేయూతను ఇచ్చెను. తరువాత రైల్వేలతో పోటికి నిలబడలేక క్రమక్రమముగా క్షీణించి, గత వంద ఏండ్లలోను నౌకాయానము పురోగతిని అందుకొనజాలక పోయెను. గత శతాబ్ది చివర కాలమున కేవలము నౌకాయానమునకే ఉద్దేశింపబడిన కాలువలు ఒకటి - రెండు (ఉదా: బకింగ్‌హామ్ కాలువ, ఒరిస్సా కాలువ), నీటి పారుదలకు, నౌకాయానమునకు కూడ ఉపయుక్తములగు కొద్ది కాలువలు (ఉదా: ఉత్తర ప్రదేశ్‌లోని గంగ కాలువలు, బీహార్‌లోని సోన్ కాలువలు, ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లోని కృష్ణా, గోదావరి కాలువలు) నిర్మింపబడినవి. ఇటీవల దామోదర్ లోయలోని దుర్గాపూర్ కాలువ, తుంగభద్ర ఎడమ కాలువ నౌకాయానమునకు కూడ అనువగునట్లు రూపొందింపబడినవి. రాజాస్తాన్ కాలువలో కూడ నౌకాయాన సదుపాయములు కల్పించుటకు ప్రభుత్వము ఆలోచించుచున్నది. మూడవ ప్రణాళిక అంతమునకు దేశమున ఉపయుక్తములు అగుచున్న దేశాంతర్గత జలరవాణా మార్గముల మొత్తము 13,500 కి. మీ. ఇందులో 8,500 కి. మీ. అస్సాంలోను, ఈశాన్య ప్రాంతంలోను ఉన్నవి.

యునైటెడ్ స్టేట్స్, సోవియట్ రష్యా, పశ్చిమ యూరప్ మొదలైన అనేక దేశములలోని రవాణా వ్యవస్థలలో దేశాంతర్గత నీటి రవాణా ప్రముఖ స్థానమును ఆక్రమించుచున్నది. తగిన సదుపాయములు ఉన్నచో నీటి రవాణా ఇతర రవాణాల కన్న ఎక్కువ చౌక అయినది. అందులోను సరకులను భారీ మొత్తములలో రవాణా చేయుటకు నీటి రవాణా వలన ఖర్చు తక్కువగును. అనేక నదీ వ్యూహములు, పృష్ఠజలములు, కాలువలు గల భారత దేశములో దేశాంతర్గత నీటి రవాణా పద్ధతి హెచ్చుగా పురోగమించుటకు విస్తారావకాశము కలదు. భారత ప్రభుత్వము ఇటీవల దేశములోని నీటిరవాణా పథకములు యోచించుటకు, కార్యరూపమున పెట్టుటకు రవాణా మంత్రిత్వ శాఖలో ఒక భాగముగ దేశాంతర్గత నీటి రవాణా సంస్థను ఏర్పరచినది.

అంతర్గత జలము : భారతదేశమునకు విస్తారమైన అంతర్గత జల సంపద కలదు. దేశములో దాదాపు 50 - 60 లక్షల బావులు కలవని ఉరమరికగా అంచనా వేయబడినది. మూడు ప్రణాళికల కాలములోను క్రొత్త బావులను త్రవ్వించుటకు, ఉన్న బావుల లోతు ఎక్కువ చేయుటకు, పాడుపడిన పాత బావులను మరల ఉపయోగములోనికి కొని తెచ్చుటకు గట్టి ప్రయత్నములు జరిగినవి. దేశమున గొట్టపు బావుల ఉపయోగము ఇటివలనే ప్రారంభమైనది. గొట్టపు బావుల నీటి పారుదల సాగుబడి తొలిసారిగ 1934 - 35 లో ఉత్తర ప్రదేశ్‌లో ప్రవేశపెట్టబడి, 4·186 లక్షల హెక్టేరుల సేద్య యోగ్యమగు భూమికి నీరు సరఫరా చేయుటకు 1,500 గొట్టపు బావులు ఏర్పాటు చేయబడినవి. ఇక్కడ ఈ పథకము విజయవంతము అగుటవలన బీహార్‌లోను, పంజాబులోను అట్టి పథకములు అమలు జరుపబడినవి. ప్రణాళికా కాలములలో కూడ పెక్కు గొట్టపు నీటి పథకములు చేపట్టబడినవి. ఉత్తర ప్రదేశ్‌లో ఈ నాడు రాష్ట్రమునకు చెందిన 8,269 గొట్టపు బావులు పనిచేయుచున్నవి. పంజాబులో 1,245 ప్రభుత్వపు గొట్టపు బావులు, దేశములోని ఇతర ప్రాంతములో 2,357 గొట్టపు బావులు నిర్మింపబడినవి. ఇంతేకాక వివిధ రాష్ట్రములోనివి కలసి దాదాపు 8,000 ప్రైవేటు గొట్టపు బావులు కూడ కలవు. ప్రైవేటు గొట్టపు బావుల సంఖ్య ఎడతెగక పెరుగుచున్నది. 1962 వ సంవత్సరపు సాంఖ్యక వివరముల ప్రకారము దేశములో సేద్యపు నీటి సాగుపడి క్రింద ఉన్న సుమారు 255 లక్షల హెక్టేరులలోను 72 లక్షల హెక్టేరులకు బావులు, గొట్టపు బావుల నుండి నీరు అందుబడి అగుచున్నది. బావుల నుండి, గొట్టపు బావుల నుండి లభించు మొత్తపు సేద్యపు జలాధారము 182 లక్షల హెక్టేరులని అంచనా. భావిప్రణాళికలలో చిన్నతరహా సేద్యపు నీటి సాగుబడి రంగములోని కార్యక్రమములో విశేషభాగము మిగిలిన ఉన్న అంతర్గత జలాధారము వినియోగించుకొను పనికే కేటాయించబడును.

భారతదేశములోని అంతర్గత జలసంపదను మదింపు వేయుటకు దీర్ఘకాలము పట్టును. ఆ కార్యక్రమములో ఎంతో కృషి మిగిలి ఉన్నది. దేశములో ఇంతవరకు అక్కడక్కడ ఎంపుడు చేసిన ప్రాంతములలో జరిపిన అనుశీలనము అంతర్గతజలము లభింపగల ప్రదేశములు అనేకములు కలవని సూచించుచున్నది. పంజాబు, ఉత్తర ప్రదేశ్, బీహార్, పశ్చిమ బెంగాల్, అస్సాము రాష్ట్రములలో కొన్ని ప్రాంతములలో అట్టి అవకాశములు కలవని నిరూపింపబడినది. హిమాలయముల అంచునగల భాభర్, టెరాయి నిర్మాణములలో అంతర్గత జలాధారముల ఉనికి కనుగొనబడినది.

ఉత్తర ప్రదేశ్‌లోని జౌన్‌పూర్, ఫైజాబాద్, ఘాజీపూర్ జిల్లాలలో నేలలో 180 మీ. లోతులో లాభదాయకములగు నీటి ఊటలు ఉన్నవని కనుగొనబడినది. రోజుకు

మొదటి మూడు ప్రణాళికలలో చేపట్టిన ప్రధాన సేద్యపు నీటి, బహుళార్థ సాధక ప్రాజెక్టులు

వరుస నెంబరు (1)	ప్రాజెక్టు పేరు, ప్రయోజనము పొందిన రాష్ట్రము పేరు (2)	వ్యయము (కోట్లరూపాయలలో) (3)	ప్రయోజనములు: సేద్యపు నీట సాగుబడి (ఎకరములలో*) (4)	ప్రయోజనములు: విద్యుత్తు ఉత్పత్తి (కిలోవాట్‌లలో) ఇతర ఫలితములు (5)
1.	రాజస్తాన్ కాలువ (రాజస్తాన్)	184.00 పాంగ్ డామ్ ఖర్చుతో సహా		
			మొదటి దశ 14,06,000	
			రెండవ దశ 14,69,000	
			28,75,000	
2.	భాక్రా-నంగల్, సట్లెజ్ నదిమీద (పంజాబు, రాజస్తాన్, ఇతర రాష్ట్రములు)	175.60	30,30,000	1,20,500
3.	నాగార్జునసాగర్ - కృష్ణానదిమీద (ఆంధ్రప్రదేశ్) 1 వ దశ	164.50	20,50,000	
4.	పాంగ్ డామ్ - బియాస్‌నది మీద (పంజాబు, రాజస్తాన్, ఇతర రాష్ట్రములు)	110.79	80 లక్షల ఎకరముల *కు పరోక్షపు ప్రయోజనము	2,40,000 మున్ముందు 1,20,000 అదనముగా.
5. ఏ.	హీరాకుడ్ - మహానది మీద (ఒరిస్సా) (1, 2, 3 దశలు)	103.70	6,00,000	1, 2 దశలు 2,70,000 3 వ దశ 1,57,000 వరద నివారణ కూడను.
బి.	మహానది డెల్టా (ఒరిస్సా)	34.84	16,08,000	
6.	చంబల్ (రాజస్తాన్, మధ్యప్రదేశ్)			
ఏ.	గాంధీసాగర్	24.17	14,00,000	1,15,000
బి.	కోటా బరాజు	33.22		
సి.	రాణా ప్రతాపసాగర్	37.88		1,28,000
డి.	జవాహర్ సాగర్	10.00		99,000
		105 27		3,42,000
7.	గండకి (బీహార్, ఉత్తరప్రదేశ్, నేపాల్)	94.58	భారతదేశం 1,40,000	...
			నేపాల్ 1,18,000	15,000
			2,58,000	
8.	రామ్‌గంగా (ఉత్తరప్రదేశ్)	91.70	17,06,000	1,65,000
9.	తుంగభద్ర (మైసూరు, ఆంధ్రప్రదేశ్)	90.67	ఆంధ్ర 2,67,700	
			మైసూర్ 7,72,345	
			10,40,045	

* ఎకరము = 0·404 హెక్టేరు.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	తుంగభద్ర (నశేషము)			
	కుడిగట్టు			72.000
	ఎడమగట్టు			54.000
				126.000
10.	కోసీ (బీహార్, నేపాల్)	86.09	బీహార్ 25,70,000	10,000 వరద నియం
			నేపాల్ 30,000	10,000 త్రణకూడను
			26,00,000	20,000
11.	ఏ. యుకాయ్ - తపతి నది మీద	58.21	3,91,600	3,00,000
	బి. కక్రాపార్ - ,,	18.57	5,62,250	...
		76.78	9,53,850	3,00,000
12.	దామోదర లోయ			
	ఏ. దుర్గాపూర్ బరాజు	19.33	10,30,000	
	బి. కోనార్ డాము	9.76		
	సి. మైతన్ - బరకర్ నదిమీద	17.97		60,000
	డి. పంచేత్‌హిల్-దామోదర నదిమీద	19.25		40,000
	ఇ. తిల్లాయియా - బరకర్ నదిమీద	3.59		4,000
	(బీహార్, పశ్చిమ బెంగాల్)	69.90		1,04,000
				వరద నియంత్రణ కూడను
13.	ఎగువ కృష్ణ - (మైసూరు)	59.00	6,00,000	
14.	పరంబికుళమ్ - అళియార్ (మద్రాసు)	48.00	2,40,000	1,85,000
15.	టావా (మధ్యప్రదేశ్)	47.00	7,87,500	42,000
16.	భీమా-భీమా, పావ్నా నదుల మీద (మహారాష్ట్రము)	42.58	2,88,000	మంచినీటి సరఫరా కూడను
17.	నర్మదా (గుజరాత్)	41.41	9,97,000	
18.	పోచంపాడు - గోదావరి మీద (ఆంధ్రప్రదేశ్)	40.10	5,70,000	
19.	జయక్‌వాడి - గోదావరి మీద (మహారాష్ట్రము)	38.46	3,50,000	
20.	భద్రా (లక్కవల్లి - మైసూరు)	35.78	2,44,660	40,400
21.	వార్నా (మహారాష్ట్రము)	32.05	2,23,500	
22.	కృష్ణా - కృష్ణా, వీణా నదులపై (మహారాష్ట్రము)	30.51	1,73,600	
23.	ఘటప్రభా (మైసూరు)	30.42	2,98,000	
24.	కంగ్‌సా బతి (పశ్చిమబెంగాల్)	25.26	9,50,000	
25.	ఏ. కడనా - మాహీనది మీద	24.51	40,910	6,000
	బి. మాహీ కుడి కాలువ (గుజరాత్, రాజస్థాన్)	24.95	4,60,000	
26.	మయూరాక్షి (పశ్చిమబెంగాల్)	20.45	6,10,000	4,000
27.	మలప్రభా (మైసూరు)	20.00	3,00,000	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
28.	కబ్బిని (మైసూరు)	18.00	1,28,000	•
29.	మూలా (మహారాష్ట్రము)	16.16	1,62,350	
30.	సోని బరాజు (బీహారు)	16.04	3,07,000	
31.	ఖడక్‌వాస్లా - అంబీ, మూథా నదులపై (మహారాష్ట్రము)	15.45	70,000	
32.	పూర్ణా (మహారాష్ట్రము)	14.28	1,52,000	2,25,000
33.	గిర్నా (మహారాష్ట్రము)	13.46	1,42,370	
34.	కళ్ళడ (కేరళ)	12.90	2,60,000	
35.	మాతతిలా - బెట్వా నది మీద (ఉత్తరప్రదేశ్, మధ్యప్రదేశ్)	11.99	4,09,580	30,000
36.	సర్దాసాగర్ - చూక్ నదిపై (ఉత్తరప్రదేశ్)	11.92	3,52,550	
37.	దిగువ భవానీ (మద్రాసు)	10.21	1,95,000	
38.	దంతివాడా - బానాన్ నదిపై (గుజరాత్)	10.13	1,10,000	

45 కోట్ల లీటరులు సరఫరా చేయగల అంతర్గత జలనిధులు కలకత్తా నగరమునకు ఉత్తర భాగమున కలవని నిరూపింపబడినది. నర్మదా లోయలోని వండలి నిక్షేపములలో నాణ్యమయిన అంతర్గత జలాధారములు విస్తారముగ ఉన్నవని తేలినది. రాజాస్తాన్‌లో జైసల్మీర్ ప్రాంతపు ఎడారిలోను, ఖేత్రీ సమీపముననూ విస్తారమైన అంతర్గత జలాధారములు కలవు. ఖేత్రీ వద్ద లభించు రాగి ముడి ఖనిజములను త్రవ్వి తీయుటకు, కరగించుటకు నెలకొల్పు పరిశ్రమకు అవసరమగు యావజ్జలము అందుండియే చేకూర వచ్చును. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని రాజమండ్రి, తిరుపతి ఇసుకరాళ్లు, మద్రాసు రాష్ట్రములోని కడలూరు ఇసుకరాళ్లు విస్తారముగ జలాధారములు కలవని తెలియవచ్చినది. నైవేలీ లిగ్నైట్ క్షేత్రమున జరుపబడుచున్న అంతర్గత జల పరిశోధనలు ఆ ప్రాంతపు పారిశ్రామిక ప్రగతిపై చాల మహత్త్వము నెరపగలవు. ఒరిస్సా, గుజరాతు రాష్ట్రములలోని కొన్ని చవటి పర్రలలో కూడ కొంత లోతులో మంచి నీరు లభించుటకు అవకాశము కలదని నిర్దేశింపబడినది [చూ. భూగర్భ జలము].

పౌర, పారిశ్రామిక జల వినియోగములు : భారతదేశములో ఇంతవరకు సేద్యపు నీరు, జలవిద్యుత్తు ఉత్పాదనకు నీరు ప్రధానముగా భారీ ఎత్తున పథకముల ద్వారా వినియోగింపబడుచున్నది. పెద్ద నగరములలో పౌర, పారిశ్రామిక ప్రయోజనములకు నీరు సరఫరా చేయు పథకములు కొన్ని నిర్వహింపబడినవి. సుబర్ణరేఖా ప్రాజెక్టు నుండి బీహార్‌లో రాంచీనగరమునకు మంచినీటిని సరఫరా చేయుట ఒక దృష్టాంతము. కాని, ఆ సరఫరా చాలినంతగా లేదని అందరికి తెలిసిన విషయమే. కావున, ఈ వినియోగములకు నీరు అందించు విషయమున అధికతర ప్రయత్నము చేయక తప్పదు.

వినియోగము హెచ్చిన కొలది, అభివృద్ధి కార్య క్రమములలో నీరు ఒక ప్రధానాంశము కాగలదు. అందువలన జలశాస్త్ర సమస్యలు అనేకములు బయలుదేర వచ్చును. పాశ్చాత్య దేశములు ఇప్పటికే అట్టి సమస్యలను కొన్నిటిని ఎదుర్కొనుచున్నవి. జీవన ప్రమాణములు పెరుగుటతో నగర ప్రాంతముల నీటి అవసరములు, దానికి తోడు పారిశ్రామిక సరఫరాలు ఉరకలు వేయుచు పెరుగక తప్పదు. ఉదా : బ్రిటన్‌లో మొత్తము నీటి సరఫరాలో పారిశ్రామిక ప్రయోజనములకు 77%, గృహావసరములకు 15% వినియోగింపబడుచున్నవి. నగరముల, పరిశ్రమల భావి అవసరములను తీర్చగలుగుటకు, నగరముల నుండి, పరిశ్రమల నుండి, వ్యవసాయము నుండి వచ్చి చేరు వ్యర్థ జలముల వలన నదీజలములు చెడిపోకుండ చూచుటకు సకాలమున గట్టి చర్యలు తీసికొనవలెను. అందుబడిలో ఉన్న నీటి వనరుల నుండి గరిష్ఠ ప్రయోజనమును సాధించుటకు, వ్యర్థ జలమును తగురీతిని సంస్కరించి పునర్వినియోగించు కొనుటకు కూడ కలిసినట్టుగా కృషి కొనసాగవలెను. సముద్రజల నిర్లవణీకరణ పద్ధతుల సహాయమున బొంబాయి, మద్రాసు వంటి మహానగరములకు నీరు సరఫరా చేయుట వంటి పథకములను గూర్చి కూడ ఆలోచించతగును. ఉపరితల జలము, అంతర్గత జలము

మొదటి మూడు ప్రణాళికలలో చేపట్టిన ప్రధాన జల విద్యుత్తు ప్రాజెక్టులు

వరుస నెంబరు	ప్రాజెక్టు పేరు	ప్రయోజనములు పొందిన రాష్ట్రములు	వ్యయము (కోట్ల రూపాయలలో)	ప్రతిష్ఠాపిత శక్తి (కిలోవాట్ లలో)
1.	బియాస్ – సట్లెజ్ లంకె	పంజాబ్, రాజాస్తాన్, ఇతర రాష్ట్రములు	96·57	6,36,000
2.	కోయనా	మహారాష్ట్రము	84·79	1 వ దశ 240,000 2 వ దశ 3,40,000 3 వ దశ 3,20,000 9,00,000
3.	శరావతి	మైసూరు	84·36	1 వ దశ 1,78,200 2 వ దశ 5,34,600 3 వ దశ 1,78,200 8,91,000
4.	యమునా హైడెల్	ఉత్తరప్రదేశ్	16·83 1 వ దశ 54·55 2 వ దశ 71·38	8,5,500 3,24,000 4,09,500
5.	కుండా	మద్రాసు	66·28	4,25,000
6.	ఇడ్డికి	కేరళ	47·32	ప్రారంభ 5,00,000 అంతిమ 8,00,000
7.	శ్రీశైలము	ఆంధ్రప్రదేశ్	38·48	ప్రారంభ 4,40,000 అంతిమ 7,70,000
8.	రి హింద్	ఉత్తరప్రదేశ్	36·76	3,00,000
9.	బైలిమెల	ఒరిస్సా	33·82	ప్రారంభ 3,60,000 అంతిమ 4,80,000
10.	పంబ – కక్కి (సబరిగిరి)	కేరళ	32·80	3,00,000
11.	మాచ్ ఖండ్	ఆంధ్రప్రదేశ్, ఒరిస్సా	21·56	1,14,750
12.	దిగువ సీలేరు	ఆంధ్రప్రదేశ్	27·99	4,00,000
13.	ఉమియమ్	అస్సామ్	16·80	56,800
14.	దిగువ జీలమ్	జమ్మూ – కాశ్మీర్	14·98	1,12,000
15.	సుబర్ణ రేఖ	బీహార్	14·62	1,20,000 రాంచీనగరమునకు మంచినీటి సరఫరాకూడ
16.	ఎగువ సీలేరు	ఆంధ్రప్రదేశ్	13·30	1,20,000
17.	జల్ ధకా	పశ్చిమ బెంగాల్	12·40	1 వ దశ 27,000 2 వ దశ 9,000 36,000
18.	మెట్టూరు సొరంగము	మద్రాసు	11·81	2,00,000
19.	పెరియార్ హైడ్రో	మద్రాసు	11·36	1 వ దశ 1,05,000 2 వ దశ 35,000 1,40,000
20.	ఓబ్రి	ఉత్తరప్రదేశ్	10·59	99,000

యథేచ్ఛగా అందుబడి కానప్పుడు వైకల్పిక జలాధారములపై ఆధారపడక తప్పదు.

జల వినియోగమున ఉత్పన్నములగు చిక్కు సమస్యలను, జలశాస్త్రీయ వివరములను, అవసరములగు ఇతర వివరములను సేకరించుటకు, విశ్లేషించుటకు సువ్యవస్థిత రీతిలో కార్యక్రమము ప్రారంభించుట వలన, పరిశోధనలు నిర్విరామముగ జరుపుట వలన విడదీయవచ్చునని పునరుద్ఘాటించి ముగింతుము [చూ. జలశాస్త్రము పు. 358]. అహుజ.

నదీలోయ ప్రణాళికలు : భారతదేశమునకు అదృష్టవశాత్తు జనాభా, భూమి, నీరు అను మూడు వనరులు అపారముగ కలవు. అయితే, ఈ అపార సహజ సంపదలో అల్పభాగము మాత్రమే దేశ ప్రయోజనములకు వినియోగింపబడుట జరుగుచున్నది. భారతదేశమున గల 3,480 లక్షల హెక్టేరుల నేల మాత్రమే సాగులో ఉన్నది. దేశమును పునీతము చేయుచున్న మహానదులు ఉపఖండమునంతటిని విస్పష్టములైన ఆరు ప్రాకృతిక భాగోళిక మండలముల క్రింద వింగడించుచున్నవి.

1. సింధు మైదానము : దీనిగుండా జీలమ్, చీనాబ్, రావి, సట్లెజ్ అను తన ఉపనదులతో సహా సింధునది పారుచున్నది [చూ. అంతర్జాతీయ నదీజలములు - ఒడంబడికలు - పు. 157].

2. గంగా మైదానము : ఇందు గంగానది యమునా, గోగ్రా, గండకీ, కోసీ అను ఉపనదులతో సహా ప్రవహించుచున్నది.

3. బ్రహ్మపుత్రా మండలము : చీనాలోను, టిబెట్టులోను విస్తార ప్రాంతముల గుండా ప్రవహించిన తరువాత బ్రహ్మపుత్ర భారతదేశమును ప్రవేశించి, పాకిస్తాన్‌ను దాటి బంగాళాఖాతములో పడుచున్నది.

4. పశ్చిమ మండలము : నర్మద, తపతి, మాహీ మొదలైన పడమటికి పారు నదులతో కూడిన మండలము. ఈ నదులు అరేబియా సముద్రమున కలియుచున్నవి.

5. దక్షిణ మండలము : తూర్పుకు ప్రవహించి, బంగాళాఖాతములో పడు మహానది, వంశధార, గోదావరి, కృష్ణ, పెన్న, కావేరి మున్నగు నదులు పారు మండలము.

6. రాజస్తాన్ మండలము : ఇందు బనస్ నది పారుచున్నది.

భారతదేశమున చాల ప్రాంతములలో సాలుసరి సగటు వర్షపాతము 1770 మి. మీ. అయితే, ఈ దేశము ఉష్ణమండలములో ఉండుటవలన వర్షపాతములో విస్తృత వ్యత్యాసము గోచరించును. వర్షపాతములో చాలభాగము జూను మొదలు సెప్టెంబరు వరకు నాలుగు నెలలలో మాత్రమే పడును. కాబట్టి, దేశావసరములకు చాలినంత ఆహార ధాన్యములను పండించుటకు విస్తృతమైన నీటి పారుదల సౌకర్యములను సమకూర్చక తప్పదు. దేశములో లభ్యమగు 135·6 కోట్ల ఎకరపు టడుగుల* నీటి వనరులలో స్థల ప్రకృతి, ఆర్థిక పరిమితులు వంటి కారణముల వలన 45 కోట్ల ఎకరపుటడుగులను మాత్రమే సేద్యపు నీటి పారుదలకు వాడుకొనుచున్నట్లు అంచనా. ప్రథమ ప్రణాళికకు పూర్వము 7·6 కోట్ల ఎకరపు టడుగుల నీటిని మాత్రమే - అనగా ఉపయోగమునకు తెచ్చుకోగల జలములో 17% మాత్రమే - వాడుకొనుచుంటిమి. మూడవ ప్రణాళిక చివరకు 15 కోట్ల ఎకరపు టడుగుల నీరు - అనగా వాడుకొన గల నీటిలో $33\frac{1}{3}$% - ఉపయోగమునకు వచ్చినది.

పూర్వము నదులపై ఆనకట్టలు, బరాజులు, డాములు నిర్మించి, ఆ జలములను పంట పొలములకు నీరు పెట్టుటకు, మంచినీటి సరఫరాకు మాత్రమే వాడుట పరిపాటి అయ్యెను [చూ. పు. 202]. కాని, నేటి బహుళార్థసాధక పథకములు నదీజలముల సర్వతోముఖ వినియోగముల లక్ష్యముతో తయారు చేయబడుచున్నవి. నదీలోయ ప్రణాళికలవలన దిగువ చెప్పిన ప్రయోజనములలో కొన్నింటినిగాని, హెచ్చువాటినిగాని సాధింప వీలగును : 1. నీటి పారుదల ; 2. జల విద్యుత్తు ఉత్పత్తి ; 3. వరద నియంత్రణ, నౌకాయానము ; 4. నిలుకడగా మంచినీటి సరఫరా ; 5. చేపల పెంపకము, వన్యమృగ రక్షణ ; 6. విహారములు, మురుగునీటి పారుదల, జలమాలిన్యమును నివారించుట, ఒండ్రు నియంత్రణము ; 7. సముద్రపు స్రోతస్సులచే నదీజలముల లవణీకరణమును నిరోధించుట.

నదీ జలములను పంట భూములకు తరలించుటకు అన్నిటికన్న చౌకైన పద్ధతి ఆ నదికి అడ్డముగా ఒక ఆనకట్టను కట్టుటయే. భారతదేశమున అతి ప్రాచీనమైన ఆనకట్ట కావేరీ నది మీది గ్రాండ్ ఆనకట్ట [చూ. పు. 54]. గంగ, మహానది, గోదావరి, కృష్ణ, కావేరీ నదులపై బ్రిటిషు పరిపాలనలో ఆనకట్టలు నిర్మింపబడినవి [చూ. పు. 52, 55]. నేడు భారతదేశమున వివిధ నదులపై ఆనకట్టలు, డాములు, బరాజులు నిర్మింపబడినవి ; నిర్మింపబడనున్నవి [చూ. పు. - 58].

స్వాతంత్ర్యసిద్ధికి పూర్వము భారతదేశమున ఆనకట్టల సాయమున ఏటేటా పంటభూములకు తరలించబడిన మొత్తము నీరు (పాకిస్తాన్ మినహా) దాదాపు 2,00,000 క్యూసెక్కులు. 1958 నాటికి నిర్మింపబడిన ఆనకట్టల,

* ఒక ఎకరపుటడుగు = 1233.48 ఘనమీటరులు.

డాముల వలన ఆ నీటి మొత్తము 70,000 క్యూసెక్కుల వరకు పెరిగినది. ఇప్పుడు నిర్మాణమునందున్న ఆనకట్టలు, డాములు పూర్తి అగుటతో 70,000 క్యూసెక్కులను కూడ అదనముగ పంటపొలములకు పారింపవచ్చును.

భారతదేశమున 1943 నాటికి రిజర్వాయరులలో 10,000,000 ఎకరపుటడుగుల నీరు మాత్రమే నిల్వ ఉండెడిది. దేశపు మొత్తపు వర్షపాతమున అత్యధిక భాగము నాలుగు నెలలలోనే పడుటచే, మిగిలిన నెలలలో ఉపయోగించుటకు ఈ నీరు చాలకుండెడిది. ప్రథమ, ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళికలలో చేపట్టిన పథకములు రిజర్వాయరు సామర్థ్యమును 9,50,00,000 ఎకరపు టడుగులకు పెంచినవి. 1927 - 34 లో నిర్మింపబడిన మెట్టూరు రిజర్వాయరు గరిష్ఠపు నిల్వ సామర్థ్యము 20,00,000 ఎకరపు టడుగులు మాత్రమే. ఇటీవల తుంగభద్ర, హీరాకుడ్, భాక్రా, నాగార్జునసాగరు మున్నగు డాముల రిజర్వాయరులలో అంతకన్న చాల ఎక్కువ నీరు నిల్వ చేయబడును. బ్రిటిషు ఇంజనీరులు పెరియారు డాము (53 మీ. పొడవు), ఖడక్ వాస్లా డాము (39 మీ. పొడవు) 19 వ శతాబ్దిలో మార్గదర్శకముగ నిర్మించిరి. 1900 - 1925 మధ్యకాలమున విద్యుత్తు ఉత్పాదనకు టాటా కంపెనీవారు కృష్ణానది ఉపనదుల నీటిని తరలించుటకు 5 డాములు నిర్మించిరి. నేడు నిర్మింపబడిన, నిర్మింపబడుచున్న డాములలో మొదటి 5 పెద్ద డాములు భాక్రా, నాగార్జునసాగరు, రీ హిండ్. గాంధీ సాగరు, కొయనా [చూ. చంబల్ లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక - పు. 341].

కె. వి. కృ.

నీరు - నీటి శోధన : మానవులకు, సేద్యమునకు, పరిశ్రమలకు నీరు చాల ఆవశ్యకము. భారతదేశమున ఆరోగ్య, పారిశుధ్య ప్రయోజనములకు తలసరి నీటి వినియోగము సాలీనా 15 టన్నీలు కాగా, యునైటెడ్ స్టేట్స్ వంటి ప్రగతిశీల దేశములలో అది 200 టన్నీలు వరకు హెచ్చినది. ఇందువలన భారతదేశములో నానాటికి పెరుగుచున్న నీటి అర్థనమును తీర్చుటకు ఎక్కువ ఎక్కువగా నీటి శోధన కర్మాగారములు నెలకొల్పబడవలెనని విదితమగుచున్నది. నీటిని గరిష్ఠ ప్రమాణములో వినియోగించు కొనునవి ఉక్కు, కలప గుజ్జు, కాగితపు పరిశ్రమలు, నూనె శుద్ధి కర్మాగారములును. పరిశ్రమలలో శీతలీకరణకు, విద్యుత్తు ఉత్పత్తికి, అగ్నిమాపకమునకు, ఆర్ద్రీకరణ వంటి చిల్లర పనులకు నీరు చాల వాడబడును. రాసాయనిక కర్మాగారముల సంస్థాపనకు ఆ ప్రదేశమున అందుబాటు కాగల నీటి మొత్తము, దాని శుద్ధత ప్రధాన పరిగణనీయాంశములు. ఎత్తైన ప్రదేశములనుండి పారు కొండ వాగులలో తప్ప, మిగిలిన చోట్ల సహజ పరిశుద్ధమైన నీరు దొరకుట కష్టము. వాననీరు పరిశుద్ధతమమైన జలము. ఉపరితల జలములు (ఉదా : నదులు, సరస్సులు), అంతర్గత జలములు (ఉదా : దిగుడు బావులు), సముద్ర జలము, వ్యర్థజలము అనునవి ప్రధాన జలాధారములు.

మలిన ద్రవ్యములు : నీటిలో ఉండు మలిన ద్రవ్యములు స్థలమునుబట్టి చాలవరకు మారవచ్చును. సాధారణముగ అపరిశుద్ధ జలములో కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ ధాతువుల బైకార్బొనేట్‌లు, క్లోరైడ్‌లు, సల్ఫేట్‌లు విలీనము తై వర్జనీయ ప్రమాణములలో ఉండును. ఇట్టి నీటిని వాడుట వలన బాయిలర్‌లోని ఇనుప గోడపై ఆ లవణములు పొరలుగా ఏర్పడి, ఎంత బొగ్గు కాల్చినను నీరు త్వరగా వేడెక్కదు; బాయిలర్ పాడగుట కూడ జరుగును. అట్టి నీరు 'కఠిన జలము' అని పేర్కొనబడును. బైకార్బొనేట్ వలన వచ్చిన కాఠిన్యము తాత్కాలిక కాఠిన్యము. నీటిని మరగబెట్టి దానిని సుళువుగా తొలగింపవచ్చును. క్లోరైడ్‌ల, సల్ఫేట్‌ల మూలమున వచ్చునది శాశ్వత కాఠిన్యము. అది రాసాయనిక ప్రక్రియలవలననే కాని నీటిని కేవలము కాచుటవలన తొలగిపోదు.

పై లవణములతోపాటు నీటిలో సిలికా, అల్యూమినా, సోడియమ్, ఇనుము, మాంగనీస్ లవణములు కూడ వేరు వేరు రాశులలో ఉండవచ్చును. ఇవి బాయిలర్ ఇనుప గోడలపై పొరలు కట్టి క్రమముగా వాటిని తినివేయును. ఇవిగాక, కరుగక తేలియాడుచు నీటిని మడ్డిగా తయారు చేయు కొన్ని కార్బన్, అకర్బన ద్రవ్యములు, కరగిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వంటి వాయువులు కూడ నీటిలో ఉండుట సహజము. చాల ఉపరితల జలములలో ఇసుక, మన్ను వంటి అవలంబిత ద్రవ్యములు, సోడియమ్ క్లోరైడ్, జిప్సమ్, క్షారమృత్తికల బైకార్బొనేట్‌లు వంటి కరగిన ఖనిజ ద్రవ్యములు ఉండుట పరిపాటి. అంతర్గత జలములలో, వాటి సుదీర్ఘ ఖనిజ ద్రవ్య సాంగత్యమువలన అవలంబిత ద్రవ్యముల కంటె కరగిన కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ కార్బొనేట్‌లు, జిప్సమ్, మన్ను, సోడియమ్, పోటాసియమ్ లవణములు, సిలికా వంటి ద్రవ్యములే హెచ్చుగా ఉండును. ఈ మలిన ద్రవ్యములను తొలగించిన పిదపనే నీటిని పౌర, పారిశ్రామిక ప్రయోజనములకు వాడుట శ్రేయస్కరము.

విశుద్ధీకరణము, మృదుకరణము : నీటినుండి కాఠిన్యమును పోగొట్టుటకు మృదుకరణ విధానములు చేపట్టుదురు. కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ లవణములు మినహా నీటి

నుండి తదితర మలిన ద్రవ్యములను తొలగించుటకు విశుద్ధీకరణ పద్ధతులు ఉపకరించును. ఉదా: త్రాగెడు నీటిలో ఇనుము, కార్బన్ ద్రవ్యములు పూర్తిగా లేకుండుట చాల ముఖ్యము. ఇట్లే బాయిలర్‌లలో పోయు నీటినుండి ఇనుమును, విలీన వాయువుల (ముఖ్యముగా ఆక్సిజన్) ను నిశ్శేషముగ తొలగించుట కూడ కర్తవ్యము.

మృదుకరణ పద్ధతులు : నీటిని మెత్తపరచుటకు ముందు దానిలో ఉన్న అవలంబిత ద్రవ్యములను చాలవరకు విశదీకరణము ద్వారా తొలగించవలెను. విశదీకరణ యూనిట్‌లలో కొన్ని రాసాయనిక విభాగములు ; ఆ విభాగములలో అల్యూమినియము సల్ఫేట్, కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్, ప్రేరిత సిలికా వంటి ద్రవ్యములును ఉండును. ముడి నీటిలోని అవలంబిత ద్రవ్యములు పై ద్రవ్యములతో మేళవించి క్రిందికి దిగిపోవును. ఈ విశదీకృత జలమునుండి వడపోత ద్వారా మిగిలిపోయిన అవశిష్ట ద్రవ్యములను తొలగింతురు. ఇందుకు పీడన గళనులు, గురుత్వాకర్షణ గళనులు వినియోగింపబడును. ఈ వడపోత ప్రధానముగా ఇసుక యానకము ద్వారా సాగింపబడుట పరిపాటి.

నీటియొక్క తాత్కాలిక, శాశ్వత కాఠిన్యములను పోగొట్టుటకు ఆచరణయందున్న రెండు ప్రక్రియలు దిగువ వివరింపబడును.

సున్నము - సోడా ప్రక్రియ : ఇందు నీటిలో సున్నమును అన్యూనాతిరిక్తముగ చేర్చి తాత్కాలిక కాఠిన్యమును, సోడియమ్ బైకార్బొనేట్‌ను చేర్చి శాశ్వత కాఠిన్యమును నిర్మూలింతురు.

క్షార వినిమయ రెసిన్ ప్రక్రియ : ఇందు కఠిన జలమును క్షార వినిమయ రెసిన్ అనబడు ప్రత్యేక యానకము ద్వారా పంపుదురు. నీరు రెసిన్ గర్భమును చొచ్చికొని పోవునపుడు ఈ యానకము నీటినుండి కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ ధాతువులను తొలగించి, వాటి స్థానమున తత్తుల్య పరిమాణములలో సోడియమ్ లవణములను చేర్చును.

స్వేద జలము భారీ ఆయతనములో తయారుచేయుటకు విఖనిజీకరణ యంత్రాగారములను స్థాపింతురు. ఈ యంత్రాగారములలో ఋణ అయన్ వినిమయ రెసిన్‌తో కూడిన ఋణ అయన్ వినిమయ సాధనములు, ధన అయన్ వినిమయ రెసిన్‌తో కూడిన ధన అయన్ వినిమయ సాధనములు ఉండును. ఋణ అయన్ వినిమయ రెసిన్ నీటినుండి ఋణ అయన్‌లు అయిన మగ్నీషియమ్‌ను, సోడియమ్‌ను తొలగించి, వాటి స్థానమున తత్తుల్య పరిమాణములలో హైడ్రోజన్ అయన్‌లను చేర్చును. ఋణ అయన్ వినిమయ సాధనములనుండి వచ్చిన నీటినుండి ధన అయన్ వినిమయ రెసిన్ క్లోరైడ్‌లు, సల్ఫేట్‌లు వంటి ధన అయన్‌లను తొలగించి, వాటి స్థానమున తత్తుల్య పరిమాణములలో హైడ్రాక్సిల్ అయన్‌లను చేర్చును. ఇట్లు కర్మాగారమునుండి వచ్చిన ద్రవములో హైడ్రోజన్, హైడ్రాక్సిల్ అయన్‌లు మాత్రమే ఉండి అత్యంత పరిశుద్ధ జలమును ఉత్పాదించును.

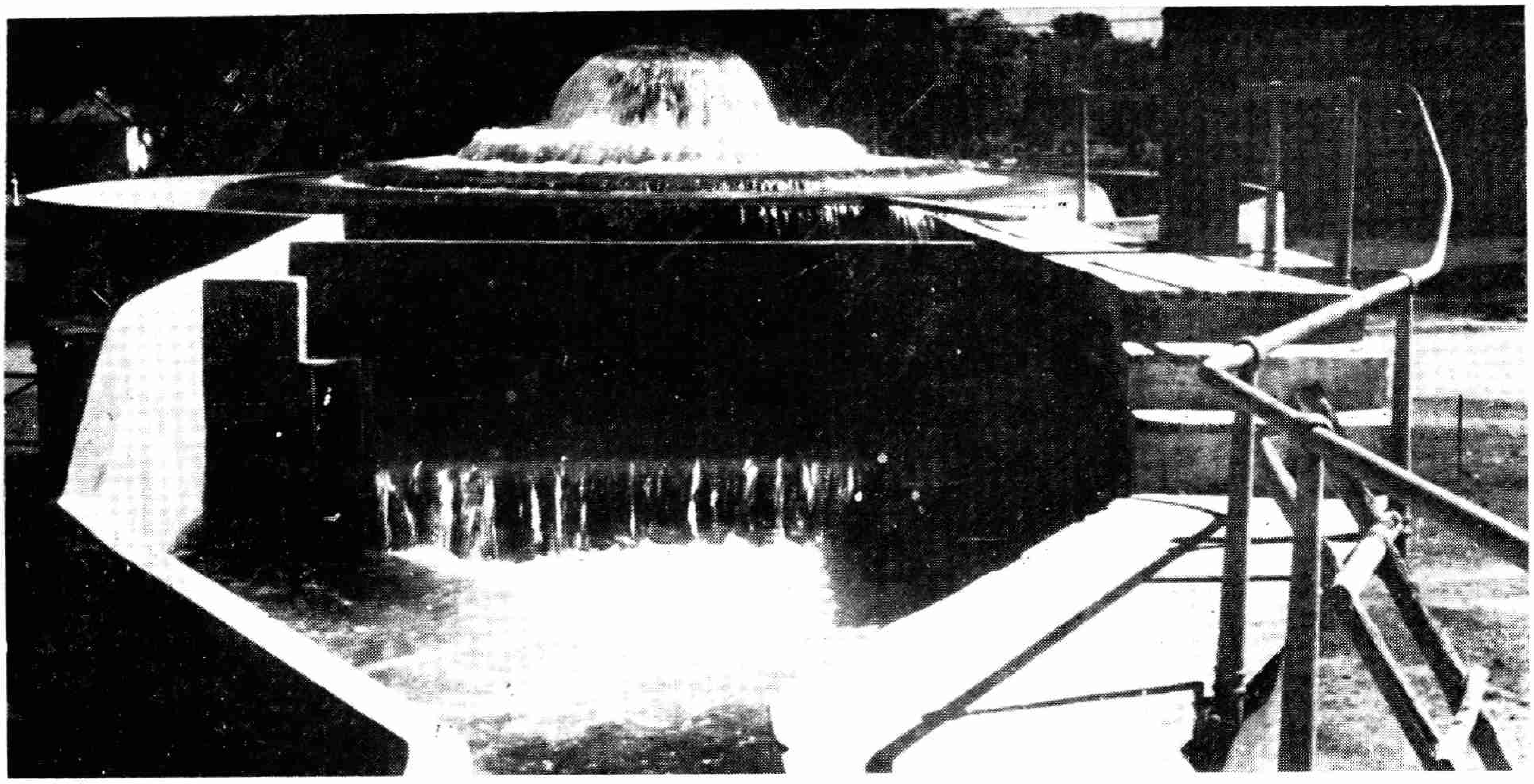
సోడియమ్ మోనో ఫాస్ఫేట్, డై ఫాస్ఫేట్, ట్రై ఫాస్ఫేట్ వంటి వివిధ ఫాస్ఫేట్‌లు కఠిన జలములో చేర్చిన ఎడల, సులభముగా తొలగింప వీలైన మెత్తని ఫాస్ఫేట్ బురదల రూపమున కఠినతా అయన్‌లు అవక్షేపింపబడును. సోడియమ్ హెక్సా ఫాస్ఫేట్ కూడ నీటి కాఠిన్యమును మాన్పును. కాని, అది కఠినతా అయన్‌లను అవక్షేపించుటకు బదులు కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, ఇనుము, అల్యూమినియము అయన్‌లతో నీటిలో కరగు క్లిష్ట యౌగికములుగా ఏర్పడును.

విశుద్ధీకరణ పద్ధతులు : పౌర ప్రయోజనములకు సరఫరా అగు నీటి నుండి ఇనుమును, సూక్ష్మజీవులను తొలగించుట అత్యావశ్యకము.

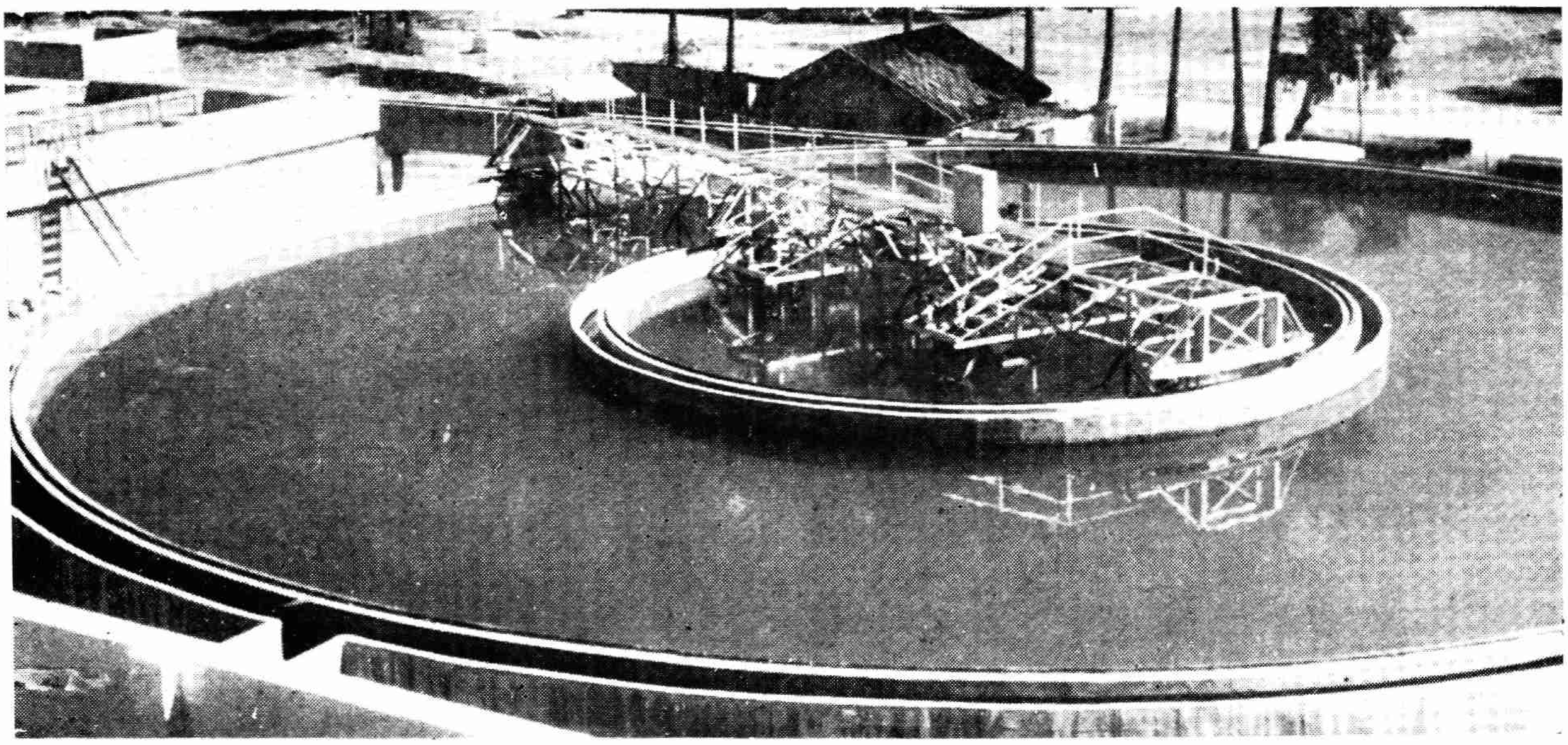
ఇనుము తొలగింపు : నీటిలో ఇనుము ఉన్న ఎడల అది సూక్ష్మజీవుల అభివృద్ధికి దోహదము చేయును. నీటికి అభ్యంతరకరమైన రంగును కూడ తెచ్చిపెట్టును. ఇనుమును తొలగించుటకు వాడబడు వడపోత సాధనములు ఇసుక వడపోత సాధనముల మాదిరిగనే ఉండును. కాని, వాటిలో యానకముగ ఇసుకతోపాటు ఇనుమును అద్రావ్య యౌగికములుగ ఆక్సీకరింపగల ప్రత్యేక యౌగికములు కూడ చేర్చబడును. ఈ ఇనుప అద్రావ్య లవణములు ఇసుకలో నిర్బంధింపబడును.

సూక్ష్మజీవి వినాశనము : పానీయ జలములోని రోగకారక సూక్ష్మజీవులను నిర్మూలించుటకు, దానిని ఎక్కువ ఆస్వాదనీయముగ చేయుటకు దానిలో క్లోరిన్ వాయువును కలుపుదురు. ఉక్కు మిల్లులలోని, విద్యుత్తు కేంద్రములలోని సంఘనకములను చల్లబరుచుటకు నీరు పారించుట వలన ఆ సాంద్రీకారకములు పాచి పట్టుటను కూడ క్లోరిన్ మిశ్రణము నివారించును. ఈ ప్రక్రియలో ద్రవీకరింపబడి వర్తులాకారపు గొట్టములలో దట్టింపబడిన క్లోరిన్‌ను క్లోరినేటర్‌ల ద్వారా నీటిలో కలుపుదురు. అల్ప పరిమాణములు కల నీటిలో క్లోరిన్ చేర్చుటకు తరుచుగా విరంజన చూర్ణ ద్రావణముతో పనిచేయు పంపుసెట్‌లు వినియోగింపబడును.

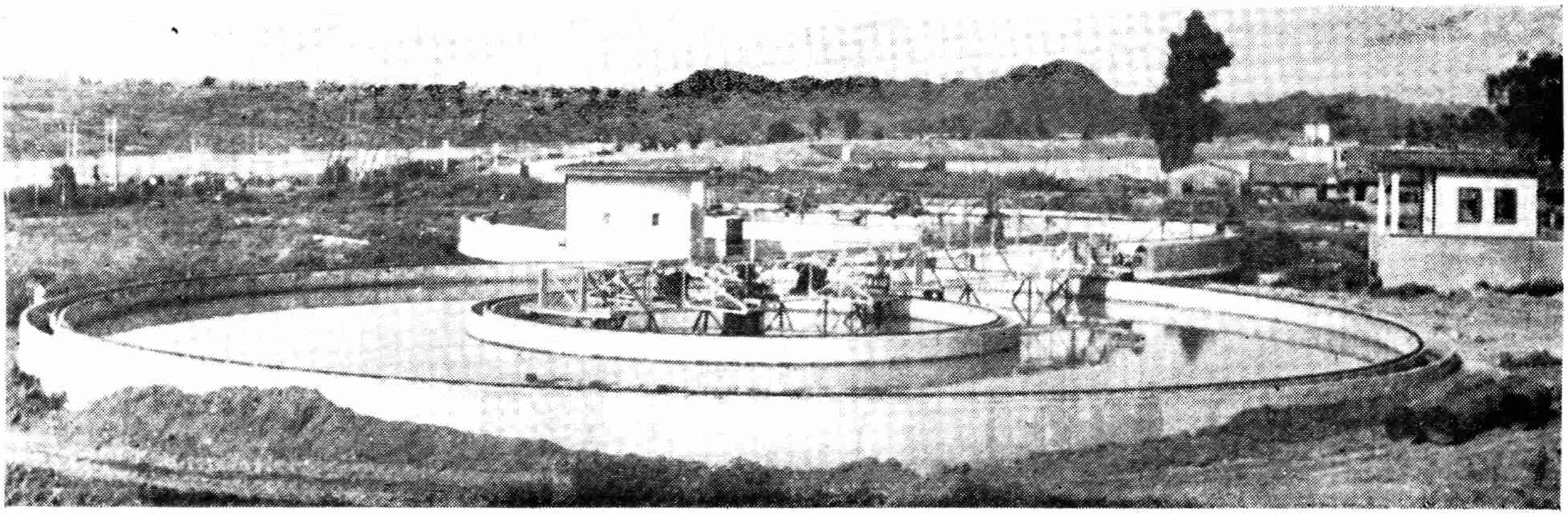
బాయిలర్ నీటి శోధన : బాయిలర్‌లో ఉపయోగింపబడు నీటి నుండి కాఠిన్యమును, అవలంబిత ద్రవ్యములనే కాక నిర్వాయు పూరణ ప్రక్రియ ద్వారా నీటిలో విలీన

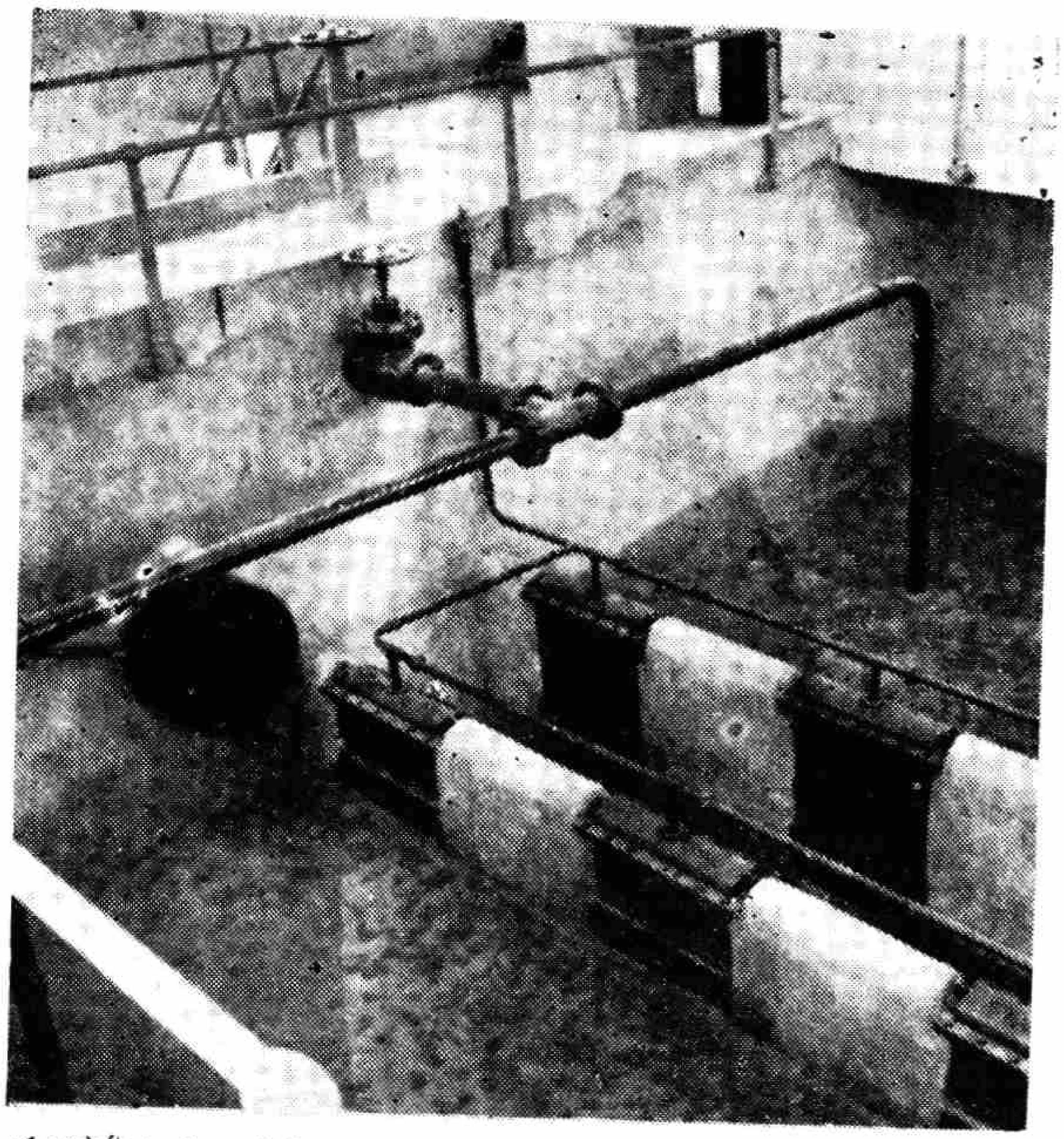


నీరు - నీటి శోధన - కాస్కేడ్ పద్ధతి - ఏరియేటర్

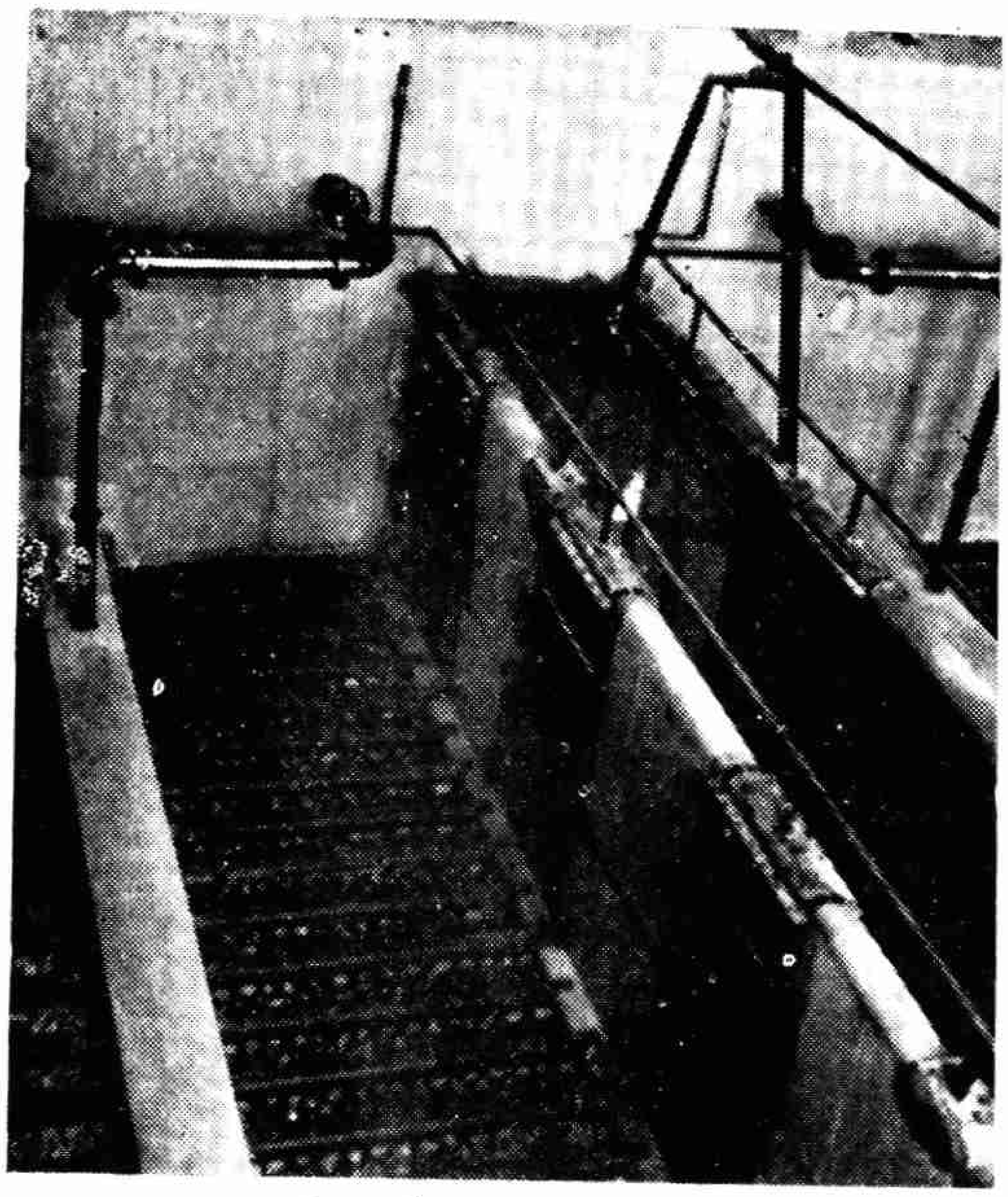


అథుప్రవాహ పద్ధతిని స్వచ్ఛజలమును సిద్ధపరచునవి ↕



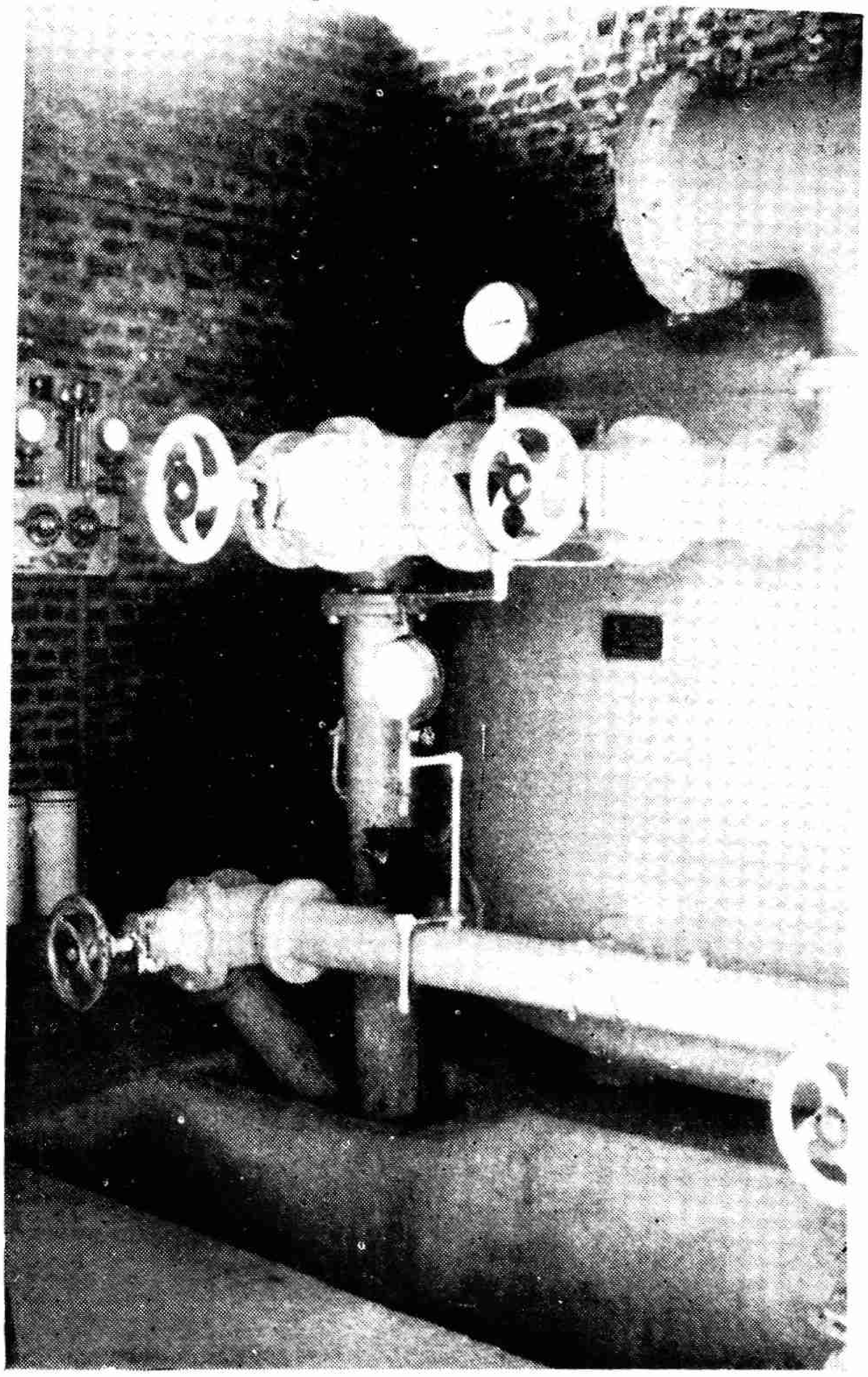


వడపోత పాత్రను శుభ్రపరచుటకు వ్యర్థజలము నిర్గమించు సైఫన్ వ్యవస్థ

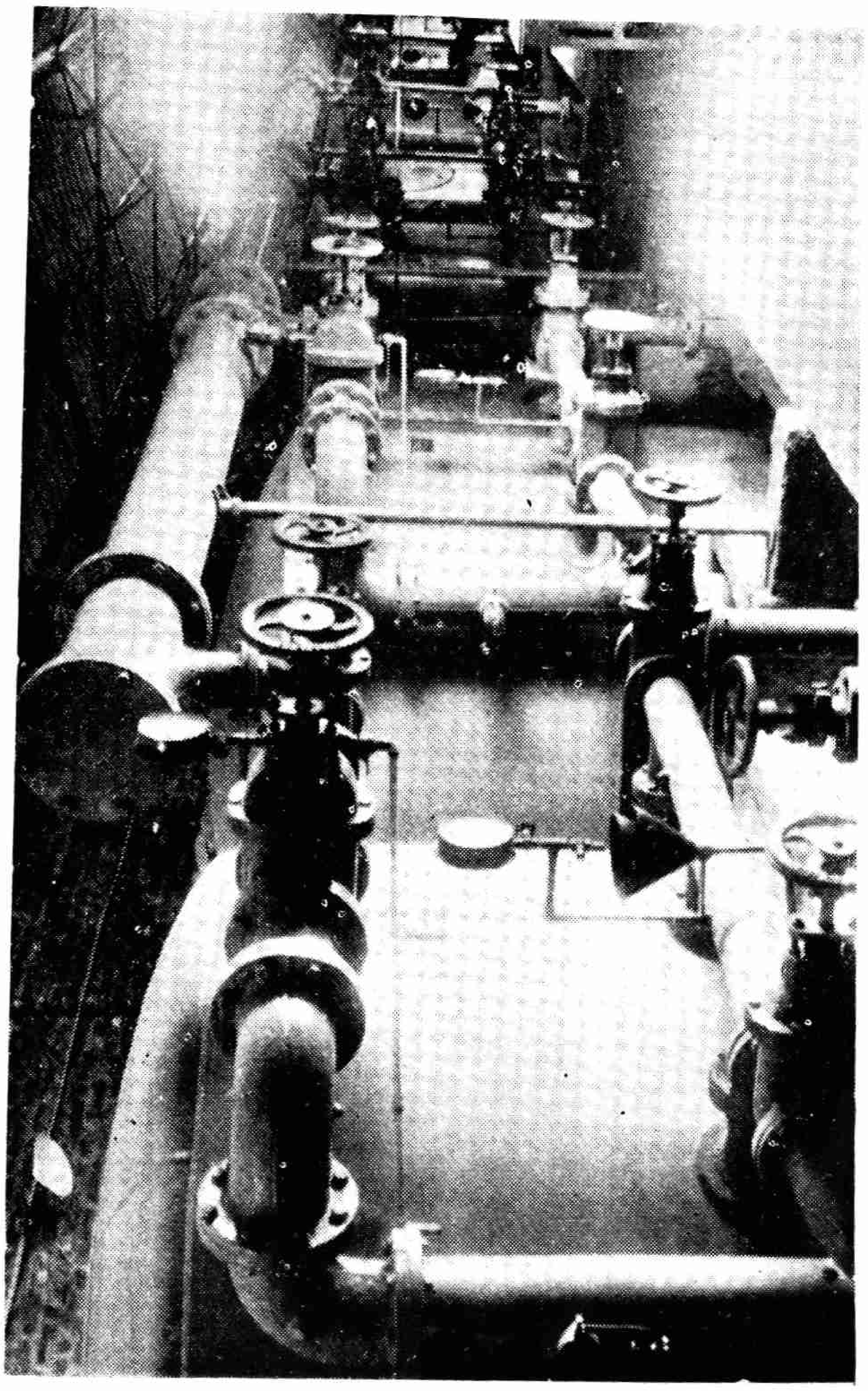


వడపోసిన నీరు నిర్గమించు ప్రక్క నాళమ

వత్తిడిక్రింది వడపోత పాత్ర: ప్రక్కన ఉన్నది క్లోరీన్ సరఫరా చేయు గొట్టము



వత్తిడి క్రింద ఉన్న వడపోత పాత్రలు



ములై ఉన్న వాయువులను కూడ తొలగించుట చాల ముఖ్యము. ఆ నీటిలో ఆక్సిజన్ ఉన్నచో బాయిలర్ తొందరగా క్షయమగును. విలీన ఆక్సిజన్‌ను విద్యుదగ్రధ్రువీకరణము వలన గాని, సేంద్రియ ప్రతిరోధకముల వలన గాని, క్రోమేట్‌లు, సిలికేట్‌లు, ఫాస్ఫేట్‌లు వంటి రక్షణ లవణముల వలన గాని తొలగింపవచ్చును. కొన్ని క్షారములు ధన ధ్రువముపై పొరలుగా పర్పడి, ధనధ్రువ ప్రతిరోధకములుగ ఆచరించుచు, విద్యుత్తు రాసాయనిక అనుక్రమములకు అవరోధము కల్పించును. ఒక తొట్టిలో వరుసగా ఉన్న పెక్కు పళ్లెముల నుండి నీటిని క్రిందికి తుంపురుగా పడనిచ్చుట వలన కూడ విలీన ఆక్సిజన్‌ను తొలగింపవచ్చును.

వ్యర్థ జల శోధన: శరవేగముతో సాగిపోవుచున్న పారిశ్రామికీకరణము వలన, జనాభా పెరుగుదల వలన మంచినీటి ఎద్దడి నానాటికి తీవ్రరూపము తాల్చుచున్నది. కాబట్టి, వ్యర్థజలమును అనేక ప్రక్రియల ద్వారా శుభ్రపరచి పునర్వినియోగమునకు తెచ్చుట తప్పనిసరి అగుచున్నది. దేశములోని నదులు, సరస్సులు వ్యర్థజలము వలన అశుచిత్వము పాలగుట కూడ తీవ్ర సమస్యగా పరిణమించినది. అనేక పరిశ్రమలు బహిఃప్రవాహ పునర్వినియోగ సమస్యను ఎదుర్కొనుచున్నవి. ఈ బహిఃప్రవాహమును శుద్ధి చేయుటకు అనుకూల యంత్రాగారమును రూపొందించుటకు ముందు పరిశోధనాగారములలో బోలెడు పరిశోధన కృషి జరుగవలసి ఉన్నది. ఈ వ్యర్థద్రవములో మలిన ద్రవ్యములు 0·5% ఉండును; మిగిలిన 99·5% నీరు. ఇంత అత్యల్ప పరిమాణములో గల మలిన ద్రవ్యములను వేరుపరచి, పెద్దపెద్ద నీటి మొత్తములను శుద్ధపరచుటకు భారీ కర్మాగారములు కావలసి ఉన్నవి. పరిశోధనాగారములలో వ్యర్థద్రవములోని మడ్డి, ఘనద్రవ్యముల పరిమాణము, అవలంబిత ఘనద్రవ్యములు, చమురు, జీవరాసాయనిక ఆక్సిజన్ అర్థనము మున్నగు అంశములపై ప్రారంభ పరిశోధనలు జరిపి, మలిన ద్రవ్యములు ఏ యే సాంద్రతలలో కలవో తెలిసికొనవలెను. వ్యర్థజల విశుద్ధీకరణ ప్రక్రియలు ఆ జలముల స్వభావమును బట్టి, వాటిలోని మలిన ద్రవ్యముల పరిమాణమును బట్టి, అవి సంగ్రహింపబడిన ప్రదేశమును బట్టి నిర్ణయింపబడును. వ్యర్థజలములలోని హానికర ద్రవ్యములు: 1. రోగకారక, రోగవ్యాపక సూక్ష్మజీవులు; 2. సూక్ష్మజీవులకు ఆహారముగా ఉపకరించు మృత సేంద్రియ ద్రవ్యములు; 3. ఆక్సిజన్‌ను అపారముగ వినియోగించుకొని కుళ్లి, నీటికి దుర్వాసన కలిగించు సేంద్రియ ద్రవ్యము. సూక్ష్మజీవులను, సేంద్రియ ద్రవ్యములను నశింపజేయుటకు క్లోరిన్ భారీ మొత్తములలో అవసరము. క్లోరిన్ అచట సూక్ష్మజీవులను నిర్మూలించుటతోపాటు క్లోరిన్ నీటిలోని హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్‌ను, దానివలన వచ్చు దుర్వాసనను కూడ పోగొట్ట గలదు; జిడ్డును కూడ తొలగింపగలదు.

సముద్రజల వినియోగము: సముద్ర జలమును నిర్లవణీకరణ ప్రక్రియల సహాయమున మంచి నీరుగా తయారుచేసి వాడుకొనుటయందు ఇటీవల కొన్ని దేశములు మొగ్గుచున్నవి. ఈ ప్రక్రియలో బాష్పీకరణ విధానములు ఇమిడి ఉన్నవి. కాబట్టి, అవి ఆర్థికముగ గిట్టుబాటు కావు. సముద్రపు నీటిని పోలితీన్ ఫిల్మ్‌ల వంటి అర్ధప్రవేశ నీయ త్వచము (పొర)ల ద్వారా పంపి శుద్ధిచేయుటకు ప్రయత్నములు జరుగుచున్నవి. ఈ పొరలు కొన్ని లవణములను తమ ద్వారా పోనీయవు. కాబట్టి, ఒక విధమైన వడపోత జరిగి శుద్ధ జలము లభించుచున్నది. కాని, ఈ ప్రక్రియ ఇంకను పరిశోధనాదశయందే ఉన్నది. విస్తృత పరిశోధనలు జరిగి, వివరములు లభించిన తరువాత గాని ఆ ప్రక్రియ ఆచరణీయము అగునో, కాదో తేలదు.

పరమాణుశక్తి కేంద్రములలో సముద్రజలము గౌణ శీతలీకరణ యానకముగ ఉపయోగపడుచున్నది. ఇంధన మూలద్రవ్యములను చల్లబరుచుటకు శుద్ధజలమును వాడుదురు. ఈ శుద్ధజలమును తిరిగి పూర్వపు తాపక్రమమునకు చల్లార్చుటకు సముద్రపు నీటిని వాడుదురు. శీతలీకరణమునకు వాడబడు శీతలజలము యొక్క తాపక్రమము కూడ ఆ ప్రక్రియందు ఒక ప్రధానాంశము.

నీటి యొక్క నమూనా ప్రమాణములు: పౌర, పారిశ్రామిక ప్రయోజనములకు వాడబడు నీటికి ఉండవలసిన నమూనా ప్రమాణములు దిగువ వివరింపబడినవి.

త్రాగుడు నీరు: ఇది వర్ణరహితముగను, వాసనా రహితముగను ఉండవలెను. శుద్ధిచేయుటకు కలుపబడిన రాసాయనిక ద్రవ్యములు మిగులుగ ఉండరాదు. అవలంబిత ద్రవ్యములు, రోగకారక సూక్ష్మజీవులు పూర్తిగా తొలగింపబడవలెను.

మంచి నీటి కాఠిన్యము: 250 (కార్క మానము) కంటె తక్కువగా ఉండవలెను. ఇక మంచినీటిలో ఇతర దినుసులు క్రింది సూచించిన విధముగా ఉండవలెను:

ఇనుము -	పదిలక్షల	పాళ్లలో	0·3	పాళ్లను	మించరాదు.
రాగి	,,	,,	300	,,	,,
మగ్నిషియమ్	,,	,,	100	,,	,,
సల్ఫేట్‌లు	,,	,,	250	,,	,,
క్లోరైడ్‌లు	,,	,,	250	,,	,,

ఫ్లోరైడ్లు	,,	,,	1·5	,,	,,
మొత్తము ఘన ద్రవ్యములు	,,	,,	500	,,	,,
అవశిష్ట క్లోరిన్	,,	,,	0·2-0·3	,,	,,

బాయిలర్ నీరు : విలీన వాయువులు, అవలంబిత ద్రవ్యములు ఉండరాదు. సూక్ష్మ క్రిమి ప్రమాణము శూన్యమై ఉండవలెను. కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ ఉనికివలన వచ్చిన కాఠిన్యము - అనగా తాత్కాలిక కాఠిన్యము - పదిలక్షల పాళ్లలో 150% పాళ్లకు తక్కువగా ఉండుట ఉత్తమము. 150 నుండి 350% వరకు ఉండుట కొంత మంచిది. 350% మించి ఉండుట చెడ్డది.

సత్యనారాయణ.

నూక్లియర్ రియాయాక్టర్ : చూ. పరమాణుశక్తి.

నూనెలు, క్రొవ్వులు (అభక్ష్య, భక్ష్య): నూనెలు, క్రొవ్వులు జంతూద్భవములు, వృక్షోద్భవము అని రెండు విధములు.

వృక్షలబ్ధమైనవి - క్రొవ్వులు, నూనెలు : అందులో తినదగినవి : ప్రత్తిగింజల నూనె, సోయా చిక్కుడు నూనె, కొబ్బరి నూనె, ఒలిశల నూనె, కుసుమల నూనె, నువ్వుల నూనె, ఆవ నూనె; తినతగనివి (అనగా భోజనావసరములకు పనికి రానివి): అవిసె నూనె, ఆముదము, టాల్ నూనె, టంగ్ నూనె మొదలగునవి.

జంతూద్భవములు - తినదగనవి : తిమింగిలము నూనె, తక్కిన చేప నూనెలు.

తినదగిన జంతువుల క్రొవ్వులు - నూనెలు : పంది క్రొవ్వు ; గొడ్డు - క్రొవ్వు - ఈ వర్గములో మేక, గొర్రె క్రొవ్వులు ఇమిడి ఉన్నవి ; కాడ్‌లివర్ నూనె, వెన్న, ఓలియో మార్గరీన్ (కృత్రిమముగా తయారు చేయబడిన వెన్నవంటి ద్రవ్యము).

క్రొవ్వుల, నూనెల రాసాయనిక లక్షణములు : జంతుజములు కాని, వృక్షజములు కాని క్రొవ్వులు, నూనెలు అన్నియు ఒకే రాసాయనిక తరగతిలోనివి. ఇవన్నియు వేరువేరు మజ్జామ్లములు, గ్లిసరీన్ (గ్లిసరాల్) అను మూడు హైడ్రాక్సిల్ గణములు ఉన్న లవణాధార స్వభావము గల ఆల్కహాల్‌తో రాసాయనిక సంయోగము వలన ఏర్పడినవియే. వీటికి ఎస్టర్‌లు అని పేరు :

దృష్టాంతము :

$$\begin{array}{l} CH_2-OH. \\ | \\ CH-OH+3\,C_{17}H_{35}COOH \\ | \\ CH-OH \quad \text{స్టియరిక్ ఆసిడ్} \end{array}$$

గ్లిసరీన్
(ఒక ఆల్కహాల్)

$$\begin{array}{ll} CH_2-O-OH_{25}C_{17} & \text{గ్లిసరాల్ స్టియరేట్,} \\ | & \\ CH-O-OH_{25}C_{17} & \text{ట్రై స్టియరేట్} \\ | & \\ CH_2-O-OH_{25}C_{17} & \text{(ఒక ఎస్టర్).} \end{array}$$

ప్రతి నూనెలో, క్రొవ్వులో భిన్న మజ్జములు ఉండును. సాధారణముగా ఆరు గాని, ఎక్కువ గాని ఉండును.

నూనెల, క్రొవ్వుల ఘటకములగు మజ్జామ్లములు మరల సంతృప్తములు, అసంతృప్తములు అని రెండురకములు. అసంతృప్తముల రచనలో ద్విబంధనములు ఉండును. సాధారణముగా సంతృప్తామ్లముల ఎస్టర్‌లు ఘనస్థితిలోను, అసంతృప్తామ్లముల ఎస్టర్‌లు విద్రవ స్థితిలోను ఉండును. అసంతృప్తామ్లముల ఎస్టర్‌లు ప్రేరకద్రవ్యసన్నిధిలో ఉదజనిని చేర్చుటవలన ద్విబంధనములు ఏకబంధనములై సంతృప్త ఆమ్ల ఎస్టర్‌లు ఏర్పడును. అప్పుడు ఎస్టర్ గట్టిపడును. ఈ ప్రక్రియకు ఉదజనీకరణము [చూ. పు. 247] అందురు. ఈ ప్రక్రియ వనస్పతి (ఉదా : డాల్డా) మొదలగు నేయివంటి ముద్దగా ఉండు ద్రవ్యములను తయారుచేయుటలోను ఉపయోగించుచున్నది.

దృష్టాంతములు :

$$\begin{array}{lcl} CH_2-O-OCH_{33}C_{17} & \longrightarrow & CH_2-O-OCH_{35}C_{17}. \\ | & & | \\ CH-O-OCH_{33}C_{17}+6H & - & CH-O-OC_2H_5C_{17}. \\ | & & | \\ CH_2-O-OCH_{33}C_{17} & \longrightarrow & CH_2-O-OC_2H_{33}C_{17}. \end{array}$$

ఓలియక్ ఆసిడ్ ట్రై గ్లిసరైడ్ (ద్రవము) — స్టియరిక్ ఆసిడ్ ట్రై గ్లిసరైడ్ (ఘన ద్రవ్యము)

ముడిద్రవ్యములనుండి సాధించు విధానములు : వృక్షజములగు నూనెలు గింజలలోను (నువ్వులు మొదలగునవి), కొన్ని పండ్ల గుజ్జులోను (ఆలివ్, పామ్‌నూనె) దొరకును. ఇంతేకాక, వేళ్లలోను, చెట్టు కొమ్మలలోను, పుల్లలలోను, ఆకులలోను కూడ ఇవి లభించును.

వ్యాపార సరళిలో వీనిని ఉత్పత్తిచేయుటకు ఉపయోగించు విధానములు మూడు : 1. కరగించి తేర్చుట ; 2. పిండుట ; 3. ద్రావముతో సారము గ్రహించుట. మొదటి ప్రక్రియ జంతూద్భవములకు ఉపయోగించును.

జంతు కణ జాలములలో ఇమిడి ఉన్న క్రొవ్వును వేడిచేసి కరగించి, తేర్చి వేరుచేయుదురు. రెండవ విధానము (పిండుట) లో రెండు రకములైన ఉపకరణములు కలవు. కొంత ముడి సరకును ఉపయోగించి హైడ్రాలిక్ ప్రెస్సులతో నొక్కుట. ఇది అయిన తరువాత మరి కొంత రాశి ముడిసరకును అట్లే చేయుట. దీనికి ' బాచ్ విధానము ' అని పేరు. రెండవదానిలో ఎక్స్‌పెల్లర్లను ఉపయోగించి మధ్య విరామములేకుండ నూనెను పిండుట. ఇది అవిరత

విధానము. మూడవ విధానము ద్రావములతో సారము తీయుట. సోయా చిక్కుడు నూనెకు ఈ విధానమును ఉపయోగింతురు. పిండు విధానముచే వీలైనంత నూనెను సాధించిన తరువాత, పిండిలో మిగిలిపోయిన నూనెను సంపాదించుటకు కూడ ద్రావవిధానమును ఉపయోగింతురు. ఈ పనికి ఉపయోగించు ద్రావములలో హెక్సేన్ (C_6H_{14}) ముఖ్యమైనది. సొలెగాల్ విధానములో ఒత్తిడిలో ఉంచబడిన ప్రొపేన్ (C_3H_8) ద్రావముగా ఉపయోగించును. ఈ ప్రక్రియను ముడి నూనెను శుభ్రపరచుటకు ఎక్కువగా ఉపయోగింతురు. నాఫ్తా, తేలిక పెట్రోల్ మొదలైన ఖనిజ ద్రవ్యములనుండి లభ్యమగు ద్రావములు కూడ ఈ విధానమందు ఉపయోగించును.

ముడి నూనెలను, క్రొవ్వులను శుభ్రపరచుట అనగా అందు మలినములుగా ఉండు ముడి మజ్జామ్లములు, రంగు, వాసన, సంతృప్త గ్లిసరైడ్‌లు - వీటిని తీసివేయుట. నూనెలో తేలుచున్న మలిన కణములను వేరుచేయుటకు తేర్చుటనుగాని, సెంట్రిఫ్యూగల్ యంత్రములను గాని ఉపయోగింతురు. విడిగా ఉన్న ఆమ్లములను కాస్టిక్ సోడాతో తటస్థీకరించి తీసివేయుదురు.

అధిచూషణ ద్రవ్యములతో వేడిచేసి, వడపోసి రంగును తొలగించవచ్చును. చౌడు, చురుకుదనమును ఆరోపించబడిన మట్టి లేదా బొగ్గుపొడి (ఆక్టివేటెడ్ కార్బన్) వంటివి అధిచూషణ ద్రవ్యములు. ద్రవ్యమును నీటి ఆవిరితో నిర్వాత పరిస్థితులలో స్వేదించుటవలన వాసనలను తొలగించవచ్చును [చూ. అధిచూషణ - పు. 174].

ఇవిగాక, క్రొవ్వులను, నూనెలను సంస్కరించు విధానములు అనేకములు ఉన్నవి. అందులో ఒకటి వాటినుండి విడి మజ్జామ్లములను విడదీయుట. వాణిజ్య సరళిలో ఈ విడదీయుటకు 'క్రొవ్వుల విడగొట్టుట' అని పేరు. 200°C వద్ద మజ్జామ్ల గ్లిసరైడ్లు (అనగా క్రొవ్వులు - నూనెలు) నీటితో-ముఖ్యముగా కొన్ని ప్రేరక ద్రవ్యముల సన్నిధిలో-ఉడికించినపుడు గ్లిసరైడ్‌లనుండి గ్లిసరీన్ వేరై, మజ్జామ్లములు విడి స్థితిలో లభ్యమగును. ఈ ప్రక్రియయే సబ్బులను తయారు చేయుటకు, గ్లిసరీన్ తయారు చేయుటకు వాడుకలో ఉన్నది. ఈ ప్రక్రియలో లభ్యమగు మజ్జామ్ల మిశ్రము ఆంశిక స్వేదనమువలన వీడి ఆమ్లములుగా విడదీయబడును. ద్రావముల తయారీకి మిక్కిలి ఉపయోగమును సంపాదించుకొన్నది ఎస్టరీకరణము [చూ. పు. 286]. ఇది వాణిజ్యరీతిని మిక్కిలి ప్రాధాన్యమును గడించినది. అసంతృప్త ఆమ్లముల ఆక్సీకరణము ఇటువంటిదే మరియొక ప్రక్రియ. ఈ ప్రక్రియలో అసంతృప్త యౌగిక రచనలో ఉన్న ద్విబంధనము విడిపోయి హ్రస్వతర శృంగములు గల ఆమ్లములు లభ్యమగును. అసంతృప్త ఆమ్లములను ఆక్సీకరించు ఒక విశిష్ట విధానమునకు 'ఎపాక్సిడేషన్' అని పేరు. ఈ ప్రక్రియలో ఆక్సీకృతమగు ఆమ్లపు అణురచనలో

ఎపాక్సి గణము : $(-CH_2-CH-CH_2)$ (O బంధము: $\diagdown \diagup$ O)

ప్రవేశపెట్టబడును. సోయా చిక్కుడు నూనెను ఇట్లు ఆక్సీకరించుటవలన లభించు ద్రవ్యము రెసిన్‌లను ప్లాస్టిక్కులుగా మెత్తబెట్టుటకు ఉపయోగించుచున్నారు. తరువాత నూనెల సల్ఫోనీకరణము [$(-SO_3H)$ గణమును చేర్చుట] మరియొక వాణిజ్య ప్రక్రియ. ఆముదమును అట్లు చేయుటవలన రంగుల అద్దకములో వాడుకలో ఉన్న టర్కీ-రెడ్ నూనె లభించును.

అవిసె నూనె : చితుకగొట్టబడిన విత్తులను వేడిచేసి పిండుటవలన అవిసెనూనె లభించును. మిగిలిన పిండి పశువులకు మంచి ఆహారము. ఈ గింజలను పిండుటలో ఎక్స్‌పెల్లర్ పద్ధతి హైడ్రాలిక్ ప్రెస్‌లను త్రోసిపుచ్చినది. ఏలన ఎక్స్‌పెల్లర్ విధానమునకు అగు వ్యయము తక్కువ. వేడిచేసి, తేమను తొలగించిన నూనెను చౌటిమన్నుతో మందముగా వేడి చేయుదురు. ఇందు నూనె నల్లబడకుండా జాగ్రత తీసికొందురు. దీని జిడ్డుదనమును ఎక్కువ చేయుటకు ఆవిరితో దీనిని వేడిచేయుచు కొన్ని గంటలవరకు దానిలోనికి గాలిని పంపుదురు. తరువాత దీనిని వడపోయుదురు. ఈ ఫలిత ద్రవ్యమునకు 'ఊదిన నూనె' అందురు. సాధారణముగ అవిసె నూనె గాలికి ఎదురు పెట్టినప్పుడు ఆరిపోవును. అనగా అందు సంభవించు ఆక్సీకరణ బహ్వాణీభవన ప్రక్రియలవల్ల గట్టిపడును. ఈ శుష్కీభవనము మందగతితో జరుగును. సీసము, మాంగనీస్, కోబాల్ట్ ఆక్సైడ్‌లవంటి ప్రేరకద్రవ్య సన్నిధానమున అల్పప్రేపములో నూనెను వేడి చేయుటవలన లభ్యమగు నూనెకు 'మరగబెట్టిన నూనె' అని పేరు. ఇది అతివేగముగా ఆరిపోవును. ఈ నూనె ముఖ్య ప్రయోజనము పెయింట్లు, వార్నిషులు తయారుచేయుట.

ఆముదము : భారతదేశము, తక్కిన ఉష్ణమండల దేశములయందు ఆముదపు చెట్టు వృద్ధినొందును [చూ. సం. 8 - పు. 261]. గింజలలో 40 - 50% నూనె ఉండును. వేడి చేయకుండ గింజలనుండి పిండబడిన నూనె మొదటి రకము. ఇది విరేచనకారిగా ఉపయోగములో ఉన్నది. రాతి నూనెలతో కలిపి కందెననూనెలను తయారు చేయుదురు. ఇది ఆరెడి నూనె కాదు. సెల్యులాయిడ్,

లక్కరంగులకు ప్లాస్టిక్ ధర్మములను ఒసంగుటకు ఉపయోగింతురు. దీనిని సల్ఫోనేట్ చేసి టర్కీరెడ్ నూనెను తయారు చేయుదురు. టంగ్ నూనె గాలికి ఎదురుపెట్టినపుడు ఆరిపోవుటకు తీసికొను కాలమును తగ్గించుకొనుటకు తడి ఆర్పిన ఆముదము ఉపయోగములో ఉన్నది. ఆముదములో ముఖ్యముగా ఉండు ఘటకము రిసినోలిక్ ఆమ్లపు గ్లిసరైడ్. దీని రచనలో ఒక హైడ్రాక్సిల్ గణము (- OH) ఉన్నది. దీనిని ఉదక అణువుగా పైకి వెడలనంటినపుడు అసలే అసంతృప్త ధర్మము గల ఆముదము మరింత అసంతృప్త ధర్మము గలదిగ మారును. ఈ మార్పుచే ఆముదము అతి శీఘ్రముగ ఆరిపోవు గుణమును స్వీకరించును.

టంగ్ నూనె: చిన్న నారింజపండు ఉరవుగల కాయలో ఉన్న గింజలలో 53% నూనె ఉండును. గింజలను పిండిన 40% నూనెయే లభించును. చీనాదేశమందు ఈ నూనెను పడవలకు, బల్లకట్లకు నీరంటకుండ చేయుటకు ఉపయోగింతురు; అందువలన దీనికి కర్రనూనె అని పేరు వచ్చినది. ఇది అవిసెనూనె కన్న మూడు రెట్లు వేగముగ ఆరిపోవును గనుక, వార్నీషులను తయారు చేయుటకు ఉపయోగించుచున్నారు. ఇది వెలుతురువల్ల చెడిపోదు. నేడు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఈ చెట్లను పెంచుచున్నారు.

టాల్ నూనె: పైన్ చెట్ల కర్రనుండి కాగితపు గుజ్జు తయారు చేయు పరిశ్రమయందు ఇది ఉపోత్పన్నముగా లభించును. పెయింట్లు తయారుచేయుటకు, సబ్బులు తయారు చేయుటకు, ఖనిజముల నుండి విలువైన భాగములను వేరు చేయు ఉత్ ప్లవన ప్రక్రియ యందు దీనిని వాడుదురు.

ప్రత్తిగింజల నూనె: గింజలలో 20% నూనె ఉండును. గింజల పై పెంకు తీసి యంత్రములతో పిండుదురు. పిండిన నూనె ఎర్రగానో, బ్రౌను వర్ణముగానో ఉండును. కాస్టిక్ సోడా ద్రావణముతో వేడిచేసిన ఎడల రంగుపోయి కొంత తేటపడును. మిగిలిన రంగు చౌడు మన్నుతో తీసివేయుదురు. దీనిని ఉదజనీకరించి తినదగిన క్రొవ్వులను చేయుచున్నారు. ఈ క్రొవ్వులు కృత్రిమపు వెన్నగా తయారు చేయుటకు ఉపయోగించును. గట్టి సబ్బుల పరిశ్రమలో ముందు ఇది వాడబడు చుండెడిది.

కొబ్బరి నూనె: కొబ్బరి జాతి చెట్లు దక్షిణ అమెరికా, భారతదేశము, కొచిన్ చీనా, ఫిలిప్పీన్ దీవులలో పెరుగును. దీని పండ్లను ఎండబెట్టి 'కురిడీ కొబ్బరి (కోప్రా)' అను పేర ఈ ద్రవ్యమును విదేశములకు ఎగుమతి చేయుదురు. 60°C వద్ద నూనెను పిండుదురు. గానుగ పిండి పశువులకు మంచి ఆహారము. ఒకప్పుడు కొబ్బరిని నీటితో మరగించి నూనెను వండి, నీటిపై తేలు నూనెను సులభముగా వేరు చేసెడివారు.

సోయాబీన్ నూనె: మంచూరియాలో సంవత్సరముల తరబడి ఇది తయారగు చుండెడిది. కాయలో 2-4 గింజలు ఉండును. గింజలను శుభ్రపరచి, ముక్కలు గొట్టి, వేడిచేసి, అటుకులవలె యంత్రములతో సాగదీయుదురు. ఈ అటుకుల నుండి హెక్సేన్ ద్రావముగా ఉపయోగించి ద్రావణ పద్ధతిని నూనెను విడదీయుదురు.

దీనిని శుభ్రపరచుటకు 34°C వరకు వేడిచేసిన నూనె ద్వారా అధిక ప్రేషము వద్ద ప్రొపేన్ (C_6H_6) ను పంపుదురు. ఈ ప్రొపేన్‌లో మంచిభాగము విలీనమై నాసిరకము విసర్జించబడును. నాసిరకమును ఆంశిక స్వేదన ప్రక్రియకు లోబరచినచో తినుటకు పనికివచ్చు నూనె లభ్యమగును. ఇదియే సొలెగాల్ ప్రక్రియ.

ఆవ నూనె: యూరప్, భారతదేశము, జపాన్ దేశములలో ఈ చెట్లను ఉత్పత్తి చేయుదురు. గింజలలో 40-45% నూనె ఉండును. దీనికి బంక సాగు స్వభావము లేకుండుటచే ఖనిజ తైలముతో కలిపి కందెన నూనెగా వాడుదురు.

నువ్వుల నూనె: మంచిరకములు భక్ష్యములు, నాసిరకములను సబ్బుల తయారీలో ఉపయోగించుచున్నారు.

తిమింగలపు నూనె: ఒక పెద్ద తిమింగిలము 280 పీపాల నూనెవరకు ఇచ్చును. తిమింగిలపు క్రొవ్వును శరీరము నుండి ఊడదీసి, నీటితో మరగించిన నూనె వేరగును. దీనిని తోళ్లను సాపుచేయుటకు వాడుదురు. దీపములకు, కందెన నూనెలకు కూడ ఉపయోగపడుచున్నది.

చేప నూనెలు: వీటిని సాధించుటకు పై చెప్పిన సొలెగాల్ వాడుకలో ఉన్నది. ఇవి పెయింట్లు, వార్నీషులు తయారుచేయుటకు ఉపయోగించును. సబ్బులను కూడ దీనితో తయారుచేయుచున్నారు.

కాడ్‌లివర్ ఆయిల్: కాడ్ చేపలను కోసి కార్జములను పైకి తీసి వాటిని అండాలలో పెట్టి నీటి ఆవిరితో బయట నుండి వేడిచేయుదురు. మొదట వచ్చిన నూనెలో విటమిన్ ఏ., డి. ఎక్కువగ ఉండును. అందుకనియే దీనికి ఔషధ ప్రయోజనము కలదు.

పంది క్రొవ్వు: పంది మాంసమును నీటితో ఉడికించినచో క్రొవ్వు వేరగును. కొంచెము చల్లారిన తరువాత గట్టి క్రొవ్వు నూనెనుండి వేరగును.

గొడ్డు క్రొవ్వు: పై విధానముననే దీనిని తయారు చేయుదురు. ఇందులో గొర్రె, మేక క్రొవ్వులు కూడ ఉండును.

వెన్న : ఆవుపాలయందు ఉండు క్రొవ్వు (మీగడ) సెంట్రిఫ్యూగల్ యంత్రములతో వేరుచేసి, కొంచెము ఉప్పు, కొంచెము రంగు చేర్చినచో వెన్న అగును. ఇందులో 83% క్రొవ్వు ఉండును. తక్కినది నీరు, ఉప్పు.

ఓలియో మార్గరీన్ : వెన్న తీసివేసి, పాస్చరైజేషన్ వలన సూక్ష్మక్రిమి రహితముగా చేసిన ఆవుపాలకు ఏదేని తినదగిన గింజల నూనెను కలిపి విటమిన్ 'ఏ' తో చేర్చిన ఎడల ఓలియో మార్గరీన్ తయారగును.

నూనెల ఉదజనీకరణము : సూక్ష్మ విభక్తమై, నికెల్ ధాతువులను ప్రేరకముగ నూనెలో నిలిపి 121 — 149°C వరకు వేడిచేసి, ఉదజని వాయువును పంపినచో, ఇదివరకు ద్రవస్థితిలో ఉండిన నూనె గట్టిపడును. ప్రేరక ద్రవ్యమును తరువాత వడపోసి తీసివేయుదురు. ఉదజనీకరణము వలన ద్రవాంకము ఎక్కువై నూనె గట్టిపడును. ఇప్పుడు ఇది తినుటకు ఉచితమైన స్థితిలో ఉండును. క్రొవ్వు ఏదియైన తినుటకు ఉపయోగించవలెనన్నచో మామూలు శరీర తాపక్రమమునకు దిగువనే అది ద్రవీభవించవలెను. జి. వెం.

నూలు వడుకుట : చూ. వస్త్ర పరిశ్రమ.

నేలబొగ్గు : శక్తిని ఉత్పాదించు మూలాధారములు నేలబొగ్గు, పెట్రోలియమ్, సహజవాయువు, కర్ర, నీటి ఆవిరి, సూర్యరశ్మి, పరమాణువిచ్ఛేదనము మొదలగునవి. వీటి అన్నిటియందును నేలబొగ్గు ముఖ్యమైనది. ఆవిరి యంత్రము కనిపెట్టబడుటతో బొగ్గు ప్రాముఖ్యము హెచ్చినది. పారిశ్రామికముగ ముందంజవేసిన యునైటెడ్ స్టేట్స్ నందు వినియోగపడు మొత్తము ఉష్ణశక్తిలో 47% నేలబొగ్గునుండియే ఉత్పత్తియగుచున్నట్లు కనిపించుచున్నది.

భూశాస్త్రపరిజ్ఞాన రీత్యా భారతదేశమున ముఖ్యముగా రెండు ప్రత్యేక యుగములకు చెందిన శిలాస్తరములలో బొగ్గు లభ్యమగుచున్నది. మొదటిది గోండ్వానాయుగమున - అనగా సుమారు 20 కోట్ల సంవత్సరముల క్రితము; రెండవది టెర్షియరీయుగమున - అనగా సుమారు 50 కోట్ల సంవత్సరముల క్రితము తయారైనవి. స్తర భూశాస్త్ర పరిశోధనల ప్రకారము పైన పేర్కొనబడిన రెండు యుగములందు వృక్ష సంపద విరివిగ పెరిగినట్లు వ్యక్తమగును. అది కాలక్రమమున భూగర్భమందు చిక్కి, జలాంతర్గతమై, వేలాది సంవత్సరములు అపార పంకీభవన జనిత భారమువలన సొక్కి, నేలబొగ్గుగా మారినది. ఇది భూగర్భమున ఎంత ఎక్కువకాలము ఒత్తిడికి గురియైనదో, దానిని బట్టి మనకు లభించు బొగ్గునందు అంత ఎక్కువ తారతమ్యము కానవచ్చుచున్నది. బొగ్గు వృక్షపదార్థ జన్యము అను సత్యమును 1825 లో శాస్త్రజ్ఞులు గుర్తించిరి. కాని, నేలబొగ్గునందలి వైవిధ్యమునకు వృక్షసంపదలోని వ్యత్యాసము కారణమని కొందరు; వృక్షసంపదతో నిమిత్తములేకుండ, భూగర్భమందలి పరిస్థితులలో కలుగు మార్పులు - అనగా అందుకు దోహదములగు వాతావరణము, కాలపరిమితి, దట్టము లగు పై పొరలవలన ఉత్పన్నమగు పీడన శక్తి మొదలగునవి - కారణమని మరి కొందరు పరిగణించి ఉన్నారు.

నేలబొగ్గును లిగ్నైట్, బిట్యూమినస్ బొగ్గు, ఆంత్రసైట్ అని మూడు తరగతులుగా విభజింపవచ్చును. వృక్షపదార్థము కాలగర్భమున జీర్ణించి, పీట్ అనబడు ఇంధనముగా మారుచున్నది. ఇది బొగ్గుగా గుర్తింపబడక పోయినను, బొగ్గుగా మారునపుడు వృక్షపదార్థము పొందు ప్రథమ దశకు చెందినదని చెప్పవచ్చును.

లిగ్నైట్ : దీనిని బొగ్గుయొక్క ప్రథమదశగా చెప్పవచ్చును. ఇది ఒకింత ఎరుపురంగుకలిగి, అచ్చటచ్చట జీర్ణమైన వృక్ష సంబంధమగు పదార్థములను కూడ కలిగి ఉండును; అత్యధికమగు తేమవలన గాలిలో ఆరినచో విరిగి పోవును. దీనికి ఉష్ణమును ఇచ్చు శక్తికూడ తక్కువ.

బిట్యూమినస్ బొగ్గు : ఇది దట్టముగా, నల్లగా ఉండి, ఘనాకారముగ, శంఖ్వాకారముగ ముక్కలుగ విరుగుచుండును. లిగ్నైట్ వలె ఇది గాలికి ఆరినంతమాత్రమున విరుగదు. సాధారణముగ ఇందు వృక్షసంబంధమగు పదార్థము (అది సంపూర్ణముగ బొగ్గుగా మారుటచే) గోచరింపదు. ఒక్కొక్కపుడు వృక్షభాగముల శిలాస్థులు, వాటి ఆనవాళ్లు బయలుపడును. ఇది పొగ చిమ్ముచు మండును. దీనిలో తేమ భాగము తక్కువ, కార్బన్ పాలు ఎక్కువ. అందువలన హెచ్చు ఉష్ణశక్తి కలిగి, ఇది అన్నిటికంటె ఎక్కువగ ఉపయోగపడును.

ఆంత్రసైట్ : ఇది మిగుల నల్లగా, గట్టిగా ఉండును; ఒకరకమగు ప్రకాశము కూడ కలది; పగులగొట్టినపుడు వర్తులాకారముగ పగులును; నెమ్మదిగా, పొగలేకుండ నీలిరంగుతో మండును. దీనికి హెచ్చు ఉష్ణశక్తి కలదు. ఇది చాల తక్కువగ లభ్యమగుటవలన దీనిని గృహోపయోగములకే వాడుదురు. క్షీరసాగర్.

నేలబొగ్గు - కర్బనీకరణము : నేలబొగ్గును గాలి పారని బట్టీలలో స్వేదనమునకు గురిచేసి, కోల్ గాస్ మొదలగు వాయువులను; తారులు, అమోనియా ద్రావణము వంటి ద్రవములను; అవశిష్ట ద్రవ్యముగ కోకును సాధించు ప్రక్రియకు 'కర్బనీకరణము' అని పేరు. నేలబొగ్గును 500 — 700°C వరకు వేడిచేసి ప్రక్రియను ముగించుట అల్పతాపక్రమ కర్బనీ కరణము; తాపనము

(హీటింగ్)ను 900 — 1100°C వరకు పొడిగించుట అధికతాప క్రమ కర్బనీకరణము అందురు.

నేలబొగ్గును కర్బనీకరించు విధానము మొదట బ్రిటనులో 16 వ శతాబ్ది చివర ప్రారంభమై, క్రమముగ అభివృద్ధిచెందినది. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 1841 లో తేనెపట్టు కోకు ఓవెన్ ప్రవేశపెట్టబడినది. అంతకుపూర్వము బిట్యూమినస్ నేలబొగ్గును శంక్వాకారపు కుప్పలుగ పోసి, మట్టితోగాని, నేలబొగ్గు పొడితోగాని కప్పిన ఆ కుప్పలను ఆంశికముగ దహించి, కోకును తయారుచేయుచుండిరి. మొట్టమొదటి ఉపోత్పన్న కోకు ఓవెన్ 1881 లో జర్మనీలో విజయవంతముగ నిర్మింపబడినది.

కర్బనీకరణ సమయమున జరుగు రాసాయనిక కార్యములు క్లిష్టములైనవి. అందు తాపచూషక (ఎండోథెర్మిక్), తాపక్షేపక (ఎక్సోథెర్మిక్) దశలు పర్యాయముగ సంభవించి, చిట్టచివరకు ప్రక్రియ కొద్దిగా తాపక్షేపకముగ పర్యవసించును. అప్పుడు జరుగు భౌతిక - రాసాయనిక పరివర్తనములను క్రింది విధమున విశదీకరింపవచ్చును. నేలబొగ్గును గాలి తగులకుండ వేడిచేయుచు నిముషమునకు 1 — 2°C చొప్పున తాపక్రమమును హెచ్చించుచు పోయినచో ఇంచుమించు 300°C వరకు దానిలో మార్పు ఏమియు పైకి కనిపించదు. కాని, ఈ తాపక్రమమునకు పైన నేలబొగ్గు నుండి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు, నీటి ఆవిరి అపార రాశులలో విడుదల అగును. ఈ విడుదల నేలబొగ్గుయొక్క విసంఘట్టనము ప్రారంభమయ్యెనని సూచించును. వేడిచేసిన నేలబొగ్గు మీదనుండి ఒక జడ వాయువును గనుక ప్రసరింపజేసినచో 370 — 570°C తాపక్రమమువద్ద కోకుగా మారు గుణము కల నేలబొగ్గు ఆ వాయు ప్రసరణమును నిరోధించి తీరును. ఈ నిరోధము 430 — 450°C తాపక్రమ వ్యవధిలో గరిష్ఠ స్థాయిని అందుకొనును. కోకుగా మారు గుణములేని నేలబొగ్గు అట్టి నిరోధమును చూపించదు. ఈ నిరోధము నేలబొగ్గుయొక్క మార్దవమును సూచించును. ఈ మార్దవ పరిధికి ఉష్ణవాహక శక్తి అత్యల్పము. కనుక, ఆ వ్యవధిలోనే ప్రధాన కర్బనీకరణ ప్రతిక్రియలు సంభవించును. మార్దవ పరిధిలో వేడి హెచ్చుగా ఉండు ప్రక్కనుండియే వాయువులు, ఆవిరులు ఎక్కువగా విడుదలపొందును. ఇవి ఇచ్చటనుండి బయటకు గోడలవైపుకు ప్రవహించి; తదుపరి కోకుకు, గోడలకు మధ్య గల అంతరము ద్వారా గాని, కోకు కుదించుకొనిపోవుటచే దాని నడుమ ఏర్పడిన బీటలద్వారా గాని ప్రసరించును. హైడ్రోకార్బన్‌లు మెండుగా ఉండి, అత్యధిక తాపన మూల్యము (హీటింగ్ వాల్యూ) కల అనేక వాయు రాశులతో కలసి 600°C వరకు తారు వెలువడుచునే ఉండును. ఈ దశయందే నేలబొగ్గునుండి బెన్జోల్ జనకములగు ఘటకములు బయల్పడును. అయితే, బెన్జోల్‌లు ప్రత్యక్షముగా మాత్రము ఏర్పడవు. వీటిని జనింపజేయు ఘటకములు ఏ తాపక్రమమువద్ద విసంఘట్టనము చెందునో అచ్చట అవి ఏర్పడును. తాపక్రమము 700°C పైబడి పెరిగినకొలది వాయువుల ఉత్పాదన తగ్గు ముఖము పట్టును. వాటి కేలోరీ విలువ కూడ తగ్గును. వాటిలో కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ ప్రధాన ఘటకములై ఉండును. ఇటుల వాయువులు, బాష్పశీల ఉత్పన్నములు కేవలము అధికతాపక్రమ పరిధిలో జనించినవి కావు. అల్ప తాపక్రమ పరిమితులలో వెలువడిన వాయువులు తదుపరి అధిక తాపక్రమ పరిస్థితులకు లోనై, కొంత మార్పు చెందగా ఏర్పడు ద్రవ్యములు కూడ అందుండును.

కర్బనీకరణ పరికరములు : కర్బనీకరణమున వినియోగించు తాపన విధానమునుబట్టి, తాపక్రమముల మితులను బట్టి పరికరముల నిర్మాణపద్ధతి, పదార్థముల ఎన్నిక నిర్ణయింపబడును. అధికతాపక్రమ విధానమున వాడు కొలుములను తరుచుగా 92% గాని, అంతకు మించిగాని సిలికా సంభారము కల ఇటుకలతో కట్టుదురు. బీటలు పడకుండ అత్యున్నత తాపక్రమములను తట్టుకొనగల గుణము, అతిశయిత తాపవహన సామర్థ్యము ఆ ఇటుకల సొమ్ము. అల్పతాపక్రమ కర్బనీకరణమునకు వెడల్పులేని ధాతు బకయంత్రము (రిటార్ట్) లను ఉపయోగింతురు లేదా అతి తప్తమైన నీటి ఆవిరినిగాని, జ్వలన వాయువులనుగాని 600 — 700°C వద్ద ఒత్తిడిలో ప్రవేశపెట్టి నేలబొగ్గును వేడిచేయుదురు. అధిక తాపక్రమ కర్బనీకరణ పరికరమునందు వాయు బకయంత్రము (గాస్ రిటార్ట్)లు, ఉపోత్పన్నముల ఓవెన్‌లు అని రెండు భాగములు ఉండును. మొదటివి నైజులో తక్కువగా ఉండును; ఇవి తరుచుగా నగర ప్రయోజనములకు కోల్ గాస్‌ను తయారుచేయుటకు వాడబడును. గాస్ రిటార్టులలో మరల అడ్డు, నిలువు రిటార్టులని రెండు రకములు ఉన్నవి.

అధిక తాపక్రమ కర్బనీకరణమునకు ఉపయోగపడు పరికరములోని భాగములు : 1. అసలు కొలిమి (ఓవెన్)- ఇందు నేలబొగ్గు కార్బన్‌గ మారును; 2. జ్వాలా ధూమ మార్గములు (ఫ్లూలు) - ఇందు ప్రక్రియకు అవసరమగు కాకను సరఫరాచేయుటకు ఇంధనవాయువును దహింతురు; 3. నిలువు గొట్టము - దీనిద్వారా కొలిమినుండి గాస్‌ను, ఉపోత్పన్నములను తరలించి సంగ్రహింతురు.

అడ్డు రిటార్టులు $2\frac{1}{2}$ మీ. (8′) మొదలు 6 మీ. (20′) పొడవు ఉండును, ఇంచుమించుగ అర్ధ స్తూపాకారముగ ఉండును. వాటి అడుగు తలము చదునుగ ఉండును. అవి శ్రేణులుగా కూడ అమర్చబడును. ఈ శ్రేణులద్వారా రిటార్టుల బహిస్థలము చుట్టు ఒక ఫ్లూ పద్ధతిలో ప్రవహించుచు వేడి వాయువులు క్రమముగ రిటార్టులను వేడెక్కించును. సాధారణముగ తాపనమునకు ప్రొడ్యూసర్ గాస్‌నే వాడుదురు; ఆ వాయువు కూడ రిటార్టుల శ్రేణియందే నిర్మింపబడిన ఉత్పాదకములలోనే తయారుచేయబడును.

గాస్ రిటార్టులలో నిలువు రిటార్టులే ఎక్కువగా ఉపయోగింపబడుచున్నవి. ఇవి కూడ సవిరామములు, నిర్విరామములు అని రెండు రకములు. మొదటిరకపు రిటార్టులు తడవుతడవుగా అందించబడిన నేలబొగ్గును కర్బనీకరించును. ప్రతి కర్బనీకరణ ఆవృత్తియందు కోకును బయటికి త్రోసివేయును. నిర్విరామ విధానమున రిటార్టులు పైనుండి వేయబడిన నేలబొగ్గును మందకొడిగను, నిర్విరామముగను కర్బనీకరించుచు, అడుగునుండి ఎడతెరిపిలేకుండ కోకును బయటకు నెట్టుచుండును. రెండురకముల రిటార్టులు రమారమి 6 — 8 మీ. (20′ — 25′) పొడవు ఉండును. పొడవు వైపు $1\frac{1}{2}$ — 3 మీ. (5′ — 10′), కురుచవైపు $2\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$ మీ. (8′ — 18′) పరిమాణము కల దీర్ఘవృత్త లేదా దీర్ఘచతురస్ర రూపము కల తిర్యక్ ఛేదములను కలిగి ఉండును. రిటార్టులు శ్రేణులుగా అమర్చబడును. వాటియందే నిర్మింపబడిన ఉత్పాదకములనుండి కాని, విడి ఉత్పాదకములనుండి కాని తయారగు తాపనవాయువు ప్రతి రిటార్టు నడుమ ఏర్పరచిన జ్వాలా ధూమమార్గము (ఫ్లూ) గుండా ప్రసరించుచు రిటార్టులను వేడెక్కించును.

ఉపోత్పన్న కోకు కొలుములు సాధారణముగ 11 — $12\frac{1}{2}$ మీ. (37′ — 42′) పొడవు, 3 — 4 మీ. (10′ — 14′) ఎత్తు, $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ మీ. (1′ — $1\frac{1}{2}$′) వెడల్పు గల ఇరుకైన దీర్ఘచతురస్రాకారపు గదుల మాదిరిగ నిర్మింపబడును. గురుత్వాకర్షణ బలము సహాయమున నేలబొగ్గు పైనుండి రిటార్టులలోనికి చేరవేయబడును. తరుచుగ కొలుముల ప్రక్కగోడలకు అమర్చబడిన ఫ్లూలలో కోల్ గాస్‌ను గాని, ప్రొడ్యూసర్ గాస్‌ను గాని మండించి కొలుములను వేడెక్కింతురు. ఇందు నేలబొగ్గును కర్బనీకరించుటకు రమారమి 17 గంటల కాలము పట్టును. గాస్ రిటార్టులలో దానిని 12 గంటలలో పూర్తిచేయవచ్చును.

కర్బనీకరణమునకు ఉపకరించు నేల బొగ్గుల ధర్మములలో విస్తార వ్యత్యాసములు కనిపించును. అట్టుకట్టని (నాన్ కేకింగ్) నేలబొగ్గు రకములను బంధక ద్రవ్యములతో కలిపియో, కలపకయో ఇటుకలుగా తయారుచేసి అల్పతాపక్రమ కర్బనీ కరణమునందు వినియోగింతురు.

గాస్ రిటార్టులలో కర్బనీ కరించుటకు 25 — 28% బాష్పశీల ద్రవ్యములతో కూడిన - అనగా వాయువులను ఎక్కువగా ఉత్పాదింపగల - నేలబొగ్గు రకములను ఎంచుకొనుట పరిపాటి. ధాతుసాధనకు అవసరమగు కోకును తయారు చేయుటకు 18 — 20% బాష్పశీల ద్రవ్యములు కల రకములు అనుకూలములు. ఇట్టి నేలబొగ్గు రకములు పరిమితముగా దొరుకుటచే, వాటిని ఉచిత నిష్పత్తులలో మిశ్రముచేసి, వాంఛనీయ గుణములు గల కోకులను తయారుచేయుట నేటి ఆచారము. ధాతుసాధనకు అవసరమగు కోకును తయారు చేయవలెనన్న బాష్పశీల ద్రవ్యములతో పాటు గంధకము, బూడిద (కాల్చగా మిగులునది) అనునవి నేలబొగ్గులో ఏ యే పాళ్ళలో ఉన్నవో పరీక్షించుట కూడ ముఖ్యము. ఏలన, వాటిలో 50 — 60% గంధకము, బూడిద యావత్తు కోకులో మిగిలి ఉండును. బాష్పశీల ద్రవ్యములు అత్యధికముగా కల నేలబొగ్గులు వాయువులను, తారులను అధిక నిష్పత్తులలో ఉత్పాదించును. అయితే, వాటివలన కోకు దిగుబడి చాల తక్కువ; కోకు కూడ దుర్బలము. వేడిచేసినపుడు అల్ప బాష్పశీలము లగు బొగ్గు రకములు వ్యాకోచించుటకును; అధిక బాష్పశీలములగునవి సంకోచించుటకును ఉంకించును. వ్యాకోచించు నేల బొగ్గు రకములు కొలుముల గోడలపై ఒత్తిడి కలిగించి, వాటిని పగుళ్ళు వేయించును. కనుక వాటిని సంకోచించు రకములతో కలిపి ఉపయోగింతురు. రెండు రకములను ఉచిత నిష్పత్తులలో కలిపి, ఆ మిశ్రమునకు మొత్తముమీద సంకోచన, వ్యాకోచన గుణములు లేకుండ చేయుదురు. నేలబొగ్గులో తేమ 7% కన్న ఎక్కువగా ఉండరాదు. ఎక్కువ ఉన్నచో కొలిమి ఇటుకలు దెబ్బతినును.

కుప్పలుపోసి నిల్వచేసిన నేలబొగ్గును మొదట యంత్ర సహాయమున 35 — 40 మి. మీ. ఉరవుకల ముక్కల క్రింద పగులగొట్టి, ఆ ముక్కలను సుత్తిమిల్లులో 3 మి. మీ. పరిమాణముకల కణముల క్రింద పొడిచేయుదురు. ఈ వేరు వేరు చూర్ణములను తొట్టెలలో బాగుగా కలిపి, కొలుములలో పోయుదురు.

కర్బనీకరణమువలన లభించు ఉత్పన్నములలో రాశి దృష్ట్యానేమి, తాపక మూల్యము దృష్ట్యానేమి అతిప్రధానమైనదని ప్రక్కపుట (636) లోని పట్టిక సూచించును. కర్బనీ కరింపబడిన ఒక టన్ను నేలబొగ్గు నుండి ఉజ్జాయింపు దిగుబడులు :

	గాస్‌పరిశ్రమ అవశిష్ట	కోకుపరిశ్రమ	అల్పతాపక్రమ కర్బనీకరణము
ఘనద్రవ్యము :			
కిలోగ్రాములు	705	720	750
కిలో కేలోరీలు	485×10^4	500×10^4	525×10^4
తారులు, నూనెలు :			
లీటరులు	47.6	36.3	75.0
కిలో కేలోరీలు	48×10^4	37.8×10^4	68×10^4
తేలిక స్పిరిట్ :			
లీటరులు	13.6	13.6	15.8
కిలో కేలోరీలు	12.6×10^4	12.6×10^4	15.1×10^4
గాస్ :			
ఘనపు మీటరులు	419	303	113
కిలో కేలోగీలు	18.4×10^4	151×10^4	70.5×10^4

భారతదేశమున గల నేలబొగ్గు నిల్వలు 6,500 కోట్ల టన్నులు అని అంచనా. ఇందులో కోకుగా మార్చుటకు పనికివచ్చు మేలిరకపు బొగ్గు 100 కోట్ల టన్నులు. దేశమున సాలీనా రమారమి 7 కోట్ల టన్నుల ఉత్పత్తి జరుగుచున్నది. దీనిలో 70% బెంగాలు - బీహారు సరిహద్దులలో ఉన్న ఒక ప్రాంతమునుండి లభ్యమగుచున్నది. మొత్తము సాలుసరి ఉత్పత్తిలో 5% ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లో ఉత్పాదింపబడుచున్నది. మేలిరకపు నేలబొగ్గు చాలినంతగా లభింపకపోవుటచే పరిశ్రమలు నాసిరకపు బొగ్గునే వాడుకొనవలసి వచ్చుచున్నది. వర్మ.

నైట్రిక్ ఆసిడ్ (పారిశ్రామిక ఉత్పత్తి): రంగులు, రాసాయనికపు ఎరువులు, పేలుడు మందులు వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తికి నైట్రిక్ ఆసిడ్ ప్రధానమైన ముడి ద్రవ్యము. కార్బన్ యౌగిక సంయోజనమున అది ఆక్సీకరణిగ కూడ ఉపకరించును. అది రెండు సాంద్రతలలో - ఒకటి 68 - 70%, రెండవది 93% పైచిలుకు - విక్రయించబడును. 55 - 60% సత్తువ కల నైట్రిక్ ఆసిడ్ రాసాయనికపు ఎరువుల, అకర్బన లవణముల ఉత్పత్తియందు వినియోగింపబడును. 93% కు పైబడిన గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను నేరుగనో లేదా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో మిశ్రితము చేసియో ప్రేలుడు మందులను, రంగులను, ఇతర ద్రవ్యములను తయారు చేయుటకు వాడబడును. సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను గాఢ ఆసిడ్‌గ సాంద్రీకరించుట ఒక ప్రత్యేక ప్రక్రియ. అందుకు విశిష్ట పరికరములు కూడ అవసరము. పరిశోధనాగారములలో విశేషముగ వినియుక్తములగు నైట్రిక్ ఆసిడ్, విశ్లేషణ ప్రతిక్రియా కర్త - రెండును 68 - 70% సాంద్రతలలో అమ్మబడును.

రాసాయనిక సంఘట్టనము : వాతావరణ సంఘట్టనముపై ప్రయోగములు జరుపు సందర్భమున కావెండిష్ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను సంయోజించెను (1785). అతడు తడి గాలిని ఒక విద్యుత్తు చాపము గుండా ప్రవర్తింప జేసి, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ అంశీభూతములైన మూలద్రవ్యములు అని నిరూపించెను. నైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్క సమగ్ర రాసాయనిక సంఘట్టనమును గేలుసాక్, బెర్తొల్లాట్ నిర్ధారణ చేసిరి (1815).

సాల్ట్ పీటర్‌నుండి ఉత్పత్తి: పొటాసియమ్ నైట్రేట్ గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రమును బట్టీపెట్టి, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తయారు చేయు ప్రక్రియను గ్లాబర్ కనిపెట్టెను (1648). ఆ తరువాత స్వర్ణకారులు, ధాతువులకు మెరుగు పెట్టు కార్మికులు నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను అనేక ప్రయోజనముల కొరకు తరుచుగా వాడుకొనసాగిరి. సోడియమ్ నైట్రేట్ (సాల్ట్ పీటర్ లేదా సూరేకారము) క్రమముగ పొటాసియమ్ నైట్రేట్ స్థానమును ఆక్రమించెను. ఏలన, అది చిలీదేశములో కోకొల్లలుగా దొరకును; రెండింతలు చౌక; ఆసిడ్ దిగుబడి కూడ ఎక్కువ. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధము ప్రారంభము వరకు చిలీదేశపు సూరేకారమే నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తికి ప్రధాన ఆధార ద్రవ్యముగ ఉండెను. ఈ సూరేకారములో సోడియమ్ నైట్రేట్‌కు తోడు కొద్ది పరిమాణములలో సోడియమ్‌క్లోరైడ్, సోడియమ్ సల్ఫేట్, మగ్నిషియమ్ సల్ఫేట్, కాల్సియమ్ సల్ఫేట్, పొటాసియమ్ నైట్రేట్, సోడియమ్ అయొడేట్ వంటివి కూడ ఉండును. ఈ ముడి ఖనిజమును శుద్ధీకరించి, సోడియమ్ నైట్రేట్‌ను పరిగ్రహింతురు. అయినను, అందులో కొన్ని ఇతర లవణములు మలిన ద్రవ్యములుగ ఉండనే ఉండును.

శుద్ధి చేసిన సాల్ట్ పీటర్‌ను 2 - 3 మీటరుల వ్యాసము కల పోత ఇనుప బట్టీ పాత్రలో పోసి, దానికి అవసరమగు మొత్తములో గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ (93 - 95%) చేర్చుదురు. దానిని ద్రవస్థితిలో ఉంచుకొనుటకు ఆసిడ్‌ను కొంత అదనముగనే చేర్చుదురు. స్వేదనము ముగిసిన తరువాత క్రింది సమీకరణము ప్రకారము కుండలోని అవశేషములో 69 - 70% సోడియమ్ బై సల్ఫేట్, 30 - 40% సోడియమ్ సల్ఫేట్ ఉండును.

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow HNO_3 + NaHSO_4$$
$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HNO_3 + Na_2SO_4$$

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, సోడియమ్ నైట్రేట్ మిశ్రముతో పాత్రకు మూత బిగించి దానిని వంటచెరకుతోగాని, నేలబొగ్గుతోగాని వేడి చేయుదురు. కొంతసేపటికి మొదట సోడియమ్ నైట్రేట్‌లోని మలిన ద్రవ్యములు హైడ్రో

క్లోరిక్ ఆసిడ్ లేదా నైట్రోసైల్ క్లోరైడ్ రూపమున వెలువడును. 70 - 80°C వద్ద గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఆవిరి రూపమున వచ్చును. దానిని కన్‌డెన్సర్‌లో చల్లబరచి, అనుకూలమగు గ్రాహకములో సంగ్రహింతురు. పాత్రను మరి కొంత వేడి చేసినచో ముడి ద్రవ్యములలోని తేమ నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఆవిరితో కూడ వెలువడును. అట్టి సజల ఆమ్లమును వేరు గ్రాహకములో సంగ్రహింతురు. మిగిలిన వాయువులు ఒక అధిచూషణ గోపుర పరంపర గుండా ఊర్ధ్వముగా పంపబడును. అదే కాలమున ఆ వాయువులకు ఎదురు దిశలో - అనగా క్రిందికి - నీటిని ప్రవహింప జేయుదురు. ఈ విచూషణ గోపురములు స్ఫటిక శిలల (క్వార్ట్జ్) తో నింపబడి ఉండును. రంధ్రములు గల చదును పళ్లెరములలో క్వార్ట్జ్ ఉంచబడును. అధిచూషణ గోపురములలో నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ వాయువులు తమకు ఎదురు దిశగా పారు నీటిని కలసికొనును. ఆ ద్రవమును ఒక గోపురము దిగువనుండి మరియొక గోపురము ఎగువనకు పంపుటకు సంకుచింపబడిన వాయు శక్తిని ఉపయోగించి, గోపురములలో ప్రసరణమును కొనసాగింతురు. నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లను ఆక్సిజన్ ఆక్సీకరించును. కడపటి గోపురపు శిఖరముపై చిన్న చూషకము (సక్షన్) (3 — 5 సెం. మీ. నీరు పీల్చునది) నెలకొల్పబడి పనిచేయింపబడును. పాత్ర మినహా, కర్మాగారములోని భాగములు అన్నియు మెతక పింగాణీ మట్టితోగాని, సిలికన్ - ఇనుముతోగాని నిర్మింపబడును.

చిలీ దేశపు సాల్ట్‌పీటర్‌తో నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున చాల పురోగమించెను. పునస్స్ఫటికీకరింపబడిన పొడి (నిర్జల) సాల్ట్ పీటర్‌ను వాడుట, నైట్రస్ పొగలను విచూషించు పద్ధతిని మెరుగుపరచుట వంటి పనులచే ఉత్పత్తి సామర్థ్యము పెంపొందింపబడెను. నాటి కర్మాగారములలో ఉత్పాదితమైన నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో 85% వరకు 93 — 95% సాంద్రతను, తక్కినది 60 — 70% సాంద్రతను కలిగి ఉండెను.

సంయోజన ప్రక్రియలు: కాలక్రమమున సాల్ట్‌పీటర్ నిధులు అడుగంటెను. అంతేకాక, మిత్రరాజ్యములు అమలుపరచిన దిగ్బంధము వలన ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున జర్మనీకి ఆ ముడి సరకు అందుబడి కాకుండెను. అందువలన వాతావరణపు నైట్రోజన్ నుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు ప్రక్రియలు రూపొందించుట తప్పని సరి అయ్యెను; రెండు విభిన్న పద్ధతులు చేపట్టబడెను.

గాలిలోని నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయువులతో నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి: ఇందు వాతావరణములోని నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయువులు ఒక విద్యుత్తు చాపము (ఆర్క్) గుండా ప్రసరింపబడును. చాపము నుండి వచ్చు వాయువులను చల్లబరచి నీటిలో విలీనము చేయగా నైట్రిక్ ఆసిడ్ లభించును. ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ ప్రత్యక్ష సంయోగము వలన తయారైన ఈ ఆసిడ్ చాల తక్కువ సాంద్రత స్థితిలో ఉండును. దానిని సాంద్రీకరించుట అధిక వ్యయ ప్రయాసలతో కూడిన పని. అందు నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లు రమారమి 2% మాత్రమే ఉండును. చాపము నుండి వాటిని తక్షణమే తీసివేయకున్న ఎడల అవి విసంఘట్టనము పొందును. ఇందు విద్యుత్తు వ్యయము కూడ అత్యధికము. ఒక టన్ను ఆసిడ్ తయారుచేయుటకు రమారమి 14000 - 17000 కి. వా. గల విద్యుచ్ఛక్తి వ్యయమగును. ఇంత లోపభూయిష్ఠము అయినను ఈ ప్రక్రియ 1930 వరకు పారిశ్రామికముగ ప్రాధాన్యమును వహించెను.

అమోనియా ఆక్సీకరణ పద్ధతి: ఇందు అమోనియాను ఆక్సీకరించి, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తయారు చేయుదురు. అమోనియా కోకు పొయ్యిలనుండి కొద్దిగాను, నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ వాయువుల సంయోజనము వలన అధికముగాను సంపాదింపబడును. రెండవ పద్ధతి ఇటీవల చాల పెంపొందింపబడినది. నేడు యావత్ ప్రపంచమునకు అవసరమగు నైట్రిక్ ఆసిడ్ అంతయు అమోనియా ఆక్సీకరణ పద్ధతి వలననే తయారుచేయబడుచున్నది. సంయోజన అమోనియా ఉత్పత్తి కూడ నేడు అత్యున్నత స్థాయిలో సాగుచున్నది; చాల చౌకగా అందుబడి అగుచున్నది. ద్రవీకృత అమోనియాను తొట్లెలు అమర్చిన కారులలో రవాణా చేయుట కూడ సులభము. ఈ పద్ధతిలో ఒక ప్రేరకము సమక్షమున గాలికి, అమోనియాకు సంపర్కము కలుగగా క్రింది ప్రతిక్రియ జరుగును:

$$4\,NH_3 + 5\,O_2 \rightleftharpoons 4\,NO + 6\,H_2O$$

నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లను చల్లార్చి, ఆక్సీకరించి, నీటిలో విలీనముచేసి నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుదురు. ఈ ఆమ్లము సాధారణముగ 55 — 60% సాంద్రత కలిగి ఉండును.

ప్రస్తుతము ఆచరణయందు ఉన్న అమోనియా ఆక్సీకరణ పద్ధతులను ఇట్లు వర్గీకరింపవచ్చును: 1. వాతావరణ ఆక్సీకరణము వాడి అధిక ప్రేషములో కరగించుట; 2. అధిక ప్రేషములో ఆక్సీకరణ చేసి కరగించుట.

రెండు ప్రక్రియలలోను ప్లాటినమ్ - రోడియమ్ గాజ్‌లు ప్రమాణ ప్రేరకముగ పనిచేయును. గాజ్‌లు సాధారణముగ 0·0007-0·0008 మి. మీ. వ్యాసము, సెంటిమీటరుకు 30 — 33 వల కన్నులు కల తీగెతో చేయబడును. అవి ఉన్నత తాపక్రమములో విరూపము పొందని ప్రత్యేక

మయిన స్టెయిన్‌లెస్ స్టీల్ వలయముల మధ్య అమర్చబడును. ధాతు నష్టమును తగ్గించుటకు, ఇంతేకాక, ఉన్నత ప్రేష-తాపక్రమ పరిస్థితులలో గాజ్‌కు కావలసిన బలమును చేకూర్చుటకు రోడియమ్‌ను ఉపయోగించుట అవసరము. పరివర్తకము (కన్వర్టర్) నుండి వెలువడివచ్చు వాయువుల తాపక్రమము 800 — 850°C మధ్య నిలుకడగా ఉంచబడును. వాతావరణ ఆక్సీకరణ ప్రక్రియలో గల సదుపాయములలో: 1. పరివర్తన విషయమున అది సమర్థతరమైనది; 2. అందు అవసరమగు ప్రేరక గాజ్‌ల సంఖ్య తక్కువగ ఉండవచ్చును; 3. ఒక టన్ను నైట్రిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తికి అందు అన్యస్థలసాపేక్షముగ తక్కువ ప్రేరక ద్రవ్యము వ్యయమగుట వంటివి ముఖ్యమయినవి. కాని, భారీ పరివర్తకములు అవసరమగుట, అందుకు పెట్టుబడి హెచ్చుగ పెట్టవలసి వచ్చుట అనునది ఈ ప్రక్రియలో గల పెద్ద లోపము, ఇబ్బంది; అధిక ప్రేష ప్రక్రియలలో పై దానిలో కంటె పరివర్తన సామర్థ్యము తక్కువ; ప్లాటినమ్ - రోడియమ్ ధాతు వినియోగము ఎక్కువ. కాని, పెట్టుబడి ఖర్చులు కొద్దిగా తక్కువ అగును. విదేశములలో దినసరి 2,000 టన్నుల ఉత్పత్తి సామర్థ్యము కల నైట్రిక్ ఆసిడ్ కర్మాగారములు పశ్చిమ దేశములలో ఇటీవల నిర్మింపబడినవి.

ప్రేష ప్రక్రియ: ఇందు గాలిని, అమోనియా వాయువును ఒక ఉమ్మడి లేదా వేరు వేరు మోటారులచే నడుపబడు పంకాల సహాయమున ఒక సమ్మిశ్రకములోనికి పంపుదురు. పరివర్తకముల నుండి వెలికి వచ్చు నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ వాయువులచే లోనికిపోవు గాలి వేడి చేయబడును. సమ్మిశ్రకములో గాలి, అమోనియా వాయువు చక్కగా కలియబెట్టబడి, అటనుండి మూడు - నాలుగు పొరల ప్లాటినమ్-రోడియమ్ గాజ్‌లతో కూడిన ప్రేరకమందిరము గుండా పంపబడును. పరివర్తకముల నుండి నిర్గమించు వాయువులను మరొక బాయిలర్‌లోనికి పంపుదురు. బాయిలర్ కొంత ఆవిరిని ఉత్పాదించి, వాయువులను రమారమి 250°C తాపక్రమమునకు చల్లార్చును. బాయిలర్ నుండి వెలువడిన వాయువును ప్రవాహ జలముచే గది తాపక్రమమునకు చల్లార్తురు. పై రెండు శీతలీకారకముల నుండి లభించిన దానిని వేరుగ సంగ్రహించి, చూషణ గోపురములలోనికి పంపుచేయుదురు. పై విధమున చల్లబడిన వాయువులను ప్రత్యేకముగా నిర్మింపబడిన టర్బో సంకోచకములలో సంకుచింపజేయుదురు. ఈ సంకోచకము ప్రక్క ఒక కమ్మి పై నెలకొల్పబడిన ఒక పునర్గ్రాహక టర్బయిను నిర్గమించుచున్న వాయువుల ప్రేషమును ఉపయోగించికొని పెద్ద పెద్ద మొత్తములలో శక్తిని పునస్సంగ్రహించును. సంకోచకమునుండి వాయువులను ప్రత్యేకముగ రూపొందింపబడిన ఆక్సీకరణ - చూషణ గోపురములోనికి తరలింతురు. శీతల వ్యవస్థనుండి పంపు చేయబడిన నీటిని మరొక బాయిలర్‌లోని ఆవిరిని చల్లార్పగా వచ్చిన నీటిని కలిపి చూషణమునకు వినియోగింతురు. చూషణ గోపురములనుండి విలీన నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లతో కూడిన నైట్రిక్ ఆసిడ్ లభించును. దానిలోనికి వాయువును ప్రసరింపజేసి, రంగును విరిచి, ఆమ్లమును నిల్వ చేయుదురు.

మధ్యమ, ఉన్నత ప్రేష ప్రక్రియలు: అధిక ప్రేష ప్రక్రియలు రెండు ప్రేషములలో కొనసాగింపబడును: 1. రమారమి 4 కి. గ్రా./సెం. మీ.^{2} అనునది మధ్యమ ప్రేష ప్రక్రియ; 2. రమారమి 8 కి. గ్రా./సెం. మీ.^{2} అనునది ఉన్నత ప్రేష ప్రక్రియ.

మొదటి ప్రక్రియలో గాలిని, అమోనియాను చక్కగా వడపోసి, కావలసిన ప్రేషమునకు వేరువేరుగా సంకుచింపజేసి, కలియబెట్టిన తరువాత పరివర్తకములోనికి పంపుదురు. పరివర్తకములో కర్మాగారము యొక్క సామర్థ్యమును బట్టి 10 మొదలు 40 వరకు గాజ్‌లు ఉండును. పరివర్తిత వాయువులు తరువాత మొదట ఒక బాయిలర్ గుండాను, తదుపరి ఆక్సీకరణ చూషణ వ్యవస్థ గుండాను ప్రసరింపజేయబడును. ఉన్నత ప్రేష ప్రక్రియలలో ఉష్ణసంగ్రహణ బాయిలర్ నుండి వెలువడి వచ్చు వాయువులు తిరిగి ఉన్నత ప్రేషమునకు సంకుచింప జేయబడి, తరువాత చూషణ గోపురములలోనికి మరలింపబడును. తక్కినపని అంతయు మొదటి దానిలో వలెనే జరుపబడును.

అమోనియానుండి గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్ తయారీ: పైన వర్ణించిన అన్ని ప్రక్రియల నుండి 55 — 60% సాంద్రత కల సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్ మాత్రమే లభించును. అమోనియా నుండి నేరుగా గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తయారు చేయుటకు అమోనియాను గాలి ద్రవీకరణ కర్మాగారమునుండి తీసికొనిన ఆక్సిజన్‌తో కలియబెట్టి, ఆ మిశ్రమును కొంత నీటి ఆవిరితో సహా ప్లాటినమ్ - రోడియమ్ గాజ్‌లతో కూడిన పరివర్తకములోనికి పంపుదురు. అచ్చట నుండి ఆ వాయు మిశ్రమును ఉష్ణసంగ్రహణ బాయిలర్ గుండా పంపి చల్లార్చి, తరువాత ఒక వాయు శీతల గోపురములో ఆక్సీకరింతురు. ఈ విధమున తయారైన నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్‌ను ఉప్పు నీటితో శీతలీకరింపబడిన ఒక ప్రత్యేక సిలిండర్‌లో ద్రవీకరింతురు. అంతట టెట్రాక్సైడ్ ద్రవము, ఆసిడ్ కలసిన మిశ్రద్రవము లభించును. ఈ మిశ్రద్రవమును ఒక ప్రేష పాత్రలోనికి తరలించి, అధిక

ప్రేషము జనించు వరకు దానిలోనికి ఆక్సిజన్‌ను ఒత్తిడిలో నెట్టుదురు. ఇట్లు తయారైన గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను రంగు విరిచిన తరువాత నిల్వచేయుదురు.

సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్ సాంద్రీకరణము : అమోనియా ఆక్సీకరణ ప్రక్రియ నుండి లభించిన సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను 98% సాంద్రత కల ఆసిడ్‌గ సాంద్రీకరింపవచ్చును. దానిని కొన్ని ప్రయోజనములకు వినియోగింపవచ్చును. సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్ (55 – 60% సాంద్రత) యొక్క స్వేదనము వలన 68·5% కన్న పైబడిన సాంద్రత కల ఆసిడ్ లభింపజాలదు. ఏలన, నైట్రిక్ ఆసిడ్ నీటితో ఎల్లప్పుడు ఒక మరుగుచున్న మిశ్రముగ తయారగును. సజల ఆసిడ్‌ను సాంద్రీకరించుటకు రెండు పద్ధతులు కలవు. ఒక దానిలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, రెండవ దానిలో మగ్నీషియమ్ నైట్రేట్ ఉపయోగింపబడును.

మొదటి పద్ధతిలో సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను, గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను వేరుగా గాని, మిశ్రము చేసి గాని అడుగున ఆవిరిచే వేడిచేయబడు సిలికన్ ఇనుప గోపురము గుండా పంపుదురు. గోపురము చివర భాగము నుండి పొగలు గ్రక్కుచు వచ్చు గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను ఒక సాంద్రీకారకములో సంగ్రహింతురు. అవశిష్ట వాయువులను ముందు తెలిపిన విధమున ఒక చూషణ గోపురములోనికి తరలింతురు. గోపురము అడుగు భాగమునుండి సంగ్రహించిన సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను సాంద్రీకరించి, మరల వినియోగింతురు. మగ్నీషియమ్ నైట్రేట్ పద్ధతి ఇటీవలనే వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఇందు $Mg(NO_3)_2 6H_2O$ ఉపయోగింపబడును. అది 100°C తాపక్రమము వద్ద కరగి 57·9% ఎన్‌హైడ్రస్ నైట్రేట్‌తో కూడిన ద్రవముగ తయారగును. సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో మగ్నీషియమ్ నైట్రేట్‌ను కలిపి, ఆ మిశ్రమును తొలుత ఒక వినత్రీకరణ గోపురములోనికి పంపగా, అందుండి 90 – 93% సాంద్రత కల ఆసిడ్ లభించును. ఈ ఆసిడ్‌ను ఒక రెక్టిఫైయింగ్ కోలమ్‌లో మరింత సాంద్రీకరింతురు. వినత్రీకరణ గోపురము నుండి సజల మగ్నీషియమ్ నైట్రేట్ ద్రావణమును సేకరించి, దానిని నిర్వాత ప్రదేశములో సాంద్రీకరింతురు. ఈ కర్మాగారములోని పాత్రలు దాదాపు పూర్తిగా స్టెయిన్‌లెస్ ఉక్కుతో నిర్మింపబడును [చూ. సమీక్ష - పు. 89].

డి. ఎస్. శాస్త్రి.

నైలాన్ : చూ. ప్లాస్టిక్కులు.

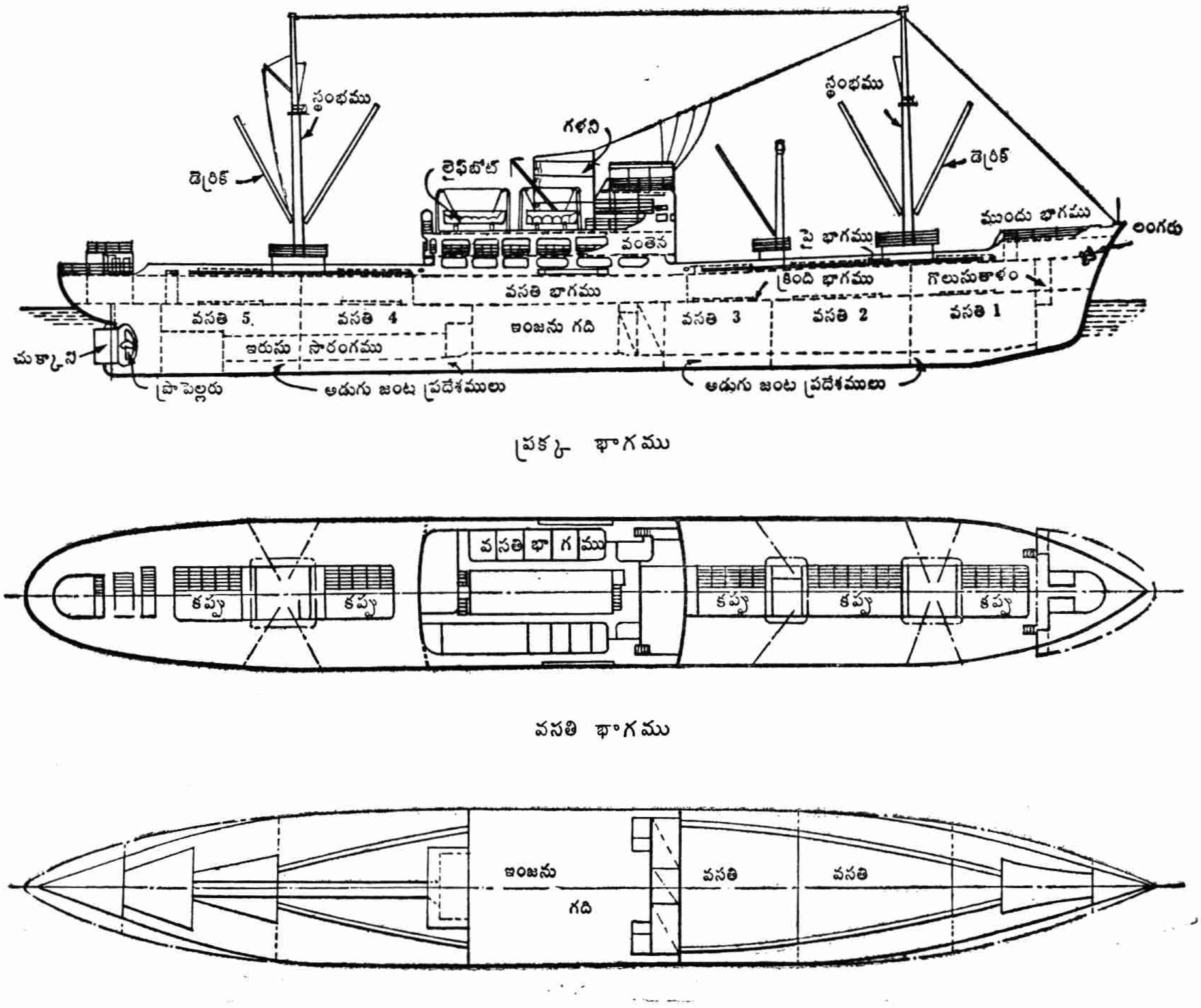
నోబెల్, బెర్నార్డ్ ఆల్ఫ్రెడ్ : చూ. సం. 2-పు. 447.

నౌకా నిర్మాణము : జలమార్గమున రవాణాకు ఉపయోగించు సాధనమును నౌక అని పేర్కొందురు. దీనికి మరొక పేరు ఓడ. పడవ, నావ, డింగి, కట్టుమర (బల్లకట్టు) వంటివి కూడ ఈ కోవకు చెందిన ఇతర సాధనములు. 'ఒక వస్తువు నీటిపై తేలునపుడు దాని బరువునకు సమానమగు నీటిని నెట్టివేయును.' నౌకలు నీటికంటె బరువగు ఉక్కు మొదలగు వస్తువులతో తయారు చేయబడినను నీటిపై తేలుట పై సూత్రము మీద ఆధారపడి ఉన్నది. నిశ్చల స్థితిలో నీటిపై తేలువస్తువును ప్రక్కకు కదిలించిన అది మరల యథాస్థితికి రావలెను. అపుడు అది స్థిర నిశ్చలతను కలిగి ఉన్నట్లు చెప్పవలెను. నౌక అన్ని పరిస్థితులలోను నిశ్చలముగా ఉండి గమన యోగ్యమై సురక్షితముగా నడుపుటకు వీలుగా ఉండవలెను. యజమాని దృష్టిలో నౌక తగినంత సరకును చేరవేయునది గాను, స్వల్పవ్యయముతో పనిచేయునది గాను ఉండవలెను.

నౌకలను వాటి ఉపయోగమును అనుసరించి పలు తెగలుగా వర్గీకరింపవచ్చును. యుద్ధనావలు, వినాశకములు (డిస్ట్రాయర్‌లు), విమానములను చేరవేయునవి, జలాంతర్గాములు మొదలగునవి నౌకాబలమునకు చెందినవి. పెక్కురకముల వాణిజ్య నౌకలు కూడ కలవు. ప్రయాణీకుల నౌకలు కొన్ని సాధారణ సౌకర్యములను అన్నింటిని కల్పించుటకు తగినంత పెద్దవిగా ఉండును. రేవులను దాటించు జెట్టి నౌకలు కూడ కలవు. ముడిపదార్థములను, తయారైన సరకులను చేరవేయగల కొన్ని నౌకలు కూడ కలవు. ఆహారధాన్యములను రవాణాచేయుటకై ప్రత్యేకమైన నౌకలు కలవు. ఖనిజములను మోయు నౌకలలో లోతు గదులు ఉండును. పండ్లు, చేపలు, మాంసము వంటి చెడిపోవు పదార్థములను రవాణా చేయుటకు శీతలమందిరములు ఉండును. పెట్రోలు, ముడినూనె వంటి వాటిని చేరవేయుటకు చిన్న చిన్న టాంకులుగా విభజింతురు. వీటిలో నూనెను తోడుటకు పంపులు ఉండును. ఇవిగాక, చేపలను, తిమింగలములను పట్టు నౌకలు, నేలబొగ్గును చేరవేయు నౌకలు కూడ కలవు. లాగు నౌకలు, దీపగృహములుగా పనిచేయు దీపనౌకలు, నౌకాశ్రయములు, కాలువల సంరక్షణకు డ్రెడ్జర్‌లు, ఓడ మరమ్మత్తులు చేయు నౌకాశ్రయ ఓడలు, నడి సముద్రమున సర్వేచేయుటకు సర్వేనౌకలు మిగిలిన రకములు.

రవాణా నౌక స్వరూపము : రవాణానౌకను ఉదాహరణగా తీసికొనిన దాని వెలుపలి భాగమగు గుల్ల నీటిని తాకుచుండును [చూ. 540 పుటలోని చిత్రము-1]. ఈ గుల్ల ధాతువుతో తయారై నీటిని లోనికిచొరనివ్వదు. దీనిఫలితముగా నౌక నీటిపై ఎల్లప్పుడు తేలుచుండును. నౌక లోపలి

అడుగుభాగమున రెండు పొరలు ఉండును. ఈ రెండు పొరల మధ్య ప్రదేశము అనేకమైన చిన్న టాంకులుగా విభజింపబడి ఉండును. వాటిలో ఇంధన నూనె, కందెన నూనె, నీరు మొదలగు వాటిని నిల్వచేయుదురు. దీనిపైన అడ్డముగా గదులు ఉండును. ఇవి కూడ లోనికి నీటిని చొరనివ్వవు. ముందరి, వెనుక గదులను టాంకులుగా ఉపయోగింతురు. మధ్యలో వెనుక టాంకుకు దగ్గరగా నౌకకు సంబంధించిన యంత్ర వ్యవస్థ ఉండును. మిగిలిన గదులు రవాణా సరకులను వేయుటకు ఉపయోగింతురు; అడ్డముగా ఉండు గదులను భారీ సరకులను వేయుటకు ఉపయోగింతురు. డెక్కుపై చిన్న చిన్న ద్వారములు ఉండును. ఈ ద్వారముల ద్వారా నిల్వ గదుల లోనికి సరకులను పంపించుటగాని, బయటకు తీయుటగాని చేయుదురు. రవాణా నౌకయందు సాధారణముగా రెండు అవిచ్ఛిన్నములైన డెక్కులు ఉండును.



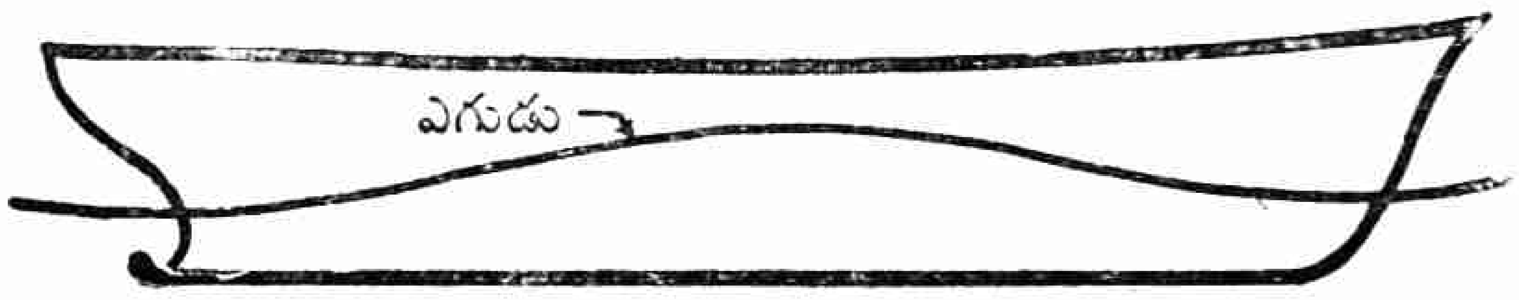
చిత్రము - 1 టాంకు పై భాగము—సరకుల నౌక - స్థూల స్వరూపము

పై డెక్కుపైన విడిగా కట్టిన అంతస్తుల గదులు ఉండును. ముందర గదిని ఫోర్ కాసిల్, మధ్యగదిని బ్రిడ్జి, చివరిగదిని పూప్ అని పిలిచెదరు. ముందరి గదిలో సరకులను నిల్వచేయుదురు. మధ్య గదియందు ఆఫీసర్లకు వసతి, రేడియో సిబ్బందికి వసతి కల్పింపబడి ఉండును. చివరి గదియందు నౌకా సరంగులు ఉందురు. ఒక అంతస్తునుండి మరొక అంతస్తునకు నిచ్చెనల ద్వారా పోవచ్చును. నిల్వ గదులలోపల పరికించిన ఎడల లోపల స్తంభములు ఉండును. నౌక గుల్లకు కొన్ని పర్యుకములు అమర్చబడి ఉండును. ఇవి నౌకపైన డెక్కు దూలములకు నౌక అడుగు భాగమును అతుకబడి ఉండును.

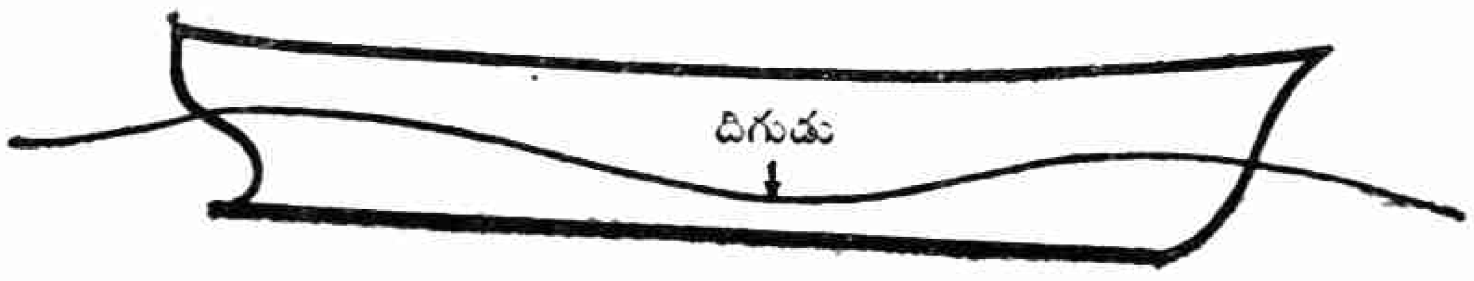
పైన పొగగొట్టము అమర్చబడి ఉండును. అది నౌక అవసరములకు తగినంత కంటె పెద్దదిగా ఉండును. గొట్టము ద్వారా నౌక యంత్ర మందిరమున బయల్వెడలు నిర్గమన వాయువులకు ఇది వెలుపలి ద్వారముగా ఉపయోగపడును.

పయనించు నౌకలకు స్తంభములు అవసరము. ఆధునిక నౌకలలో కూడ ఇవి ఉండును. వీటిని బరువులు ఎత్తు సాధనములు గాను, రేడియో ఆకాశతంతువు (ఏరియల్) లను అమర్చుటకు గాను ఉపయోగింతురు.

స్వరూపము : నౌక అనేక విధములైన ప్రతిబలములకు లోనగుచుండును. అట్టి ప్రతిబలములను తట్టుకొను గలవిగా దాని స్వరూపమును తీర్చిదిద్దవలయును. వాటిలో దైర్ఘ్య ప్రతిబలములు, తిర్యక్ ప్రతిబలములు, స్థానిక ప్రతిబలములు అను రకములు ఉండును. నౌక యొక్క బలాబలములను లెక్క కట్టునప్పుడు దానిని ఒక పెట్టె ఆకారములో ఉండు గర్డరుగా ఉన్నట్లు అనుకొందురు. అట్టి పెట్టె ఆకారములో ఉన్న గర్డరు మధ్యచ్ఛేదము మారుచున్నట్లుగా అనుకొందురు. నౌక యొక్క దైర్ఘ్యబలమును లెక్కకట్టునప్పుడు అంతే పొడవుగల తరంగముపై అది నిలువుగా నిలబడినట్టు అనుకొందురు [చూ. చిత్రము - 2].



(a) హాగింగ్



(b) సేగింగ్

చిత్రము - 2 : అత్యధిక ప్రతిబలమును నెరపు రెండు విధములు

పై చిత్రమునందు అత్యధిక ప్రతిబలమును నెరపు రెండు విధానములు చూడనగును. తరంగ శీర్షము నౌక యొక్క మధ్య బిందువు వద్ద ఉన్నప్పుడు అది ఊగులాడును. అట్లే నౌక యొక్క మధ్యబిందువునందు తరంగము యొక్క అధో బిందువు ఉన్నప్పుడు నౌక క్రుంగుచున్నట్లు ఉండును. నౌకలో ఒక భాగము యొక్క భారమును లెక్కకట్టవలసి వచ్చినప్పుడు ఆ నౌకా భాగము యొక్క బరువు (అచ్చటి సరుకుతో సహా) నకును, ఆ భాగము యొక్క ఉత్ప్లవనతకును గల భేదమును ఆ నౌకా భాగము యొక్క భారమునకు సమానము. నౌక డొల్ల, టాంకు పై భాగము, డెక్కులు ఆ నౌక యొక్క దైర్ఘ్యబలమునకు ఆధారభూతములు. ఇంకను తిర్యక్ ప్రతిబలముల విషయములో నౌక అన్ని ప్రక్కలనుండియు, అడుగునుండియు జలప్రేషమునకు గురి అగుచుండును. నీటితోపాటు ఆ నౌక మోయుచుండు సరకుల భారము కూడ ప్రతిబలములను నెరపుచుండును. ఈ ప్రతిబలముల ఫలితముగా నౌక వికృతి చెందుటకు అవకాశము కలదు. నౌకా నిర్మాణ సమయమందును, రేవు పట్టణములందు నిలిచినప్పుడును నౌక యొక్క అడుగు భాగము దెబ్బతినుటకు అవకాశము కలదు. ఈ దుష్ఫలితములను తట్టుకొనుటకు నౌక యొక్క తిర్యక్ క్షేత్రమును తగినట్లు బలపరచవలెను. చట్రములు, దూలములు, వాటిని సంధానము చేయు బ్రాకెట్లు వంటి ఉపకరణములు ఇందుకు తోడ్పడును. బరువైన సరకుల వలన గాని, యంత్రముల వలన గాని నౌకయందు ఆ యా స్థలములందు స్థానిక ప్రతిబలములు పొడచూపును. వీటిని తట్టుకొనుటకు కూడ నౌకను తగువిధముగా బలపరచవలయును. నౌక ముందు భాగము తరంగముల మీద దొరులుచున్నప్పుడు అది అసమానమగు జలప్రేషములకు లోనగుచుండును. దీని ఫలితముగా ఆ యా స్థానము నందలి రేకులు అటు ఇటూ ఆడుచుండును. ఇట్లే నౌక పైకి లేచి క్రిందికి దిగినప్పుడు కూడ ఒక విధమైన ప్రతిబలమునకు లోనగుచుండును. ఈ అరిష్టములనుండి రక్షించుటకు నౌకను ఎక్కడికక్కడ స్థానికముగా బలపరచవలెను.

నౌకాంగములు : లంగరు వేయుటకు, స్టీరింగునకు, సరకును కదల్చుటకును ఏర్పాటులు నౌకలోనే ఉండవలెను. లంగరు కొక్కెమువలె ఉండి నౌకను నీటిలో నిలుపుటకు ఉపయోగపడును. నౌకల ముందు భాగమున రెండు లంగరులు ఉండును. లంగరును పెద్దగొలుసుతో నౌకకు కట్టుదురు. నౌక నడచునప్పుడు 'హస్తచక్రము' అను యంత్రముతో గొలుసును పైకి లాగి, ఒక గదిలో భద్రపరచుదురు. లంగరువేయుటకు రంధ్రములగుండ కొయ్యలకు కట్టబడిన తాళ్లను ఉపయోగింతురు. సరకును చేరవేయుటకు క్రేన్‌లు [చూ. పు. 308] మొదలైన బరువులు ఎత్తు సాధనములను వాడుదురు. పై సాధనములకు కప్పీలు ఉండి వాని ద్వారా తీగెలు పోవుచు కదుల్చుటకు వీలుగా ఉండును.

స్టీరింగు, చుక్కాని వలన నౌకాదిశ మార్పుచెందుచుండును. స్టీరింగు గేర్ వలన దానిని కదల్పవచ్చును. చుక్కాని మధ్యలో ఉండగా కదలెడి నౌకపై రెండుప్రక్కల ప్రేషము సమానముగ ఉండును. చుక్కాని ఇరు ప్రక్కలకు కదల్చిన నౌక ముందుభాగముపై ప్రేషము అధికము అగును. ప్రేష భేదమువలన నౌక ప్రక్కకు తిరుగును. చుక్కాని కుడివైపునకు కదల్చిన నౌక కుడివైపునకు కదులును.

వసతి : నౌకపైన ఉన్నవారందరికిని వసతిని సమకూర్చవలెను. నివాసగృహములు, స్నానగదులు, భోజన

శాలలు, క్రీడాప్రదేశములు ఉండవలెను. నౌకా సిబ్బందికి, ఆఫీసర్లకు ప్రత్యేక వసతులు కలవు. ప్రయాణీకుల నౌకలలో పలు తెగలు కలవు. వీనిలో ఒక అంగడి, ఒక వైద్యశాల, లాండ్రీ ఉండును. గాలి సంచారము అన్ని నౌకలకు ముఖ్యమైనది. సాధారణ సరకు చేరవేయు నౌకలలో సహజ గాలి సంచారము చాలును. తదితర పరిస్థితులలో పంకాలు మొదలైనవాటిని ఉపయోగింతురు. గాలి తాపక్రమమును,ఆర్ద్రతను తగువిధముగా మార్చుకొందురు.

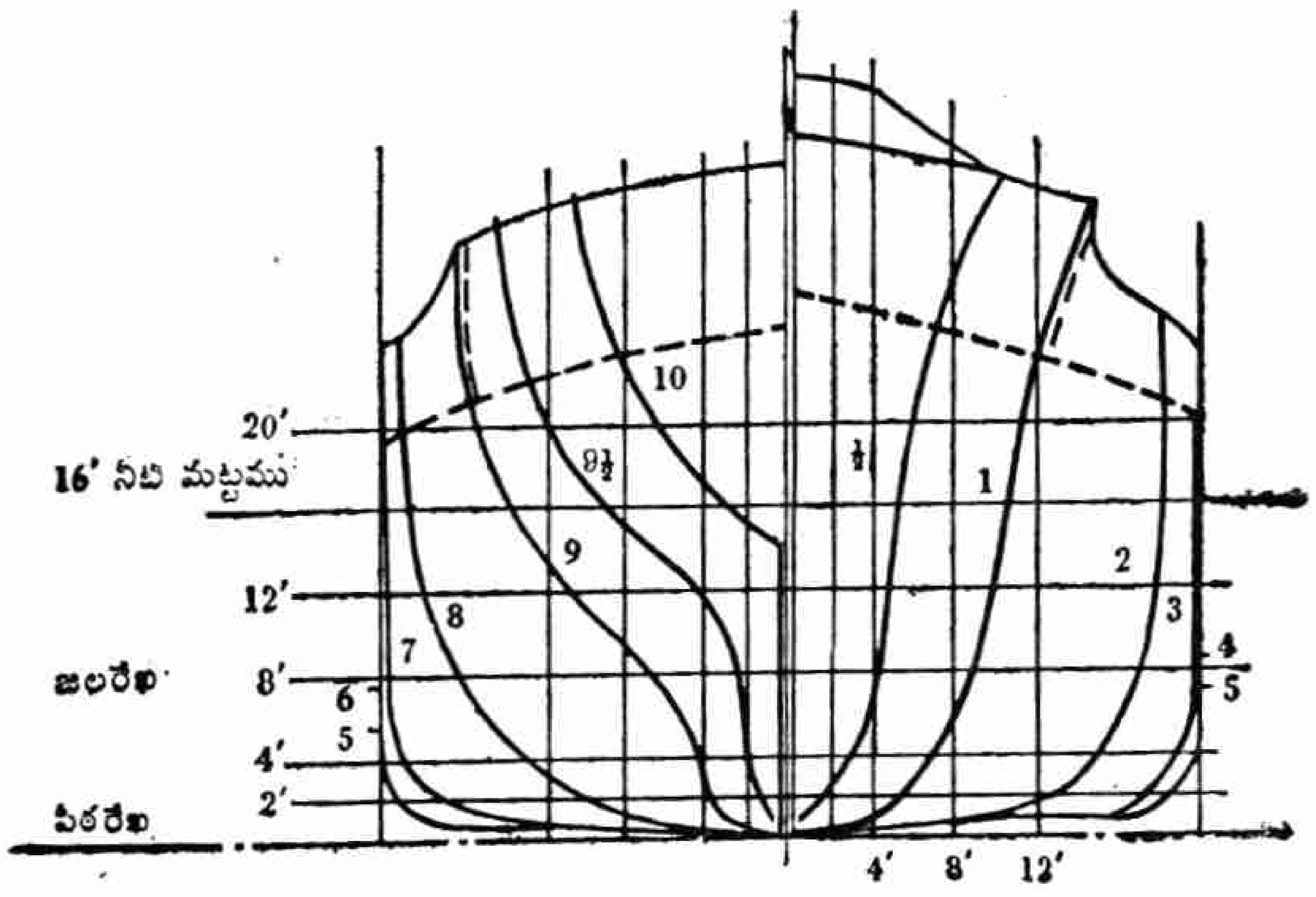
దొరులుట : అలలు నౌకకు అడ్డముగ వచ్చునప్పుడు నౌక దొరులును. అప్పుడు ప్రయాణీకులకు అసౌకర్యముగ ఉండును. నౌక వలయమునకు లంబముగ రెండు ప్రక్కల పలుచని వెడల్పైన రేకులను అమర్చుదురు. గైరోస్కోప్ సూత్రముపై పనిచేయు నిశ్చల కారకములను కొన్ని నౌకలపై వాడుదురు. పై రెండును నౌక దొరులుటను తగ్గించును.

భద్రత: నౌకపై ప్రాణరక్షణకు అంతర్జాతీయ ఒప్పందములు, అగ్నిని ఆర్పుటకు, ప్రాణుల రక్షించుటకు రవాణా మంత్రిత్వ నిబంధనలు అమలు జరుపబడవలెను. సముద్ర మధ్యమందు ప్రయాణము చేయు నౌక సురక్షితముగ ఉండవలెను. నౌకలో ఒక భాగమునకు నిప్పంటుకొనినైయెన, ఇతర విధముగానైన హాని సంభవింపవచ్చును. ఈ కారణముననే ఒక భాగములోని నిప్పు వేరొక గదిలోనికి వ్యాపించకుండుటకును, ఒక భాగములోనికి నీరు చేరినను నౌక మునుగకుండుటకును నౌకను గదులుగా అడ్డముగా విభజించిరి. నౌకలో కొంతవరకే బరువులు వేయవచ్చును. వీని చిహ్నములు నౌకపై ఉండును [చూ. నౌకాయానము - పు. 544].

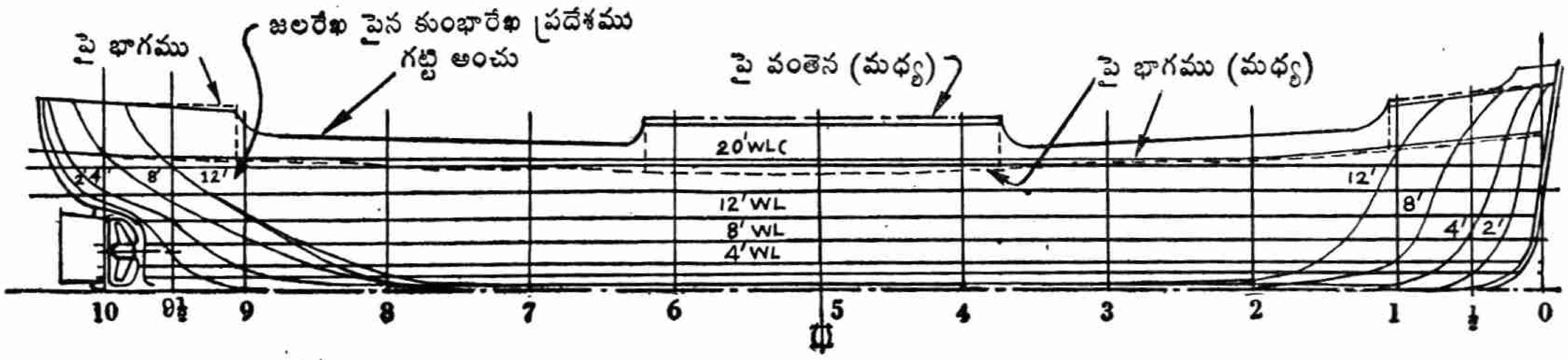
నౌక ఒకానొక సమయమున నిస్సహాయ స్థితిలో ఉండవచ్చును. అపుడు రక్షక నౌకలు మొదలగు సాధనములను ఉపయోగింతురు. అవి స్వయం సారణుల వలన గాని, చేతితో నడుపబడినవిగా గాని ఉండును. వానిలోని వారికి ఆహార సామగ్రి, త్రాగునీరు, రేడియో ద్వారా వార్తలను అందజేయుటకు సదుపాయములు ఉండును.

టన్నేజి : నౌకా సామర్థ్యమును టన్నేజి అను దానితో పేర్కొందురు. ఇచ్చట టన్ను అనగా 100 ఘన అడుగులు (31 ఘ. మీ.). వాణిజ్య నౌకల చట్టమును అనుసరించి నౌక సామర్థ్యమును కొలిచి నమోదు చేయవలెను. యంత్ర ప్రదేశములు, బేకరీ,వంట ఇల్లు, ప్రజాసౌకర్యములగు స్థలములు పోగా మిగిలినవంతయు కలిసి మొత్తము టన్నేజీ అగును.

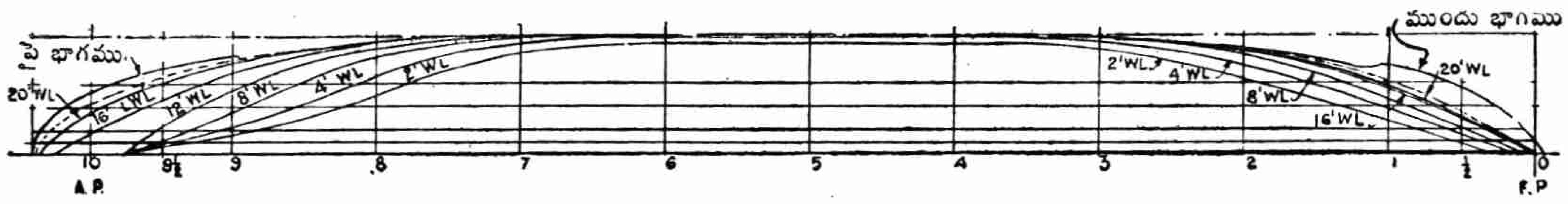
దీనినుండి నౌకా స్థలములు, నౌకా సిబ్బంది గల ప్రదేశము, సారణ యంత్రములు, అంగడి తగ్గించిన నికరమైన టన్నేజీ వచ్చును. నౌకాశ్రయపు ఖర్చులు నికర టన్నేజీ పైన, మరమ్మత్తు ఖర్చులు నౌకను బరువు



నౌక ముఖ రేఖాస్వరూపము



నౌక ప్రక్కభాగ రేఖాస్వరూపము



నౌక సగప్రక్క భాగ రేఖా స్వరూపము. చిత్రము - 3 : నౌకనిర్మాణాంశము - రేఖా స్వరూపము

ఖర్చులు మొత్తము టన్నేజీ పైన ఆధారపడి ఉండును.

నిజభారము (డెడ్ వెయిట్): నౌకా మోయు అన్ని వస్తువులను కలిపి డెడ్ వెయిట్ అందురు. ఇంధనము, మంచినీరు, భోజనపదార్థములు, అంగడి, సిబ్బంది, ప్రయాణీకులు, సరకులు, సామాను పైదానిలో కలిసి ఉండును.

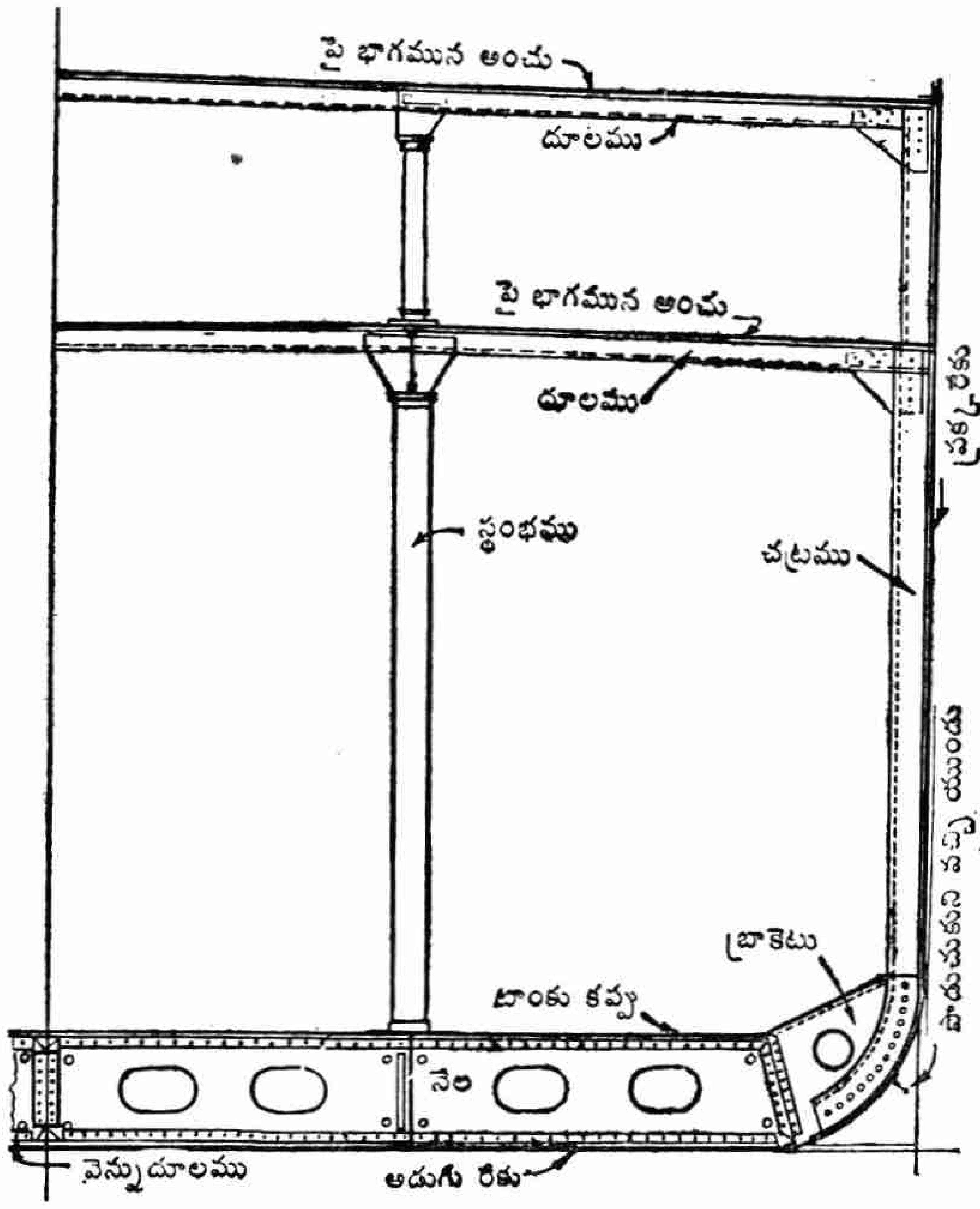
నిర్మాణాంశము - డిజైను: నౌక ఏ అవసరమునకు వినియోగింతురో దానిని బట్టి నౌకయొక్క స్వరూపమునకు రూపురేఖలు దిద్దవలెను. నౌకపై సరుకు వేయవలసిన వివరము, నౌకవేగము, పోవలసిన దూరము, యంత్రముల వివరము, ప్రయాణము చేయవలసిన మనుష్యుల సంఖ్యను బట్టి ఉండును. పెట్టుబడి, నౌకను నిర్మించి బట్వాడా తేదీ వంటి విషయములు పెట్టుబడిదారు, నౌకా నిర్మాణ సంస్థ నిర్ణయించుకొనును.

నౌకా స్వరూపము, కొలతలు డిజైను చేయు వ్యక్తి రూపొందించును. పొడవు, వెడల్పు, లోతు, నీటిలో నౌక లోతు వంటి కొలతలు నౌకానిర్మాణమునందు విశిష్టమైనవి. నౌకయొక్క బరువును కూడ లెక్కకట్టి అంచనా వేయుదురు. నౌకా నిర్మాణమునకు అగు కూలి ఖర్చులు, సామగ్రి, భీమా, నిపుణుల పర్యవేక్షణ వంటి ఖర్చులు నౌకయొక్క ధర నిర్ణయించుముందు లెక్కకు తీసికొందురు [చూ. 542 పుటలోని చిత్రము - 3].

లాయిడ్స్ వంటి ప్రమాణ నౌకాసంస్థలకు నిర్మాణ నమూనాలను అంగీకారమునకు పంపుదురు. నిర్మాణమునందు ఉపయోగింప నెంచిన సామగ్రిని ఈ సంస్థ ఆమోదించవలెను. రవాణా మంత్రిత్వశాఖ నిబంధనలకు లోబడి సిబ్బంది వసతిని రూపొందించవలెను. ఇంజను గది నమూనా, నీటి గొట్టములు, విద్యుత్తు, గాలి సంచారము వీనికి ఏర్పాటులను చేయవలెను [చూ. చిత్రము - 4].

నిర్మాణము: పూర్తియైన ప్లానులను వివిధ శాఖలకు పంపుదురు. కొయ్యపలకలపై నౌకలోని అన్ని భాగములకు ప్లానులు గీయుదురు. కొయ్యతో వెడ్జలను తయారు చేయుదురు. నౌకాంగశాలకు టెంప్లేట్‌లపైని చిహ్నములను, ఆకారములను పంపుదురు. ఫలకములను ఆకారమునకు, పరిమాణమునకు తగినటుల ఇతర భాగములకు అతుకుదురు. దీనిని క్రేన్‌లతో పైకి ఎత్తుదురు.

తరువాత నీటివైపు వాలు గలిగిన కాంక్రీట్ గచ్చుపై పని సాగింతురు. నౌకల దిమ్మెలను కొంచెము ఎత్తుగా అమర్చెదరు. ఈ దిమ్మెలపై వలయపు అడుగు ఫలకమును పెట్టెదరు. ఇచటినుండి పని బయటకు, పైకి సాగును. వలయము పూర్తికాగానే నౌక నీటిలోనికి పోవుటకు సిద్ధముగా ఉండును. దిమ్మెలపైన ఉన్న నౌకను నీటిలోనికి జారునటుల చేయుదురు. నౌక వెడల్పులో మూడవ వంతు దూరమున రెండు కొయ్యలను పర్చరుచుదురు. పైదానిని నౌకకును, క్రిందిదానిని నేలకును కలిపెదరు.



చిత్రము - 4
మిడ్ షిప్ భాగము

రెండు భాగముల మధ్య గ్రీజు పొర ఉండును. నీటిలోనికి జారునపుడు దిమ్మెల నన్నింటిని తీసివేయుదురు. పై భాగము జారకుండా అడ్డుపెట్టెదరు. తరువాత నెమ్మదిగా నౌక జారును.

నౌకను క్రేనులు ఉన్నచోటికి కదల్చెదరు. ఇచ్చట యంత్రములు, స్తంభములు మొదలైనవన్నియు అమర్చెదరు. నౌక గరిమ నాభిని కనుగొని, ఆ తటస్థ స్థితిని ఆధారము చేసికొని పెక్కు భారములు వేయుటకు తగిన పరిస్థితులు వ్రాసెదరు. అంతయు పూర్తిఅయిన తరువాత నౌకను సముద్రములోనికి తీసికొనిపోయి యజమానునికి అప్పగింతురు.

నడుపుట (సారణ): పూర్వకాలమున నౌకలను తెరచాపలతో గాలి సహాయమున నడిపెడివారు. యంత్రముల పైన ఆధారపడిన సారణ శక్తివంతముగను, సమర్థముగను ఉండును. ఆవిరి ఇంజనుల స్థానమున ఆవిరి టర్బయినులను ఇపుడు అమర్చుచున్నారు. టర్బో చార్జింగ్ కలిగిన డీసెల్ ఇంజనులు చాల సమర్థముగా పనిచేయుచున్నవి. వీటిని పెక్కు నౌకలపైన వాడుచున్నారు. గాస్ టర్బయినులు,

పరమాణుశక్తితో నడుచు యంత్రములు కూడ ప్రవేశపెట్టబడినవి. ఇంజనునుండి నేరుగా గాని, ప్రొపెల్లర్ వద్ద ఉన్న గేర్‌ల వలనగాని చలనము కలుగును. ప్రొపెల్లరు ముందు నీటిని వెనకకు తోయును. దీనివలన నౌక ముందుకు కదులును [చూ. గేర్ బాక్స్ - పు. 338].

ప్రతిరోధకము - నడక : నౌక నీటిలో కదులు నపుడు అది ప్రతిరోధమునకు గురి అగును. నౌక చలనము వలన అలలు ఏర్పడును. గాలి కూడ ఘర్షణ కలుగజేయును. వీనిలో మొదటి రెండు ముఖ్యములు. అలలవలన ఏర్పడు ప్రతిరోధకము అల్ప వేగములో తక్కువగా ఉన్నప్పటికిని, అధిక వేగములలో ఎక్కువగా ఉండును. ప్రతి ప్రతిరోధమును వేగముచే గుణించిన నౌకను నడుపుటకు కావలసిన శక్తి తెలియును.

పరీక్షలు : ప్రతి దేశమందును పెద్ద జలాశయములను త్రవ్వి కొలతల ప్రకారము నౌకల నమూనాలను వాటిలో పరీక్షించుదురు. భారతదేశములో అట్టివి ఒకటి పూనా సమీపమున ఖడక్ వాస్లా దగ్గరను, రెండవది ఖరగ్‌పూర్ నందును కలవు. శోధన జలాశయము పొడవుగా, సన్నగా, లోతుగా ఉండును. నౌక నమూనాలను నడుపుటకు సాధనములను అమర్చి, నౌక వేగమును, ప్రయాణముచేసిన దూరమును, ప్రతిరోధకమును గుర్తించెదరు. నమూనాలు మైనముతో చేయబడి ఉండును.

విలియమ్ ఫ్రౌడ్ నౌక నమూనాను పరీక్షించుటను ప్రారంభించిన వారిలో మొదటివాడు. సరూప నౌకలు, వాని వేగము, కొలతల వర్గమూల నిష్పత్తిలో ఉన్న ప్రతిరోధకము ఏకవర్ణ కొలతల ఘనముల నిష్పత్తిలో ఉండును. ఇది తరంగ నిరోధమును సూచించుచు నమునా పరీక్షకు ప్రాథమిక సూత్రమును తెలుపును.

నౌకా సంరక్షణ: నౌకలు దీర్ఘకాలము మన్నునటులును, సమర్థముగా పనిచేయు నటులును చూడవలెను. సముద్ర జలము వలన ఉక్కు త్వరగా తినివేయబడును. దీనిని విదాహక పూత రంగులచే నిరోధింపవచ్చును. దాహకము అధికముగా ఉన్నప్పుడు కేథోడ్ రక్షణను కల్పించుదురు. అప్పుడప్పుడు నౌకను తనిఖీ చేయుటకును, శుభ్రపరచుటకును, రంగు పూతలు పూయుటకును, ఇతర మరమ్మత్తులకును నిర్జల నౌకాశ్రయమునకు పంపవలెను.

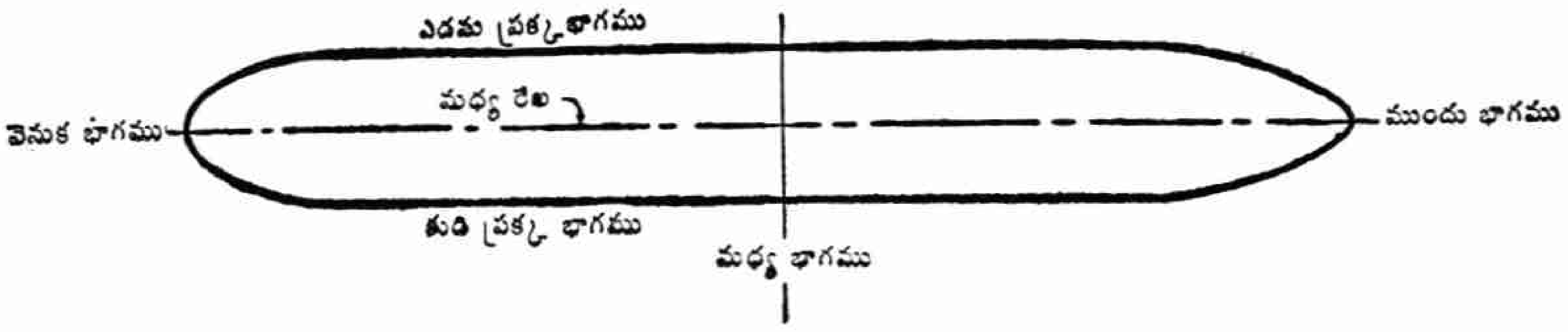
ఆధునిక అభివృద్ధి : ప్రస్తుతము పెద్దవిగాను, వేగముగాను పోవు నౌకలను తయారుచేయుట పరిపాటి. ఒక్కొక్క నౌక లక్ష టన్నుల డెడ్ వెయిట్‌ను మించినవి వాడుకలో ఉన్నవి. ఆధునిక సారణ పద్ధతులను గూర్చి పరిశోధించుచున్నారు. హైడ్రోఫాయిల్ క్రాఫ్ట్ అభివృద్ధి చేయబడినది. వీనిలో పీడనమును తట్టుకొనగలిగిన స్ట్రిట్‌లను వాడుదురు. నౌక వేగము హెచ్చినపుడు, నౌకాంగము పైకి లేచినను స్ట్రిట్‌లు నీటిలో ఉండును. నిరోధము తగ్గిన కొలది వేగము ఎక్కువగును. నీటిలో గాలి దిండుపై కదలునట్టి హోవర్ క్రాఫ్ట్ తయారు కాబడినది. రేడియో జలాంతర్గాముల నిర్మాణమును గూర్చి పరిశీలన జరుగుచున్నది [చూ. సమీక్ష - పు. 79]. రాజరత్నం.

నౌకా నిర్మాణము, వాస్తుశిల్ప శాస్త్రము : చూ. నౌకానిర్మాణము.

నౌకాయానము : నౌకాయానమునందు ఇమిడి ఉన్న సాంకేతిక శాస్త్ర వ్యవహారములను వినియోగించి నౌకను ఒక ప్రదేశమునుండి మరొక ప్రదేశమునకు జల మార్గమున శీఘ్రముగాను, అత్యంత సురక్షితముగాను, ఖర్చులు కలిసివచ్చునట్లును తీసికొని పోవచ్చును. ఒక సముద్ర మార్గమున పయనించు నౌకను మధ్య మధ్య - అప్పుడప్పుడు సరిచూచుచుండిన ప్రయాణ మార్గ మధ్యమున నౌక ఒడుదొడుకులకు లోను కాకుండా చేయవచ్చును. భూ ప్రదేశమున కనబడు దీప గృహము (లైట్ హౌస్)లు వంటి వస్తు చిహ్నములుగాని, రాడార్ వంటి అధునాతన ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములుగాని ఈ విషయమున అత్యంత ఉపయుక్తముగా ఉండును. శబ్ద శోధనద్వారా ధ్వనులను గ్రహించి వాటిని ప్రమాణ పటములతో తైపారు వేయుట వలన కూడ అవసరమైన ముందు జాగ్రత్త తీసికొనుచు దోషములను పరిహరింప నగును. నేల దృగ్గోచరము కానపుడు సూర్య, చంద్ర, నక్షత్రాది భువనమండలముల ఉనికిని గ్రహించి వాటినుండి నౌక ఆ సమయమున ఏ స్థానమందు ఉన్నదో కూడ తెలిసికొనవచ్చును. రేడియో పరికరములను వినియోగించి కూడ నౌక ఉనికిని గ్రహింప నగును. నౌకాయానమును గురించి ప్రత్యేకముగా చట్టబద్ధమైన నిబంధనలు కూడ కలవు. వీటితోపాటు ప్రత్యేకమైన సంజ్ఞలు, దీపములు, పరికరములు వంటివి కూడ కలవు. సముద్ర మధ్యమున ధ్వని, ప్రతి ధ్వని ప్రక్రియ ద్వారా లోతుపాతులను తెలిసికొనుట కూడ నౌకాయాన శాస్త్రమున ఒక విభాగమే. తీరప్రాంతమున సంచరించుచుండు దీప నౌకలు, ఒడ్డున ఉండు దీపగృహములు నౌకాయానమునకు ఉపాంగములు [చూ. 545 పుటలోని చిత్రము-1].

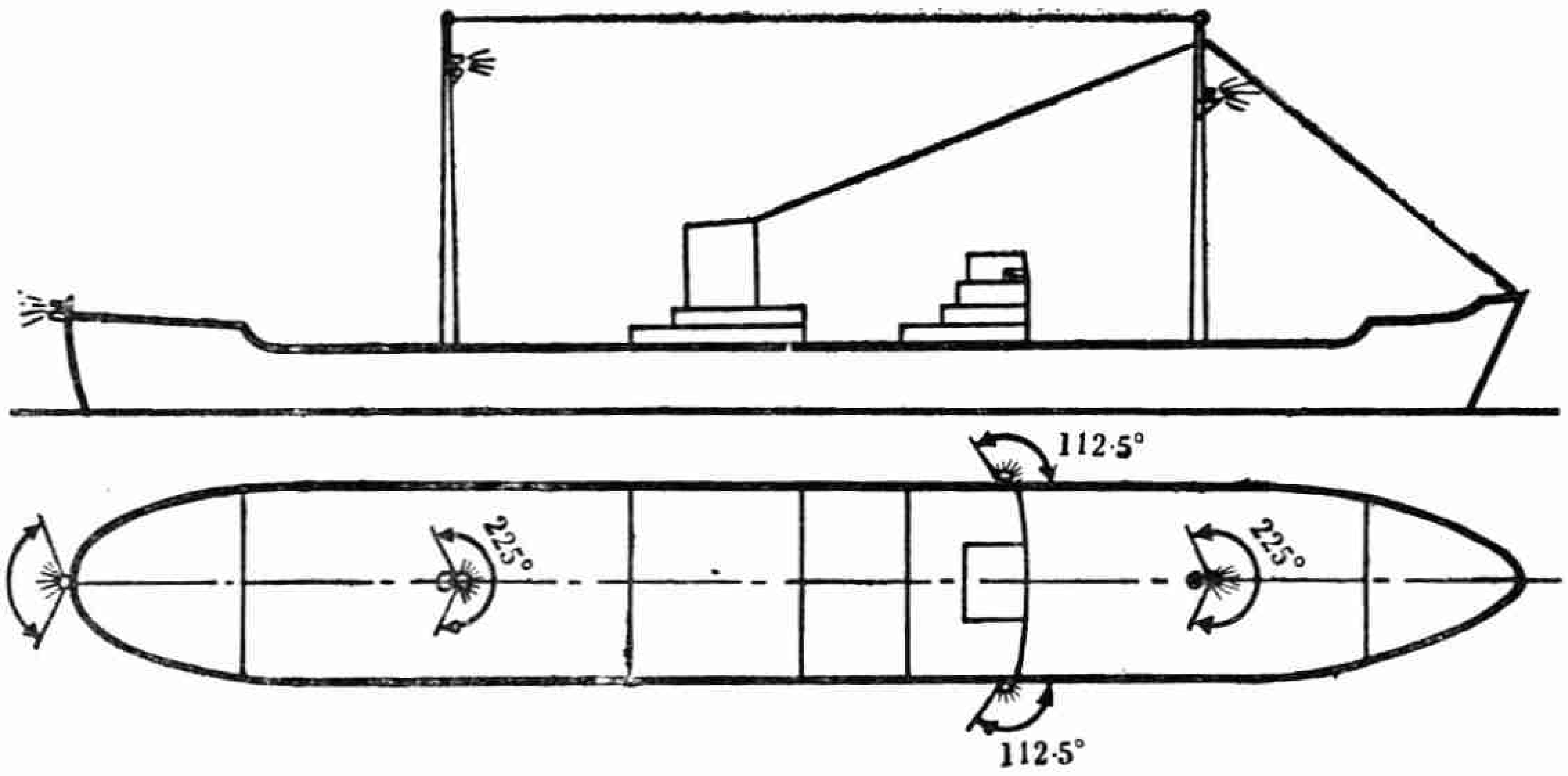
నౌకాయాన నిబంధనలు : నడి సముద్రమున వేర్వేరు దిశలలో పయనించు నౌకలు ఢీకొని ప్రమాదములకు గురి కాకుండా కాంతి, సబ్ద సంజ్ఞలు చేయవలెనని నౌకా నిబంధనలు కలవు. ఇట్టి కాంతి, శబ్ద సంజ్ఞలు నిర్దిష్ట నియమముల బట్టి రెండును ఎప్పుడు కావలసిన అప్పుడు పనిచేయుటకు

పీలుగా సైరన్‌లు, ఈలలు సిద్ధముగా ఉండవలెను. ధ్వని సంజ్ఞలు ఎట్టి ఆటంకమునకు లోనుకాకుండా ధ్వని చేయు పరికరములు ఉండు స్థలములను నిర్ణయించవలెను. సూర్యాస్తమనము మొదలు సూర్యోదయమువరకు దీపములు అనవరతముగా వెలుగుచుండవలెను. 46 మీ. (150′) లకు పైబడిన యంత్రములచే నడుపబడు నౌక విషయములో ఈ క్రింది నిబంధనలు పాటించవలయును: 1. నౌకకు ముందు భాగమున ఉండు స్తంభము ఎత్తు అధమము 6 మీ. (20′) లు అయినను ఉండవలెను. ఈ ఎత్తు 13 మీ. (40′) లకు మించరాదు. 225 డిగ్రీల మేర కాంతి అగుపడునట్లు ఈ స్తంభముపై దీపము ఉంచవలెను. ఈ కాంతి 8 కి. మీ. దూరమువరకు అయినను కనబడవలయును [చూ. చిత్రము - 2]; 2. పైన చెప్పినటువంటి దీపమే మరొక దానిని నౌక కేంద్ర రేఖపై ఉంచవలెను. ఇది ముందు దీపమునకు 5 మీ. (15′) ల ఎత్తున ఉండవలెను; అంతకు మూడు రెట్లు దూరమున వెనుకగా ఉండవలెను; 3. స్టార్ బోర్డ్ ప్రక్క నౌకకు 112·5 డిగ్రీలలో ఒక ఆకుపచ్చని దీపము అమర్చవలెను. అదే ప్రక్క వెనుక భాగమునుండి అది 22·5 డిగ్రీల కోణమున కనబడవలెను. అది కనీసము 3 కి. మీ. దూరమువరకు కనబడవలెను; 4. స్టార్ బోర్డ్ ప్రక్కన అమర్చినట్లే పోర్ట్ సైడ్‌న కూడ మరొక దీపము ఉండవలెను. అయితే, అది ఎర్ర దీపము. ప్రక్క దీపములు ముందు భాగమునకు కనబడకుండ దీప కేంద్రమునుండి 0·91 మీ. (3′) దూరమున తెరలు కట్టబడి ఉండును. పోర్ట్ దీపము స్టార్ బోర్డ్ ప్రక్కగాని, స్టార్ బోర్డ్ దీపము పోర్ట్ ప్రక్కగాని కనబడకూడదు; 5. ప్రక్కదీపముల ఎత్తులో 6 భాగములు (1 భాగము = 11°·25) పోర్ట్‌సైడ్‌నకు, 6 భాగములు స్టార్ బోర్డ్‌నకు కనబడుచు 135 డిగ్రీల కోణములో నౌక వెనుక నిరంతరము ప్రకాశమును ఇచ్చు తెల్లని దీపమును అమర్చవలెను. ఇది 3 కి. మీ. పైగా కనబడుచుండవలెను; 6. నౌకకు హాని సంభవించినపుడు స్తంభములపై తెల్లని దీపములకు బదులు ఎర్రదీపములను అమర్చవలెను. ఇవి ఒక దానిపై ఒకటి 2 మీ. (6′) ఎడములో ఉండి 3 కి. మీ. దూరమువరకు కనబడవలెను. పగలు ఈ దీపములకు బదులు 0.60 మీ. (2′) వ్యాసము గల నల్లటి గోళములను ఏర్పాటు చేసెదరు; 7. నౌక లంగరు వేయబడినపుడు స్తంభమునకు కట్టబడిన తీగె మోపుపై తెల్లటి కాంతిని ఇచ్చు దీపమును ఉంచవలెను. ఇది ముందు దీపమునకు 5 మీ. (15′) దిగువన ఉండవలెను. దీనికాంతి కనీసము 5 కి. మీ. అయినా కనబడవలెను.



చిత్రము - 1

నౌకా పదములు



చిత్రము - 2

నౌకాయాన దీపములు

నావికా పరికరములు: నౌకాయానమునందు అయస్కాంత దిక్సూచి, గైరో కంపాస్, క్రోనోమీటరు, దిశాదర్శని, రాడార్, లాగ్, నావికా పటములు మున్నగునవి అవసరము. వాటికి వివరములు దిగువన పొందుపరుపబడినవి.

అయస్కాంత దిక్సూచి (మాగ్నటిక్ కంపాస్): దిక్సూచి అయస్కాంత ఉత్తర ధ్రువమునకు తిరిగి ఉండును. సరియైన ఉత్తరమునకు, అయస్కాంత ఉత్తరమునకు గల తేడాను 'పరివర్తనము' అందురు. నౌక అయస్కాంతత్వము కూడ దిక్సూచిని మార్చును. దీనివలన ఏర్పడు తేడాను 'విచలనము' అందురు. విచాలక పట్టీలను అనుస

రించి తేడాను సవరించెదరు. నావికా దిక్సూచిలో దిక్సూచి అట్ట, గిన్నె మొదలగునవి ఉంచు పెట్టె ఉండును. దిక్సూచి అట్ట ఒక అల్యూమినియము వలయమును కలిగి, వర్తుల మధ్యమున ఉన్న అల్యూమినియము గుబ్బకు 32 పట్టుదారములు కలుపబడి ఉండును. వలయము 4 పాదములుగా విభజింపబడి ఉండును. ప్రతిపాదము 11·25 డిగ్రీల పరిమాణమును చేయు 8 చాపములుగా వింగడింపబడును. ఈ చాపములను అర్ధ, చతుర్థ భాగములుగ విభజించెదరు. అట్టక్రింద కేంద్రమునకు ఇరుప్రక్కల సౌష్ఠవముగ 8 అయస్కాంత సూచీలను అమర్చుదురు. ఇవి ఒకదానికి మరొకటి అన్నివలయములకు పట్టుదారములచే కలుపబడి ఉండును. కంపాస్‌గిన్నె పైన - క్రింద గాజుఫలకములచే మూయబడి - గాలి పోనంత బిగువుగ ఉండును. గిన్నె లోతలమునకు తెల్లని పూతపూయుదురు. దీని పైన నౌక శీర్షమును చూపు నల్లని నిలువుగీతను గీసెదరు. ఇది నౌక క్రింద భాగమున ఉన్న దూలమునకు ఒకే రేఖలో ఉండును. దిక్సూచిని, గిన్నెను పెట్టెలో అమర్చుదురు.

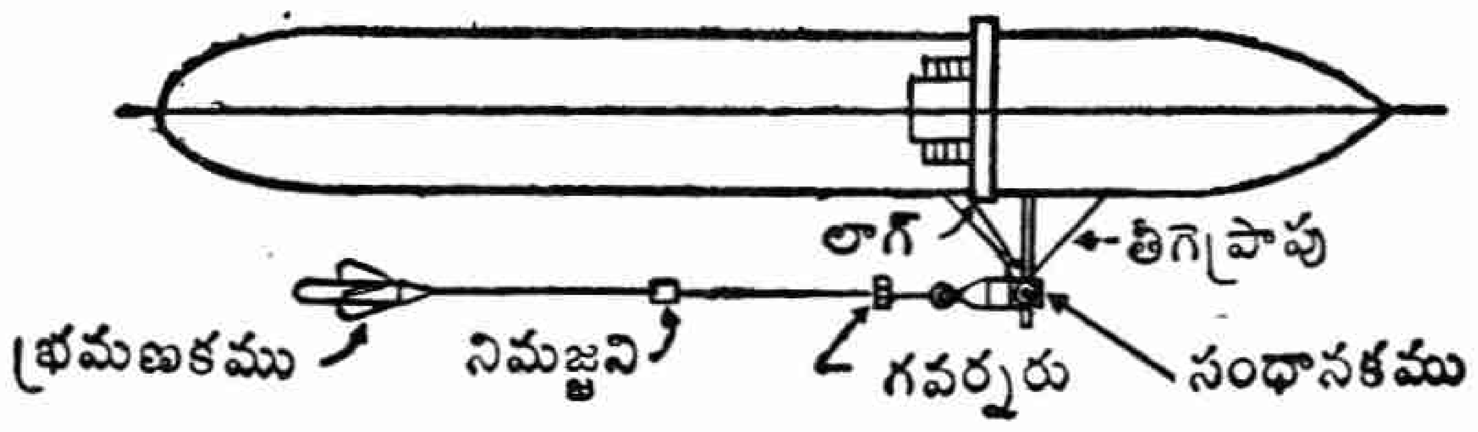
గైరో కంపాస్: వేగముతో తిరుగు ఒక సమతులిత చక్రము జింబల్స్‌లో తిరుగునటుల, వంగునటుల ప్రేలాడగట్టబడిన దాని అక్షము ఒక స్థిరదిశలో నిలబడును. ఇది ఎల్లప్పుడు సరియైన ఉత్తర దిశనే చూపించునట్లు యంత్ర వ్యవస్థద్వారా ఉంచుదురు. చక్రపు ఇరుసుతో ఉత్తర-దక్షిణ రేఖ ఏకీభవించునటుల ఒక దిక్సూచి అట్టను జింబల్స్‌పై ఏర్పాటుచేయుదురు. గైరో కంపాస్‌లో అట్టి ఏర్పాటు కలదు. ఏ దిశనైన కనుగొనుటకు దీనిని ఉపయోగింపవచ్చును. ఇది ఆఘాతము వలన గాని, కంపనము వలన గాని చెడిపోవునంతటి సున్నితమైన సాధనము; అందుచేత నౌకాంగమునకు మధ్యలో అమర్చబడి ఉండును.

క్రోనోమీటర్: ఇది గడియారపు యంత్ర సూత్రముపై పనిచేయు సున్నితమైన పరికరము. ఇది గ్రీన్విచ్ మధ్యమాన కాలమును తెలుపును. స్థానిక కాలమునకు, దీనికి గల తేడా ఆ సమయమున ఏ రేఖాంశముపై నౌక ఉన్నదీ తెలుపును. రేవు పట్టణముల వద్ద దీనిని సరిచూచుచుందురు. తాపక్రమములో వ్యత్యాసము వలన ఇది సూచించు కాలమున తప్పులు వచ్చుచుండును, జంత్రీల సాయముతో ఈ తప్పును సరిదిద్ది, ఖచ్చితమైన సమయమును నిర్ణయింతురు [చూ. క్రోనోమీటరు - పు. 310].

దిశా దర్శని: దీనిలో రెండు స్థిరమైన ఆకాశతంతువు (ఏరియల్) లు ఉండును. ఆకాశతంతువులు, పరికరములు ఒక ప్రత్యేకమైన గదిలో ఉండును. తీరము నందలి ప్రసార నిలయముల నుండి సరియైన సూచనలు గ్రహించెదరు. వాని భౌగోళిక పరిస్థితులు తెలియుటచే, లభించిన సమాచారము వలన నౌకయొక్క సరియైన దిశను నిర్ధారణ చేయవచ్చును.

రాడార్: చూ. రాడార్.

గతిమాపన యంత్రము (లాగ్): నౌకయొక్క వేగమును నిర్దుష్టముగా కొలుచుటకు ప్రత్యేకమైన గతిమాపన యంత్రములు కలవు. నౌకయొక్క వేగమును బట్టి భ్రమణములను చేయు రోటార్ అను భ్రమణకము ఒకటి కలదు [చూ. చిత్రము - 8]. నౌక పయనించిన దూరము, వేగము

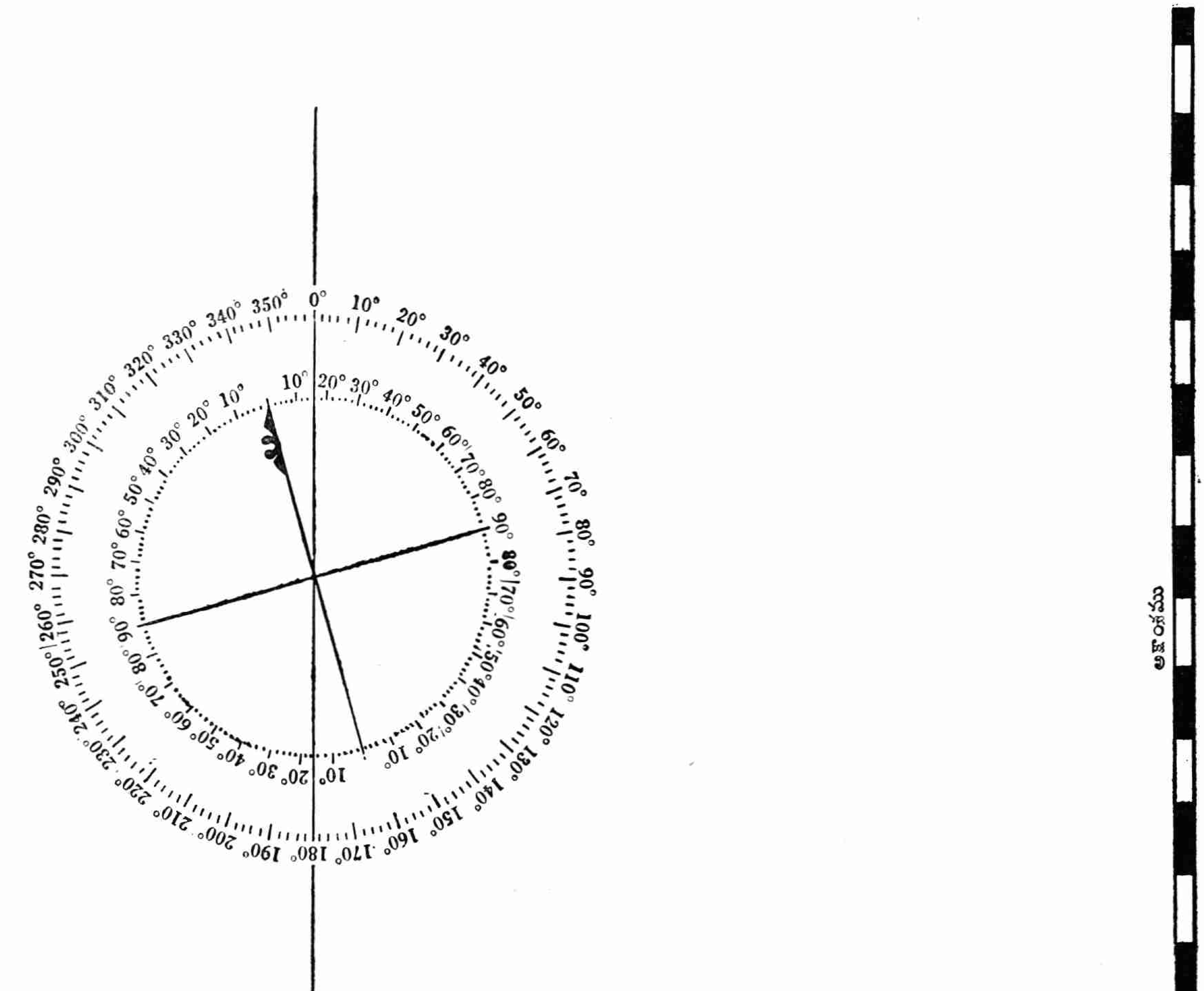


చిత్రము - 8
గతిమాపన యంత్రము (లాగ్)

వరుసగా తెలుపుటకు విద్యుత్తు గతిమాపన యంత్రములు కలవు. ఇంపెల్లర్ భ్రమణముపై కొలత ఆధారపడి ఉండును. గేర్ సహాయమున ఇంపెల్లర్ ఒక షాఫ్ట్‌ను నడుపును. షాఫ్ట్‌నకు ఒక అవరోధము ఉండును. అంతరాయముల సంఖ్యవలన దూరమును, దానినుండి వేగమును కనుగొనవచ్చును. చాక్షుష గతిమాపన యంత్రములు కూడ కలవు. ఇవి తేలికగా, సులభముగా చేరవేయుటకును, ఏస్థితిలోనైనను అమర్చుకొనుటకును వీలుగా ఉండును.

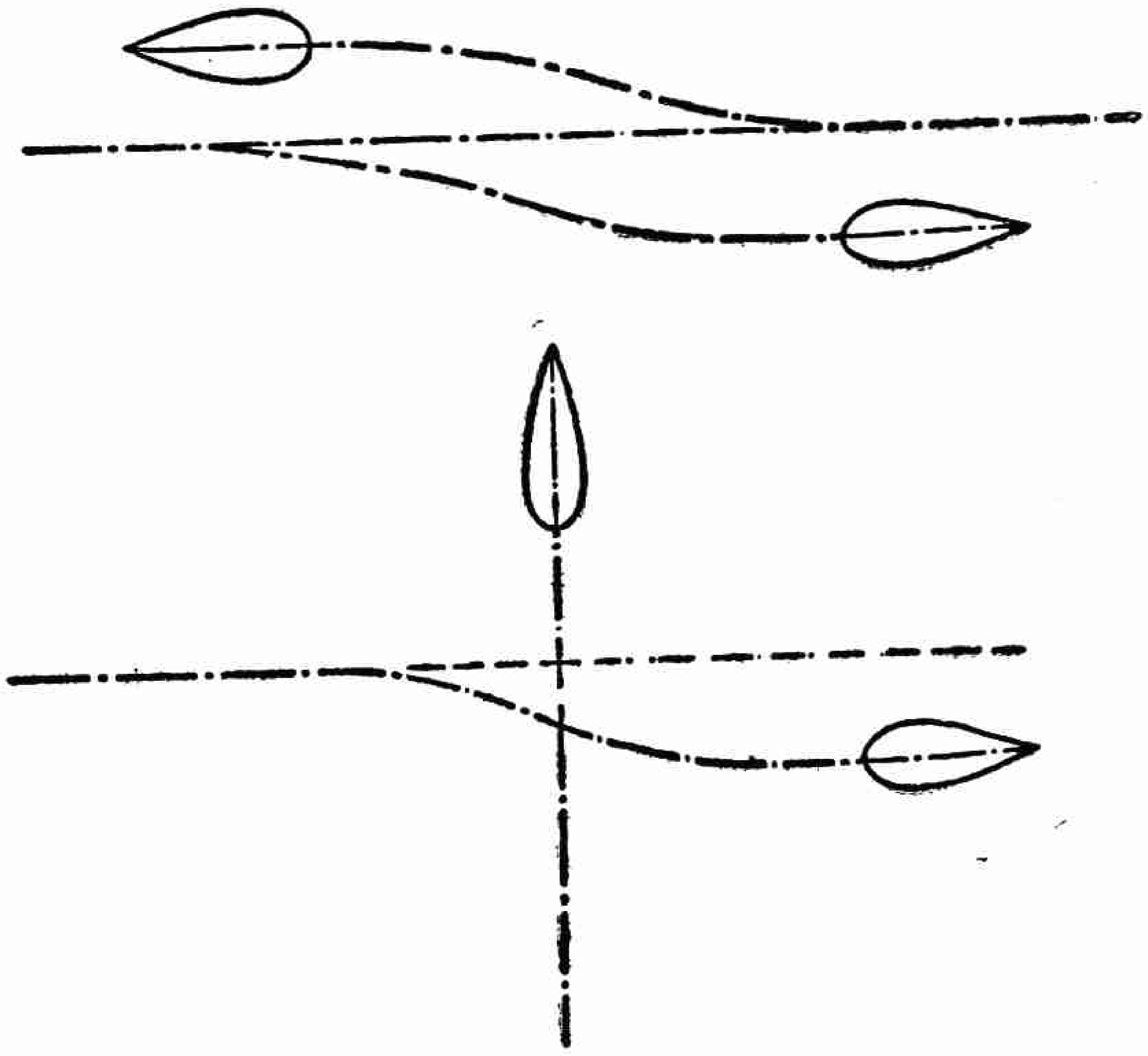
నౌకాయాన పటములు: నౌకలలో ఉండు ప్రత్యేక పటములకు ‘నౌకాయాన పటములు’ అందురు. ప్రతి పటముపైన ఒక్కటిగాని, ఎక్కువగాని దిక్సూచి గుర్తులు పెట్టబడి ఉండును. ప్రతి గుర్తునకు అంకెలు వేయబడి, లోపల, వెలుపల వృత్తములు ఉండును. వెలుపలి వృత్తముపైని చిహ్నములు వాస్తవ దిశలను, లోపలి వృత్తముపైని చిహ్నములు అయస్కాంత దిశలను తెలియజేయును. మార్పులు, వార్షిక వ్యత్యాసములు ఆ వృత్తముపై గుర్తింపబడి ఉండును [చూ. 547 పుటలోని చిత్రము - 4]. చిత్రమునకు ప్రక్కన ఉన్న అక్షాంశ కొలమానము దూరమును తెలుపును. ఈ కొలమానము అక్షాంశముతో మారును. ఖగోళ పరిశీలన వలనగాని, భూ చిహ్నముల వలనగాని తెలియు నౌక స్థితిని పటముపై గుర్తింపవచ్చును. నౌక పోవు మార్గము, వేగమును అనుసరించి నౌక ఉనికిని నిర్ణయింపవచ్చును. ప్రతి పటమునకు కొలమానము మారుచుండును. నౌక ఉనికి మారునపుడు దీనిని గమనించ వలయును.

స్టీరింగ్ నిబంధనలు: నౌక నిర్దిష్ట మార్గమున పయనించుటకు నిశితమగు చుక్కాని (స్టీరింగ్) పట్టవలయును. నౌకలు పరస్పరము ఢీకొను ప్రమాదమునకు లోను కాకుండా చేయుటకు అందుకు ఉద్దిష్టమైన ప్రత్యేక నిబంధనలను పాటించు చుండవలయును [చూ. 548 పుటలోని చిత్రము - 5]. రెండు నౌకలు ఒకే మార్గమున వచ్చునపుడు రెండు నౌకలను వాటి స్టార్ బోర్డ్ ప్రక్కకు చలనమును మార్చవలెను. అట్లు చేయుటవలన రెండును ఒకదానికొకటి పోర్ట్ ప్రక్కన దాటిపోవును. రెండును అట్లు మార్గమును మార్చినపుడు పెద్దధ్వనిని చేయును. రెండు నౌకలు ఒకదాని కొకటి అడ్డుగావచ్చి ఢీకొను ప్రమాదము ఆసన్నములో ఉన్నదనుకొనినపుడు స్టార్ బోర్డ్ ప్రక్కన ఉన్నది దూరమునకు తప్పుకొనవలెను. అవసరమని తోచినపుడు అది వేగమును తగ్గించుటగాని, ఆగుటగాని, వెనుకకు తిరుగుటగాని చేయవలెను. దారి ఇచ్చు నౌక పెద్ద ధ్వనిని చేయును. ఒక నౌక వేరొక నౌక వెనుక నుండి ముందుకు దాటిపోవునపుడు మొదటిది రెండు ధ్వనులను చేయుచు పోవును. నౌకలు సన్నని కాలువ మార్గముగుండా పోవునపుడు స్టార్ బోర్డ్ వైపునే పయనించును [చూ. సమీక్ష - పు. 77; నౌకానిర్మాణము - పు. 539].



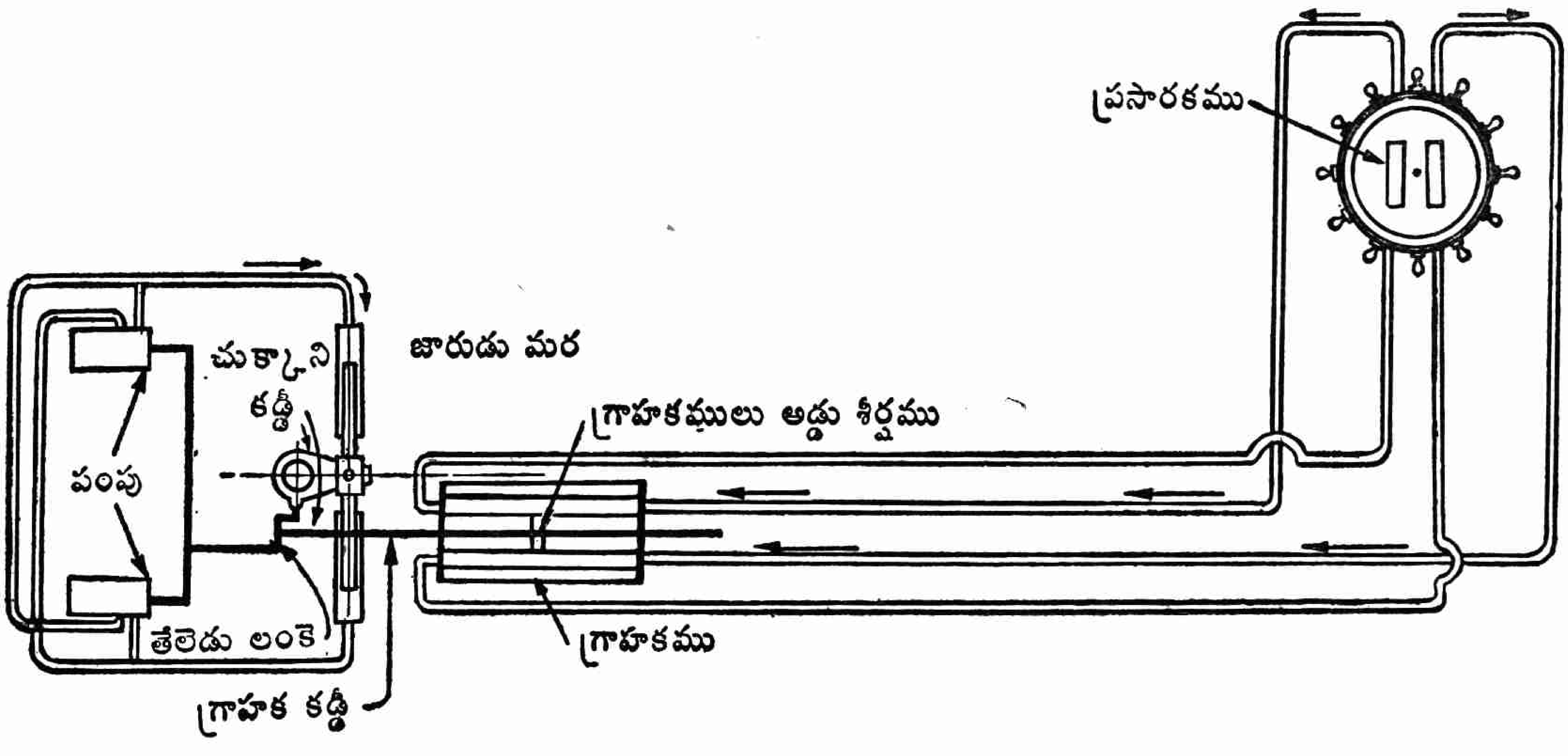
చిత్రము - 4
నావికా పటము

ధ్వని సిగ్నల్‌లు : నౌక పయనించు మార్గమును ఈలల వలనగాని, సైరన్‌ల వలన గాని తెలియజేయవలెను. ఒక హ్రస్వ ధ్వనిని చేయుటవలన నౌక మార్గము స్టార్ బోర్డ్ ప్రక్కకు మారుచున్నదని తెలియనగును. రెండు హ్రస్వ ధ్వనుల వలన నౌక తన మార్గమును పోర్ట్ ప్రక్కకు మార్చుచున్నదని తెలియును. మూడు హ్రస్వ ధ్వనులచే నౌక ఇంజనులు వెనుక భాగమున ఉన్నటుల తెలిసికొనవచ్చును.



చిత్రము - 5
స్టీరింగ్ నిబంధనలు—నౌకలు ఒకదానినొకటి దాటుట

స్టీరింగు : నౌకను టెలిమోటారుచే నడుపుదురు. దీనిలో ఒక ట్రాన్స్‌మిటర్ బ్రిడ్జిపైన ఉన్న ఒక స్టీరింగు చక్రమునకు కలుపబడి ఉండును. గ్రాహకము స్టీరింగు గేర్‌నకు ప్లవనదండము వలన కలుపబడి టెలిమోటారు నందలి భాగముగా ఉండును. టెలిమోటారు స్టీరింగు గేర్‌నకు నియంత్రకముగా పనిచేయును [చూ. చిత్రము - 6]. చక్రమును అపసవ్యముగా త్రిప్పిన పై గొట్టముపై ప్రేషము కలుగును. గ్రాహకములో ఉన్న నాలుగు గుల్లముషలకములపై ప్రేషము ఉండును. ట్రాన్స్‌మిటర్‌నకు ముషలకములు నాలుగు గొట్టములచే కలుపబడి ఉండును. రెండు సిలిండరులు ముషలకములపై జరుగుచుండును. ప్రతి సిలిండరును రెండు భాగములుగా విభజించెదరు. ప్రేషము ముందు భాగముపై ఉండుటచే సిలిండరులు తద్ద్వారా గ్రాహక కడ్డీ వెనుకకు కదులును. చుక్కానికి అమర్చిన కడ్డీపై ఆధారపడి ప్లవనబంధము కదులుచు హైడ్రాలిక్ పంపులను పనిచేయించును. బాల్ జాయింట్‌తో ఒక రామ్‌ను పైకడ్డీ కలుపును. పోర్ట్ ప్రక్కపై ప్రేషము రామ్‌ను స్టార్‌బోర్డ్ ప్రక్కకు జారునట్లు చేయును. దీనివలన చుక్కాని పోర్ట్ ప్రక్కకు తిరుగును. అట్టి పరిస్థితిలో ప్లవనబంధము అభిముఖ దిశలో కదులును. ఆ విధముగ ప్రేషము సమానమై తిరిగిన స్థానములో చుక్కాని స్థిరముగా ఉండును.



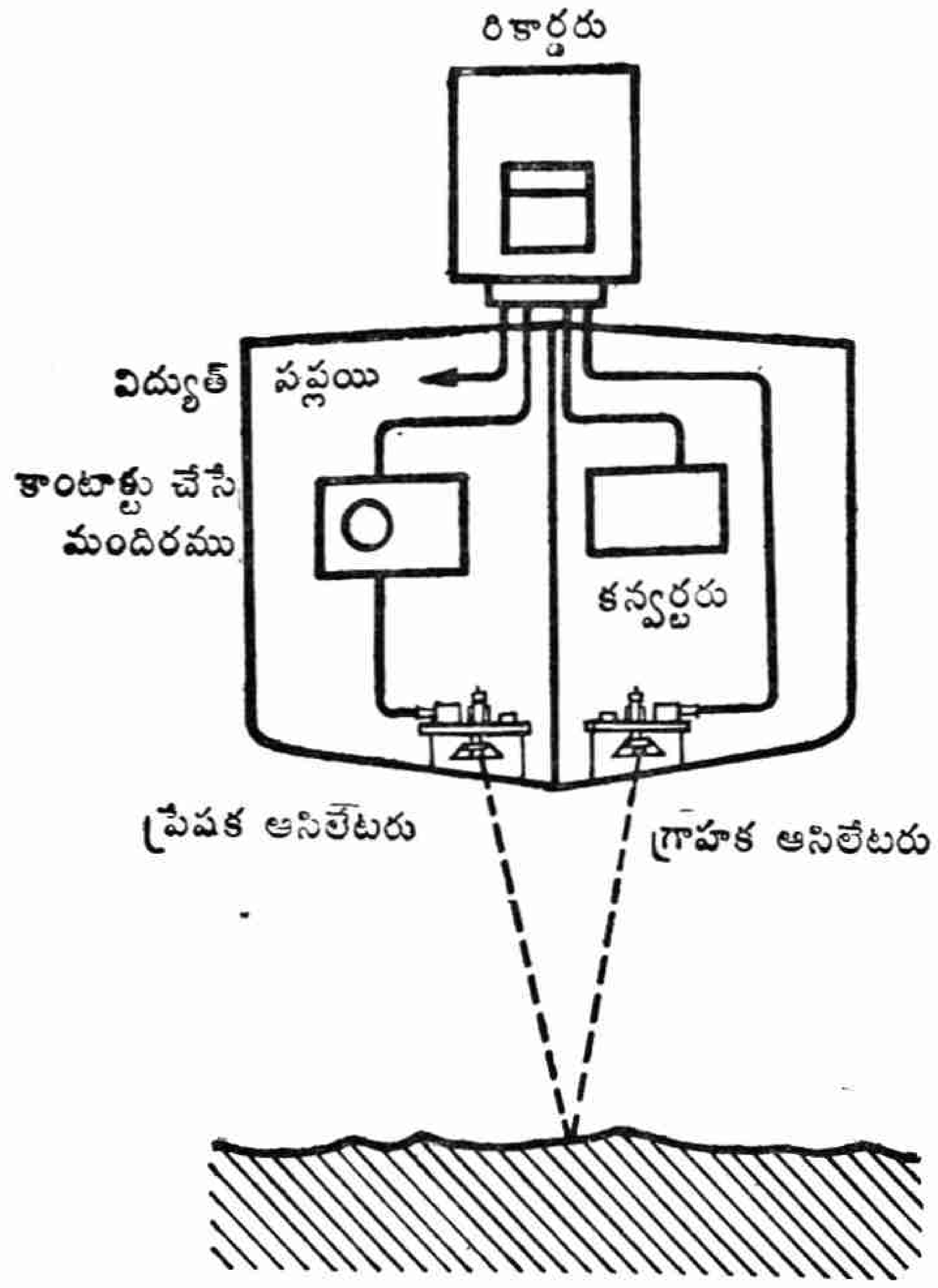
చిత్రము - 6
టెలిమోటారు

స్వతశ్చలిత స్టీరింగు : స్వతశ్చలిత స్టీరింగు, గైరో కంపాస్‌ల వలన నౌకను నిర్ణీత మార్గమున నడుపవచ్చును.

ధ్వని కల్పన : ధ్వని కల్పన చేసి నీటిలోతును కనుగొనుటకు సూత్రములు కలవు. నీటిలో మునిగిన వస్తువు లోతునకు పోయిన కొలది దానిపై పనిచేయు ప్రేషము మారును. ఇత్తడి లేదా రాగి పెట్టెలో ఉన్న గాజు గొట్టము ఒక దానిని సముద్రపు అడుగు భాగమున ముంచుదురు. ఆ నాళము లోపలి భాగముపై రాసాయనిక పూత పూయుదురు. గొట్టము క్రిందిభాగము తెరచి ఉండును. అక్కడ ఉన్న ప్రేషమును బట్టి నీరు గొట్టములోనికి దొచ్చుకొని పోవుచుండును. లోతు మారుచున్న కొలది గాలి ఘనపరిమాణము ప్రతిలోమ నిష్పత్తిలో మారును. ఉప్పు నీటి వలన గొట్టము లోపలి పూతరంగు మారును. దీనివలన గొట్టములో నీరు ఎంతవరకు ఉన్నది తెలియును. యంత్రముపై ఉన్న కొలమానమునకు పోల్చి నీటిలోతును కనుగొన వచ్చును. ధ్వని కల్పనచేయు తీగె ప్రక్కనున్న బూమ్ పై ఉన్న కప్పీగుండా పోవుచుండును. సీసముతో తాపడము చేసిన త్రాడునకు ఇత్తడి పాత్ర వ్రేలాడ గట్టబడి ఉండును. అడుగునకు తెరచిన గాజు గొట్టమును పాత్రలో పెట్టుదురు. బ్రేక్ వదలివేయగనే గొట్టము అడుగునకు పోయి తీగె వదులగును. అపుడు బ్రేక్ సహాయమున తీగెను పైకి లాగుచు గాజు గొట్టము నిలువుగా ఉండునట్లు చూచెదరు.

ప్రతి ధ్వనిని కొలుచు యంత్రము : నీటి అడుగున శబ్దాతీత స్పందనములు కల్పించుటకు ట్రాన్స్మిటరు, అడుగు నుండి ప్రతిధ్వనులను గ్రహించుటకు గ్రాహకము - స్పందనము, ప్రతిధ్వనుల మధ్య కాలమును కొలిచి కాగితముపై గుర్తించుటకు ఒక లేఖకము ఉండును. ట్రాన్స్ మిటరు, గ్రాహకము నౌక అడుగు భాగమునను, లేఖకము బ్రిడ్జి పైనను అమర్చబడి ఉండును. లేఖకము పని చేయుట ప్రారంభించగనే ట్రాన్స్మిటర్, గ్రాహకము వాటి పనులను నిర్వర్తించి లేఖకము వద్దకు స్పందనములను పంపుచుండును. ప్రతి ధ్వనిని కొలుచు యంత్రము అవిచ్ఛిన్నముగా పనిచేయుచుండినచో సముద్రగర్భచిహ్నములు యథార్థముగా గుర్తింపబడును [చూ. చిత్రము - 7].

అలలు : అలలు చంద్రుని, సూర్యుని ఆకర్షణ శక్తి వలన, భూమి గురుత్వాకర్షణ, కేంద్రాపసారి బలముల వలన కలుగుచున్నవి. చంద్రుని ప్రభావము అధికముగా ఉండును. సముద్ర నీటిపై సూర్యుని - చంద్రుని ప్రభావము వలన అమావాస్య, పౌర్ణమి దినములలో అలలు చాలా పైకి లేచుచుండును. వీనిని పోటు అల (స్ప్రింగ్ టైడ్) లు అందురు. చంద్రుడు చతుర్థాంశములలో ఉన్నప్పుడు సూర్యుని ప్రభావము ప్రతికూలించును. క్రిందుగా ఉన్న అలలను పాటు అల (నీప్ టైడ్) లు అందురు. ఉన్నత అలలు అమావాస్య, పౌర్ణమి దినములలో కాక రెండు, మూడు దినముల తరువాత వచ్చుచుండును. అతి ఉన్నత అలలు ప్రపంచములో అన్ని భాగములందును, విషువత్తుల సమయమున వచ్చుచుండును. అలల కంపన కాలము స్థలమును బట్టి మారుచుండును. కొన్ని ప్రదేశములందు 6 గంటలు, మరికొన్నిటియందు 12 గంటలు, వేరు కొన్ని తావులందు 24 గంటల వరకు ఉండును. ఒక దినమందలి నీటి ఎత్తు, మరుసటి దినమందలి నీటి ఎత్తు చాంద్ర దివసముపై ఆధారపడి ఉండును. ఆ దిన పరిమాణము 24



చిత్రము - 7

ప్రతి ధ్వనిని కొలుచు సాధనము

గంటల 49 నిముషములు. అనగా మొదటి దినముకంటె 49 నిముషములు అధికముగా ఉండును. ఖగోళీయ గణనలను అనుసరించి తయారు కాబడిన అలల పట్టికలు ఒక ప్రదేశమందలి అలలను గూర్చి తెలిసికొనుటకు ఉపయోగించును. నౌక ఒక మార్గమున పోవునపుడు అలలను కూడ పరిశీలించవలెను.

రాజరత్నం.

నౌకాయానమున ఎలక్ట్రానిక్ ఉపకరణములు : ఆధునిక యుగమందు ప్రపంచములో పెరిగిపోవుచున్న ప్రయాణముల, విమానపు అధిక వేగముల అవసరములకు అనుగుణముగా అన్ని వాతావరణములలోను విమాన, నౌకా సౌకర్యముల నిర్వహణ - నియంత్రణలకు ఎలక్ట్రానిక్ ఉపకరణముల ఉపయోగము ఆవశ్యకమైనది.

వాతావరణములో అధికముగా మార్పులు కలుగు నౌకాశ్రయములలోను, విమానాశ్రయములలోను ప్రయాణ సూచనలకు ఎలక్ట్రానిక్ సౌకర్యములు ఏర్పాటు కావింపబడినవి. ఒక విమానాశ్రయము పొగమంచుతో కప్పబడి పోయి పరిసరములు కన్పించనపుడు వైమానికుడు (పైలటు) నిరపాయకరముగా విమానమును దించలేడు. మంచుతెర విప్పుకొనువరకు, పరిసరములు బాగుగా కనిపించు వరకు అతడు నిరీక్షించవలసినదే లేదా ప్రక్కనే సమీపమున ఉన్న విమానాశ్రయమున దిగవలసి ఉండును. అట్టి సమయములలో పరిసరములు కనిపించక పోయినను ఎలక్ట్రానిక్ ఉపకరణ సహాయముతో అతి కుశలముగా దిగగలుగుచున్నాడు.

ఇట్లు విమానములు దిగుటకు, బయలుదేరుటకు సహాయపడడముతో పాటు ఆకాశమందు ఉన్న విమానపు ఉనికిని గాని, సముద్ర మధ్యన ఉన్న నౌక ఉనికినిగాని కనుగొనుటకు, దిక్కులను తెలిసికొనుటకు, దూరములను తెలిసికొనుటకు ఉత్సేధములను కొలుచుటకు ముందుగా నిర్ణీతమైన మార్గములో విమానము యొక్కగాని, నౌక యొక్కగాని ప్రయాణమునకు ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములు ఉపయోగింపబడుచున్నవి.

నేడు ఉపయోగములో ఉంటున్న సాధనములు, పరికరములు : రాడార్, రేడియో బీకనులు (రెకాన్), రేడియోరేంజి, డైరెక్షన్ ఫైండింగ్ సరంజామాలు, లోరాన్, షోరాన్, డెక్కా నౌకా విధాన పరికరములు, లాండింగు సౌకర్యములు, గ్రౌండ్ కంట్రోలు మొదలగునవి కలవు [చూ. కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు - పు. 287].

నౌకాయానమున గాని, విమానయానమున గాని ఒక నౌక యొక్క లేదా విమానము యొక్క భద్రతను గూర్చి తెలిసికొనుటకు రాడార్ ఎంతో ఉపయోగపడుచున్నది. ప్రయాణ మార్గములో విమానములు, నౌకలు ఒక దానినొకటి ఢీ కొనకుండా, ప్రతికూల వాతావరణములో నౌకలకు, విమానములకు అపాయములు, ఆఘాతములు కలుగకుండా ఉండుటకు, దగ్గర-దూరములో వస్తువులను సూచించుటకు రాడార్ ఉపయోగపడుచున్నది.

రాడార్ బీకన్ (రెకాన్) : విమానయానమునకు సహకరించుటకు ఎలక్ట్రానిక్ బీకన్ రూపొందింపబడినది. ఒక వస్తువు ఉనికిని, పరిస్థితిని తెలిసికొనుటకు రాడార్‌లో ప్రతిబింబించిన పతనశక్తి వినియోగింపబడుచున్నది. విమానమునుండి వచ్చుచున్న రాడార్ సిగ్నలు చేత ఉద్దీపన చేయబడినప్పుడు రెకాన్‌లో గ్రాహక ప్రేషణి సాంకేతిక సిగ్నలులను పంపును. విమానము రెకాన్ స్టేషన్‌నుండి తన దూరమును, రెకాన్ యొక్క ఉనికిని తెలిసికొనగలుగుచున్నది. ప్రతిబింబితమైన రాడార్ సిగ్నలు చిన్నదగుట చేత తక్కువ శక్తి మాత్రమే ప్రతిబింబించబడును. రెకాన్ ఎక్కువ స్వశక్తిని వినియోగించుచున్నది కాబట్టి విశ్వసనీయమగు సూచనలకు అవకాశము ఉన్నది.

రేడియో రేంజి : రేడియో కేంద్రమునుండి దిఙ్మార్గములను సూచించుచు విమాన మార్గ ప్రమేయము లేకుండ భూమి ఉపరితలమును అనుసరించి మార్గములు ఏర్పాటు చేయబడును. రాడార్ రేంజి కూడ ఇట్లే పనిచేయును. ఇందు నాడీరేడియేషన్ ఉపయోగించబడును. సరళమైన రాడార్ రేంజికి ఒక సమచతురమునకు ఎదురెదురు మూలల రెండుజతల ప్రసారక ఆకాశకము (ఏరియల్) లు లంబముగా ఏర్పటు చేయబడును. మరియొక రకము 90 డిగ్రీల కోణమునకు త్రిప్పబడి ఉన్నది. ఒక జతనుండి మరొక జతకు 'N' అను అక్షరమును, ఒక జతనుండి 'A' అను అక్షరమును, మరొక జతకు పంపుటకు సెకనుకు 200-400 సైకిళ్ల మధ్య పనిచేయు ప్రసారక సాధనమును మీటుదురు. సకాలములో ఈ రెండు సిగ్నలులు అతి వ్యాప్తిని పొందును. ద్విఖండన రేఖమీద రెండు సిగ్నలుల తీవ్రత ఒకే సమముగా ఉన్నచోట ఏకధాటీ సిగ్నల్‌ను వినవచ్చును. వీటితో పాటు ఈ ప్రసారక సాధనముల మధ్య మరియొక అయిదవ ఆకాశకము కూడ ఏర్పాటుచేయబడును. ఇది అనవరతముగా, అవిశ్రాంతముగా ఇతర ప్రసారకములవలెగాక, 1,220 సైకిళ్ల తేడాలలో అన్ని దిక్కులా సమముగా ప్రసరింపజేయును. ప్రసారకేంద్రము పైన ఒక స్వర నిరోధక సూచి ఉండును.

ఈ విధానమునందు ఒక లోపము కూడ కలదు. విమానములో ప్రయాణము చేయుచున్న పైలటు ఆల్టిమీటరు, దిక్సూచి వంటి ఏ ఇతర సాధన సదుపాయములు లేకుండా తాను ఏ చతుష్కములో ఉన్నాడో, ఏ దిక్కుగా ప్రయాణము చేయుచున్నాడో తెలిసికొనుట కష్టసాధ్యము. సెకనుకు 75 మెగా సైకిళ్లు చొప్పున పనిచేయుచూ వివిధ రకములలో మీటబడిన మార్కర్ ప్రసారకములు నాలుగు దిక్కులా వికిరించబడును. ఈ విధముగా ఆకాశమందు ఎగురుచున్న విమానముల ఉనికిని తెలిసికొనుటకు సహాయపడుచున్నది.

తక్కువ పౌనఃపున్య శ్రేణికి ఈ క్రింద లోపములు కలవు : 1. వైమానికునకు అప్పుడప్పుడు మాత్రమే నిర్ధారణలు లభ్యమగును. కాబట్టి, అన్ని సమయములలోను తన స్థితిగతులను తెలిసికొనలేక పోవుచున్నాడు ; 2. ప్రయాణమందు - ప్రత్యేకముగా పర్వత ప్రదేశములలో - మల్టిపుల్

సిగ్నలులు లభించుటచేత ప్రయాణమందు సరియైన సిగ్నలులను గ్రహించుట కష్టము; 3. వర్షము - మంచు గల వాతావరణములందు గ్రహణ శక్తి తగ్గిపోవును. ఒక్కొక్కప్పుడు 32 కి. మీ. వరకూ కూడ తగ్గిపోవును. ఈ లోపములు అన్నియు నేడు ఉపయోగములోనికి ఎక్కువగా వచ్చుచున్న అత్యధిక పౌనఃపున్యము గల ఆమ్నీ డిరక్షన్ రేంజిని ఉపయోగించి అధిగమింపవచ్చును. దీనియందు తక్కువ పౌనఃపున్య విధానమునందుగల లోపములు పరిహరింపబడినవి. ఇంతేగాక, మంచు, వర్షము వల్ల కలిగెడి అంతరాయములను కూడ అధిగమించవచ్చును.

విమానములలోను, నౌకలలోను కూడ వైమానికుడు గాని, నావికుడు గాని ఒక కేంద్రమును అనుసరించి తన ఉనికిని నిర్దేశించుకొనుటకు దిగ్గలేషులు(డిరక్షన్ ఫైండర్స్) ఉపయోగించుకొనుచున్నారు. కాని, ఈ విధానమునందు విమానముగాని, నౌకగాని కేంద్రము ముందున్నదో, వెనుక ఉన్నదో తెలిసికొనలేని విషమస్థితి తెచ్చిపెట్టును. కాని, రెండు కేంద్రముల మధ్య వైమానికుడు, నావికుడు తన ఉనికిని సులభముగా నిర్దేశించకొనగలుగుతున్నాడు. ఇట్టి లోపములను నివృత్తి చేయుటకు రేడియో దిక్సూచి అను ఆధునిక పరికరము ఉపయోగించబడుచున్నది. ఈ రేడియో దిక్సూచి దూరములకు అంతగా ఉపయోగింపక పోయినను విమానాశ్రయమును సమీపించుచున్న విమానలకు ఎక్కువగా ఉపయోగపడును.

లోరాన్ 'గీ' & 'షోరాన్': ముఖ్యముగా నౌకాయానమందు సముద్రమున గల నౌక ఉనికిని తెలిసికొనుటకు 'లోరాన్' * విధానము అనేక విధముల సహకరించుచున్నది. లోరాన్ విశిష్ట లక్షణము: నావికులకు ప్రసార కేంద్రముల నుండి రాత్రిపూట 1400 నాటికల్ మైళ్లు, పగటిపూట 750 నాటికల్ మైళ్లు దూరమునందు కూడ తమ ఉనికిని తెలియజేయ వీలుపడుచున్నది. వాతావరణ పరిస్థితి ఎట్లున్ననూ, నావికుడు లోరాన్ విధానములో తన ఉనికిని అతి కచ్చితముగా 2 లేదా 3 నిముషములలో తెలిసికొనగలుగుచున్నాడు. ఇది సెకనుకు 1,700 కిలో సైకిళ్లు, 2,000 కిలో సైకిళ్లు పౌనఃపున్యములో పనిచేయును. దీనియందు నావికుడు సముద్రము మీద రెండు రేడియో సిగ్నలులను గ్రహించును. నియమితదూరమునందు ఉన్న రెండు ప్రసార కేంద్రములు వీటిని పంపుచున్నది. మొదటి సిగ్నలుకు రెండవ సిగ్నలుకు మధ్య కాలపరిమితిని తెలిసికొందురు. ఇట్లు ఈ సిగ్నలులు కాలపరిమితి చేయబడి ఉన్నప్పుడు, సిగ్నలులు నావికుని చేరగల వ్యవధి, నావికునకు - ప్రసార కేంద్రమునకు గల దూరమునకు సన్నిహిత సంబంధము కలిగి ఉండును. లోరాన్ కేంద్రముల నుండి పంపబడు సిగ్నలులు స్పందనలచే ఏర్పడు సిగ్నలులై ఉన్నవి. ఇవి ఏక ప్రవాహ ప్రసారములు కావు. నియమిత విరామములలో ఏర్పడు శక్తి ప్రసారములు. కాలానుకూలతను తెలిసికొనుటకు, వ్యక్తిగతమగు స్పందనలను తెలిసికొనుటకు స్పందన సిగ్నలు ఉపయోగపడుచున్నవి.

లోరాన్ విధానమునందు నావికునకు రెండు స్థిరప్రసార కేంద్రముల మధ్య గల దూర భేదమును తెలియజేయుట వలన, వ్యక్తిగత దూరములను తెలియజేయక పోవుటచేత చెప్పుకొనదగినంతగా దూరములో మార్పులు కలిగినను భేదము మారదు. రెండు స్థిరమగు ప్రసార కేంద్రముల నుండి ఒకే దూరభేదము గల రెండు బిందువులు హైపర్, బోలా మీద ఉండును. దీనిని లోరాన్ లైను అందురు. కాబట్టి, నావికుడు రెండు ప్రసార కేంద్రముల నుండి లోరాన్ రీడింగులు తెలిసికున్నచో లోరాన్ లైను మీద తన ప్రత్యేక స్థితిని తెలిసికొనగలుగును. మరియొక రెండు ప్రసార కేంద్రముల నుండి లోరాన్ రీడింగులను తీసికొని పరస్పర భేద బిందువును కనుగొనవలెను. ఇది ఉనికి (ఫిక్స్) ని నిర్వహించును. దీని ముఖ్య సూత్రము పుట 552 లోని చిత్రము - 8 లో చూపబడినది.

లోరాన్ వివరములను అక్షాంశముల రేఖాంశముల సంబంధముతో నావికులు సులభముగా గ్రహించుటకు లోరాన్ చార్టులు, పట్టికలు ఏర్పాటు చేయబడి ఉన్నవి. అనుకూలములగు మ్యాపుల మీద సరియైన స్థితి ఎలక్ట్రానిక్ రేఖలచే గుర్తింపబడును. సముద్రమునందు నౌకకు లోరాన్ సహాయపడునట్లే, ఆకాశమునందు విమానమునకు 'గీ' సహాయపడుచున్నది. గీ సెకనుకు 20 మెగా సైకిళ్లు, 50 మెగా సైకిళ్లు పౌనఃపున్యతతో పనిచేయును. 240 కి. మీ. దూరము వరకు అత్యంత ఉపయోగకరముగా ఉండును. గీ విధానములో ఒక ప్రధాన కేంద్రమును ఆవరించుకొని రెండు మూడు ఉపకేంద్రములు వివిధ పౌనఃపున్యములతో పరస్పర సంబంధము కలిగి పనిచేయుచుండును. వైమానికుడు ప్రధాన, ఉపకేంద్రములు చేయు పరస్పర స్పందనలను ప్రత్యక్షముగా గ్రహించి, తన ఉనికిని తెలిసికొనగలుగుచున్నాడు. విమానపు ఉనికిని అతి శీఘ్రముగా తెలిసికొన గలుగుచున్న గీ విధానమునందు పట్టు కాలము లోరాన్‌లో కంటె చాల తక్కువ.

షోరాన్: రాడార్ రెస్పాండర్‌లో రెండు ధ్వని సంజ్ఞల ప్రతిధ్వని సూత్రముపై షోరాన్ పనిచేయుచున్నది. ప్రసార

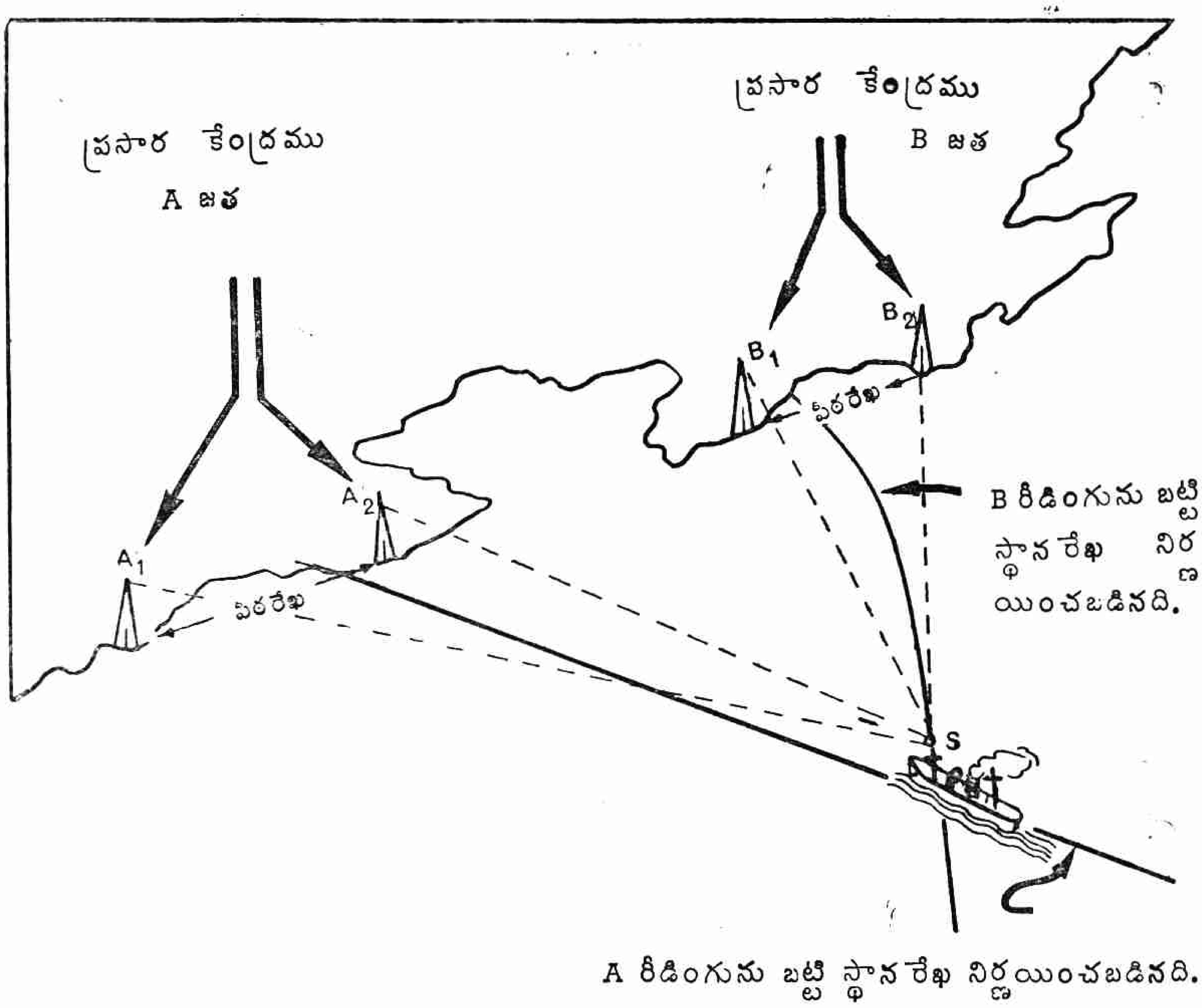
* Long Range Navigation అను మాటనుండి Loran అను పదము ఏర్పడినది.

సమర్థతతో సౌలభ్యముగా కాలమాపనమునకు విశ్వసనీయమైన సాధనములు ఇందు ఏర్పాటు కాబడి ఉండును. షోరాన్ * ఫిక్సింగునందు రౌండ్ ట్రిప్ ట్రాన్స్మిషన్ లైనులు, కొలతలు అవసరము. విమానము నుండి పంపబడు రెండు జతల రేడియో హ్రస్వపౌనఃపున్య స్పందన దూరమును అనుసరించి ఉండును. ఒక్కొక్క శ్రేణి ఒక జ్ఞాత తీర ధ్వని సంజ్ఞ (షోర్ - రాడార్ - రెస్పాండర్ - బీకన్) కేంద్రమును ప్రశ్నించుచుండును. ఇవి తిరిగి విమానమునకు స్పందనలను ప్రసారింప జేయుచుండును. ప్రతి రాడార్ రెస్పాండర్ బీకన్ నుండి వెలువడు ప్రతిధ్వని శ్రేణి స్థిర అర్ధ వ్యాసముతో చాపములను నిర్మించును. ఈ చాప ఖండ బిందువులు విమానస్థానమును తెలియజేయును.

ఇతర విధానములు: కాన్సల్, సోనీ, సోనార్, లెనాస్, డెక్కా, పాపీ, టెలెరాన్, సొఫార్, రాడార్ మొదలగునవి కూడ కలవు.

విమానములు దిగు విధానము: పైన వివరించిన విధానములు అన్నియు ప్రయాణములో ఉన్న విమానమార్గమును మాత్రము సరిజూచుకొనుటకు సహాయపడుచున్నవి. నిర్ణీత విమానాశ్రయములో విమానము దిగుటకు ఎంత మాత్రము ఉపయోగపడవు. ముఖ్యముగా ప్రతికూల వాతావరణములలో విమానము విమాన ఆశ్రయమును గూర్చి తెలిసికొనిన చాలదు. విమానము దిగుటకు భూమార్గమగు రన్‌వేను గుర్తించి దానికి మధ్యగా సరియైన ఎత్తులో దిగుటకు ప్రారంభించవలెను. అట్టి సమయములలో రన్‌వే కన్పించక పోయినను, నిరపాయకరముగా భూమిమీదికి దిగవచ్చును. దానికి ఇప్పుడు ఇన్‌స్ట్రుమెంట్ లాండింగ్ విధానము లేదా భూనియంత్రణాభిగమనము * ఏర్పాటు చేయబడుచున్నది. ఇది కూడా ప్రాతిపదికముగా రాడార్ సూత్రమును అనుసరించియే ఉండును. లాండింగ్ విధానపు సాధనము అతి నిమ్నమైన సీలింగులు ఉన్నప్పుడు, కనుచూపుమేర సంకుచితమైనప్పుడు విమానము నిరపాయకరముగా భూమిమీదికి దిగుటకు ఉపకరించును. అత్యవసర సమయములలో ప్రత్యేకత్వాన్ని పొందుట కంటె అభిగమనములు గాని, భూమపై దిగుటకు గాని వేగోద్రిక్తము చేయుట వలన రద్దీ సమయములలో విమానము గాలియందే ఉంచ వీలగును. దానివలన మంచు పరిస్థితులు, మసక మొదలగువాటి వలన కలిగెడి నష్టములను చాలవరకు తగ్గించుటకు వీలగును.

ఈ విధానమునందు వైమానికునకు నిడివి, లంబ సూచనలు ఈయబడును. విమానపు కాక్‌పిట్‌లో ఒక ప్రత్యేక సాధనమును కూడ అమర్చుదురు. విమానము రన్‌వే మార్గములో పోవుచున్నదా లేదా రన్‌వేకు కుడి, ఎడమ ప్రక్కలకు పోవుచు ఉన్నదా అను విషయమును లంబసూచి సవివరముగ తెలియజేయును. లంబసూచి కుడి, ఎడమ ప్రక్కలకు చలనములేక విశ్రమ స్థానమునందు ఉండునట్లు వైమానికుడు చూచుకొనవలెను. ఇదే విధముగా అడ్డసూచి క్రిందికి పైకి చలించునప్పుడు విమానము అతి క్రిందుగా లేదా అతిఎత్తుగా పోవునట్లు తెలియును. ప్రక్కలకు కదలక మధ్యగా ఉన్నచో వైమానికుడు రన్‌వేకు సరియైన కోణములో దిగుచున్నాడని గ్రహించవలెను. విమాన జారుడు మార్గములో సెకనుకు వరుసగా 108 - 112 మెగా సైకిళ్లు మరియు 330 మెగా సైకిళ్ల పౌనఃపున్యములో పని



చిత్రము - 8

నౌకాయానము ఎలక్ట్రానిక్ ఉపకరణములు.

---

* Short Range Navigation.

* Ground Control Approach - G. C. A.

చేయుచూ, లోకలైజర్ అని చెప్పబడు రెండు ట్రాన్స్మిటర్ల ద్వారా సూచింపబడును. దీనితో బాటు ఈ విధానమందు సెకనుకు 75 మెగా సైకిళ్లలో పనిచేయు బాహ్యపు మధ్య, సరిహద్దు మార్కరులు అని చెప్పబడు 3 ట్రాన్స్మిటర్లుకూడ ఉండును. ఇవి రన్ వే నుండి విమానము యొక్క దూరమును సూచించును. విమానము బాహ్యపు మార్కరు మీద ప్రయాణము చేయుచున్నప్పుడు మార్కరు నుండి సిగ్నలులు విమానమందలి ఎర్రదీపమును ప్రకాశింపజేయును. అప్పుడు వైమానికుడు రన్ వే నుండి సుమారు 7 కి. మీ. (4½ మైళ్ల) దూరములో ఉండునని తెలియనగును. క్రాస్ పాయింటర్లను కేంద్రీకృతము చేసినప్పుడు భూమి మీదనుండి అతడు 300 మీ. (1000′) ఎత్తున ఉండును. మధ్య మార్కరును విమానము దాటినప్పుడు అంబరు రంగు దీపమును ప్రకాశింపజేయును. అప్పుడు విమానము రన్ వే చివరనుండి 1,050 మీ. ± 75 మీ. (3,500′ ± 250′) దూరములో 75 మీ. (250′) ఎత్తున ఉన్నట్లు తెలియును. విమానము లోతట్టు లేదా సరిహద్దు మార్కరును దాటినప్పుడు తెల్లని దీపము ప్రకాశింపజేయును. అప్పుడు రన్ వే నుండి 15 మీ. (50′) ఎత్తున 75 మీ. ± 15 మీ. (250′ ± 50′) దూరములో ఉన్నట్లు సూచించును. గ్లైడుపాత్ (జారుడు మార్గము) సాధారణముగా 2 మరియు 2 3/4 డిగ్రీల కోణములో ఉంచబడును. విమానము ఈ మార్గమును బట్టిన అభిగమనము నుండి సుమారు 228 మీ. (750′) దూరములో [1,832 మీ. (6000′) నిడివిగల] రన్ వేతో సంబంధము ఉంచుకొనిన నిరపాయకరముగా దిగును.

భూ నియంత్రణాభిగమనము: ఈ విధానమందు విమాన కేంద్ర నియంత్రణ స్తంభమునందున్న గ్రౌండ్ కంట్రోలర్ ముందు స్తంభములకు 48 కి. మీ. దూరములో ఆకాశమందున్న విమానములు అన్నియు రాడార్ స్క్రీన్ (తెర) మీద ఛాయలుగా పడును. దీని సహాయముతో విమానమును క్రిందికి దింపనగునని వార్తను పంపును. విమానము నిరపాయకరముగా దిగగల భారము గ్రౌండ్ కంట్రోలర్ దై ఉండును. వైమానికుడు కంట్రోలర్ సూచనలను అనుసరించుచుండును. విమానము దిగునప్పుడు వైమానికునకు, కంట్రోలర్ కు పరిసరములందలి ఇతర విమానములు బాగుగా కన్పించు అవకాశము ఉండుటచే సంఘర్షణలు నివారింపబడును [చూ. ఆసిలోగ్రఫీ - పు. 224].

జి. సు.

నౌకాశ్రయ నిర్మాణము: చూ. హార్బర్ ఇంజనీరింగు.

పంకశిలలు (సెడిమెంటరీ రాక్స్): ఇవి అతః పూర్వపు శిలలు- చూర్ణీభవనము మూలమున విసంయోజన, విసంఘట్టన చెందుటవలనను, ఆ శిథిల శిలాద్రవ్యముల రవాణా, నిక్షేపణముల ఫలితముగను ఏర్పడు శిలలు. కాబట్టి, ఇవి గౌణశిలలు. వీటి నిర్మాణ ప్రక్రియ అంతయు భూపృష్ఠపు ఉపరితలమునందే కొనసాగును.

భూమి మీది శిలల చూర్ణీభవనమునకు, పంకముల, పంకశిలల నిర్మాణమునకు శీతోష్ణములు, నీరు, కొంతవరకు సూక్ష్మజీవులు కారణభూతములు. భూపృష్ఠపు ఎగువ ప్రాంతములలోను, వాతావరణపు దిగువ ప్రాంతములలోను సూర్యకాంతివలన తాపక్రమములో (ఒత్తిడిలో కూడ) కలుగు విస్తార వ్యత్యాసముల మూలమున అనాచ్ఛాదిత ఉపరితలములు కల శిలలు శీఘ్ర సంకోచ, వ్యాకోచములకు గురియై బీటలు వేయుచుండును. కాలక్రమమున ఈ బీటలు పరిమితిలోను, సంఖ్యలోను విస్తరించి, చివరకు శిలలు ముక్కలక్రింద, సూక్ష్మరేణువుల క్రింద శిథిలములు అగును. ఈ శిథిల ద్రవ్యములలో నీటిలో కరగు లవణములు కొన్ని, కరగని అవశిష్ట ద్రవ్యములు (బంకమన్ను, ఇసుక, గులకరాళ్లు మొ.) కొన్ని సమ్మిళితములై ఉండును. తరువాత నీరు ఆ శిథిల ద్రవ్యములను పల్లపు నేలలకుగాని, ప్రశాంత ప్రదేశములకు గాని కొట్టుకొని పోవును. నీట కరగని అవశిష్టద్రవ్యములు యాంత్రికముగ నీటిలో తేలియాడుచు, దూరము హెచ్చినకొలది పరిమాణమున తరగిపోవుచు, కొట్టుకొని పోయి, ప్రవాహవేగము మందగించుటతోడనే అనువగుచోట నిక్షేపింపబడి మేటవేయును. ద్రావ్యలవణములు నీటిలో విలీనములై ద్రావణరూపమున ప్రవాహ రూపమున బడిపోయి, వేరొకచోట - సామాన్యముగ సముద్రమున - కొన్ని రాసాయనిక ప్రతిక్రియలకు లోనై, అద్రావ్యములుగా మారి నిక్షేపింపబడును. కొన్ని లవణములు అత్యున్నత ద్రావ్యములు అయినచో అవి పరిస్థితులు అనుకూలించి, ద్రావణముల నుండి నీరు ఇగిరిపోయినపుడు మాత్రమే నిక్షేపింపబడును. ఈ ప్రక్రియల వలన పలురకముల పంకములు (సెడిమెంట్లు) తయారగును. కాలక్రమమున అవి ఇతర విధముల అక్కడ చేరిన మరికొన్ని ద్రవ్యములను కూడ కలుపుకొని, మంద మెక్కి, ఆరిపోయి గట్టిపడుట జరుగును; తదుపరి సాంద్రీభవనము, పునస్స్ఫటికీకరణము మున్నగు శిలీభవన (డయాజెనిటిక్) ప్రక్రియల ద్వారా సమీకృతములై పంకశిలలుగా రూపొందును.

పై వివరణను బట్టి పంకశిలల నిర్మాణములో తాపక్రమమునకు, ఒత్తిడికి అంతగా ప్రాధాన్యము లేదనియు,

పంకములుగా నిక్షేపింపబడు శిథిల ద్రవ్యములను మోసికొని పోవు నీటియొక్క స్వభావమునకే అత్యధిక ప్రాధాన్యము ఉండుననియు విశదము కాగలదు. నీటి నుండిగాని, ద్రావణములనుండిగాని నిక్షేపింపబడినవని సూచించు గుర్తులు పంకశిలలపై గోచరించును. సాధారణముగ స్తరీకరణము లేదా పొరలు పొరలుగ ఉండుట పంకశిలల స్వాభావికము. అగ్నిశిలల కంటె అవి సాపేక్షముగ అల్ప కఠినములు. రూపాంతరీకరణము వలన విశేషముగ మారిపోవక ఉన్న పక్షమున పంకశిలలను అగ్నిశిలల నుండి తేలికగా గుర్తింపవచ్చును.

వర్గీకరణము: నిర్మాణప్రకారము, స్వభావము, సంఘట్టనము ప్రాతిపదికలుగా పంకశిలలను స్థూలముగ ఇటుల వర్గీకరింపవచ్చును: 1. శకలిత (క్లాస్టిక్) శిలలు: యాంత్రిక విసంయోజనము, నిక్షేపణము - వీటి ఫలితముగ ఏర్పడునవి. ఉదా: ఇసుకలు, కంకరలు; 2. మృత్తిక శిలలు: కొంతవరకు తేలియాడుచు, కొంతవరకు కరగి నీట కొట్టుకొనిపోవు అతిసూక్ష్మరేణువుల నిక్షేపణమువలన ఏర్పడినవి. ఉదా; బంకమన్నులు, జిగట మట్టిరాయి (షేల్), ఆర్జిల్లైట్లు; 3. రాసాయనిక అవక్షిప్తములు: ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణముల ద్వారా ద్రావణముల నుండి నిక్షిప్తములైనవి. ఉదా: సున్నపురాయి; డోలమైట్; ఇనుము, మాంగనీస్ లవణములు (ఆక్సీకరణము వలన); నేలబొగ్గు, చమురు (ఆక్సీహరణము వలన); 4. బాష్పీకృతములు (ఇగురగొట్ట బడినవి): నీరు మున్నగు ద్రావకములు పూర్తిగా ఇగిరిపోవుట వలన గాని, ద్రావకము ఇగిరిపోవుటచే అతిసంతృప్తములైన ద్రావణముల నుండి నిక్షేపింపబడినవి. ఉదా: ఉప్పుపాతరలు, జిప్సమ్, రాతి ఉప్పు; 5. జీవజన్యములు (బయోజెనిక్స్): సూక్ష్మజీవుల ప్రవృత్తివలన ఏర్పడినవి. ఉదా: నేలబొగ్గు, చమురు.

జీవుల అవశేషములు ప్రోగుపడి ఉండి, అనుకూల పరిస్థితులలో అవి శిలలుగా రూపొందవచ్చును. ఇవి పంకశిలలలో ఒక ప్రత్యేకవర్గము. ఉదా: గవ్వసున్నపురాయి.

భూపృష్ఠము యొక్క మొత్తపు ద్రవ్యరాశితో పోల్చి చూచినచో పంకశిలలకు గల ప్రాముఖ్యము సాపేక్షముగ తక్కువ. అయితే, అవి భూమి ఉపరితలమున ఎక్కువ మేర విస్తరించి ఉండును. శిలలన్నియు పంకనిక్షేపణ వలననే రూపొందునని ఒకప్పుడు కొందరు భావించిరి. కాని, శిలా నిర్మాణమునకు ఆగ్నేయాదికారణములు కూడ కలవని తరువాత నిరూపింపబడెను [చూ. పు. 145; శిలాశాస్త్రము].

వి. బి. ఆర్.

పంచదార ఉత్పత్తి: చూ. చక్కెర - పు. 342.

పంటకాలువలు: చూ. సమీక్ష - పు. 51.

పగులు: చూ. స్తరచ్యుతి.

పట్టు పరిశ్రమ: బట్టలనేతకు పనికి వచ్చు దారములలో పట్టుదారము ప్రకృతిలో అద్భుతమైనది; అద్వితీయమైనది. కావుననే నూతనముగా వెలుగులోనికి వచ్చుచున్న దారములకు దాని గుణములు కలిగించుటకు ప్రయత్నములు జరుగుచున్నవి. సామాన్య పరిభాషలో పట్టుకాయ అని పిలువబడు తన కీటకకోశము (కుకూన్) ను నిర్మించుకొనుటకు పట్టుపురుగు ఉత్పత్తిచేయు ప్రోటీన్ పోగు 'పట్టుదారము' అని పిలువబడును. పట్టును వాణిజ్య స్థాయిలో తయారు చేయుటకు పూతిక (మల్బరీ) పట్టు పురుగులను వినియోగింతురు. అవి బొంబిక్స్‌మోరీ అను ఒక రకపు పట్టుపురుగుజాతికి చెందినవి. ఎరీ, టసార్, ముగా అను అడవి పట్టులు కూడ కొన్ని కలవు.

చరిత్ర: పట్టుపరిశ్రమ నాలుగువేల ఏండ్లకుముందే చీనాలో ప్రారంభమయ్యెను. సుప్రసిద్ధ చీనా చక్రవర్తి హుయాంగ్ - టీ (క్రీ. పూ. 2640) పట్టపురాణి సిలింగ్ పూతిక చెట్లను, పట్టు పురుగులను పెంచి, పట్టు కాయల నుండి పట్టుదారమును తీయుటను విలాసక్రీడగా ప్రవేశపెట్టిన నాటినుండి చీనీయుల ఆర్థిక జీవితములో పట్టు పరిశ్రమ ఒక ప్రధాన భాగమయ్యెను అని చరిత్ర చెప్పుచున్నది. ప్రాచీన చీనాలో సంపన్నులు పట్టువస్త్రములను మార్పిడి వస్తువులుగా వాడుచుండిరి. అనేక శతాబ్దముల పాటు ఆ దేశీయులు పట్టుపరిశ్రమను గుప్తముగా ఉంచిరి. క్రీ. శ. 300 ప్రాంతముననే పట్టుపరిశ్రమకు సంబంధించిన పరిజ్ఞానము కొరియాగుండా జపానులోనికి చాటుగా ప్రాకినది. క్రీ. శ. 4 వ శతాబ్దమున ఒక చీనా రాకుమారి పట్టుపురుగు గ్రుడ్లను, పూతిక చెట్టు విత్తనమును భారతదేశమునకు రహస్యముగా కొనివచ్చెననియు, ఆమె వాటిని తన మేలి ముసుగు యొక్క అంచులో మరుగు పరచి తెచ్చెననియు తెలియవచ్చినది. భారతదేశమున గంగా, బ్రహ్మపుత్రా నదుల మధ్యగల ప్రాంతములో పట్టు కృషి తొలిసారిగ నెలకొనినదని తెలియుచున్నది. కాని, భారతదేశమున క్రీ. పూ. 400 నాడే పట్టు, పట్టు వస్త్రములు వాడుకలో ఉండెడివని సంస్కృత వాఙ్మయము నిరూపించుచున్నది. పట్టు పరిశ్రమ చీనానుండి స్థల మార్గమున పడమటి దిశగా పర్షియా, మధ్య ఆసియా, గ్రీస్, ఇటలీ, స్పెయిన్, పోర్చుగల్ దేశములకు ప్రాకినది. కాలక్రమమున ఇతర యూరప్ దేశములు కూడ పట్టు యొక్క అద్భుతోపయోగముల గూర్చి తెలిసికొని, ఆ

పరిశ్రమను ప్రారంభించినవి. వాటిలో ఫ్రాన్స్ ప్రముఖ దేశము. నేటికిని యూరప్‌లో పట్టును రూపొందించుట యందును, పట్టువస్త్రముల నేతయందును ఫ్రాన్స్ అగ్రగామి దేశములలో స్థానము సంపాదించినది. పట్టుపరిశ్రమ

పట్టిక - 1 : **1964** లో వివిధ దేశములలో పట్టుకాయలు, పట్టుదారముల ఉత్పత్తి

దేశము	పట్టుకాయలు (టన్నులు)	ముడిపట్టు (టన్నులు)
చీనా	75,000	7,000
ఫ్రాన్స్	41	6
భారతదేశము	23,279	1,466
ఇటలీ	4,225	560
జపాను	1,11,648	19,458
సోవియట్ రష్యా	30,617	2,900
దక్షిణ కొరియా	5,849	787
ఇతర దేశములు	11,341	323
వెరశి	2,62,000	32,500

బ్రిటనులో 17 వ శతాబ్దమందే ఆరంభమయ్యెను. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 17 వ శతాబ్ది మొదటనే ప్రవేశించినను పట్టు కృషి ఆదిలో అంతగా పురోగమింపలేదు. మీదు మిక్కిలి అది 1839 లో పెద్ద దెబ్బతిని తరువాత తిరిగి కోలుకొనలేక పోయినది. అమెరికా అంతర్యుద్ధము ముగిసిన నాటినుండి పట్టు వ్యాపారములో జపానుదే పై చేయి అయినది. పట్టు ఉత్పత్తియందు నేడు జపాను తరువాత వరుసగా చీనా, ఇండియా, ఇటలీ, ఫ్రాన్స్ దేశములు ప్రాధాన్యమును ఆర్జించినవి.

పట్టు పురుగు తన పట్టుకాయను నిర్మించుకొనునపుడు తన తలలోని గ్రంథులనుండి చిక్కని ద్రవమును స్రవించును. ఇటుల స్రవించిన ద్రవములో పట్టు (ఫిబ్రోయిన్), పట్టు జిగురు (సెరికిన్) అను రెండు ఘటకములు ఉండును. ఈ రెండును గాలి తగులుట వలన గట్టిపడి పట్టుపోగుగా ఏర్పడును. ఈ రెండు పోగులు జిగురువలన ఒక దానితో ఒకటి అంటుకొనిపోగా ఏర్పడినది. ఒంటి పోగును 'బ్రిన్' అనియు, జమిలి పోగులను 'బేస్' అనియు వ్యవహరింతురు. రెండవదాని పొడవు 400 - 1500 మీ. మధ్య ఉండును. పట్టుపురుగు యొక్క జీవిత కాలములోని దశలు క్రమముగా 1. గ్రుడ్లు పెట్టుట; 2. గ్రుడ్లను పొదుగుట; 3. పూతికచెట్టు ఆకులు ఆహారముగా గొని గొంగళి పురుగువలె తయారగుట; 4. తన చుట్టును కీటకకోశమును (పట్టు కాయను) అల్లుకొనుట; 5. కేశస్థస్థితిని పొందుట; 6. పట్టుకాయను ఛేదించుకొని దానినుండి మరల పట్టు పురుగుగా వెలువడుట. పట్టునూలు తయారు చేయుటకు పట్టుపురుగు పట్టుకాయనుండి వెలువడక, లోన ఉన్నపుడే దానిని చంపివేయవలెను. లేనిచో అవి పట్టుకాయను చీల్చుకొని వెలువడునపుడు మిగుల నిడువుగా ఉండు పట్టుపోగులు తెగిపోవును. ఇటుల పురుగును చంపి పట్టుకాయనుండి పట్టు దారమును తీయుదురు. చీల్చబడిన పట్టుకాయలనుండి, పట్టు వేస్ట్‌నుండి కూడ పట్టుపోగులను తీసి, వాటిలోని జిగురును తొలగించి, దారముగా వడుకుదురు.

ధర్మములు : సూక్ష్మదర్శిని క్రింద పరిశీలించినచో పట్టు నున్నని కడ్డీవంటి పోగువలె కనిపించును; పోగు తన పొడవున అక్కడక్కడ కొంచెము ఉబ్బి ఉండును. పట్టు యొక్క స్పర్శ వెచ్చగను, ఉల్లాసకరముగను ఉండును. అది ప్రత్తికంటె, ఉన్నికంటె దృఢమైనది. చెమ్మను పీల్చుట అను అద్వితీయధర్మము పట్టునకు పెట్టిన పేరు. అది చిమ్మటలు మొదలగు పురుగులను నిరోధించ గలదు. దాని విశిష్టగురుత్వము 1·3. కాల్చినచో అది మంట లేకుండ రగిలి, కాలిన వెంట్రుకలవలె వాసనకొట్టి మాడిపోవును.

పట్టిక - 2 : భారతదేశమున **1951** నుండి **64** వరకు పట్టు ఉత్పత్తి (టన్నులలో)

సం॥ రము	మల్బరీ పట్టు	ఇతర పట్టు	పట్టు వేస్ట్	
			మల్బరీ రకము	ఇతర రకములు
1951	879	261	461	167
1952	788	266	391	171
1953	885	272	430	164
1954	1,079	278	502	170
1955	1,092	329	512	202
1956	1,036	337	514	223
1957	1,113	357	545	228
1958	1,140	388	582	237
1959	1,141	374	539	199
1960	1,154	345	581	181
1961	1,242	390	599	237
1962	1,401	380	633	205
1963	1,409	472	631	215
1964	1,466	476	694	229

సాంద్ర ఆమ్లములు, ఆల్కలీలు పట్టునకు చెరుపు చేయగలవు. అయితే, సాధారణ కార్బన్ ద్రావకములకు అది లొంగదు.

ఉత్పత్తి : కీటకకోశమునకు చుట్టుకొనిన పట్టుపోగులను విప్పి తీయు ప్రక్రియకు రీలింగు అని పేరు. ఈ పని 'ఫిలేచర్' అనబడు రీలింగు ఫ్యాక్టరీలో జరుగును. ఇందు 5-6 కీటకకోశములను వేడినీటిలో తడిపి, చక్కగా కుంచెతో తుడిచి, తరువాత పట్టుపోగులను సమీకరించి, వాటిని నూలు కండెలకు చుట్టుదురు. ఇది ముడిపట్టు. దీనితో వస్త్రములు నేసి వ్యాపారము చేయుదురు. వస్త్రములుగా నేయుటకు ముందు ముడిపట్టును పేనవలయును. రెండు మూడు పట్టుదారములను జతచేసి పేనుదురు. దీనికి 'జమిలి నూలు' అని పేరు. ప్రత్తి మొదలగు దారములతో వస్త్రములు నేయు విధముననే పట్టు బట్టలను కూడ నేయుదురు. ఇందు పడుగు (వార్ప్), పేక (వెఫ్ట్) అను రెండు జతల దారములను ఒకదానికి ఒకటి లంబముగా కూర్చి మగ్గములు అను సాధనములపై నేయుదురు.

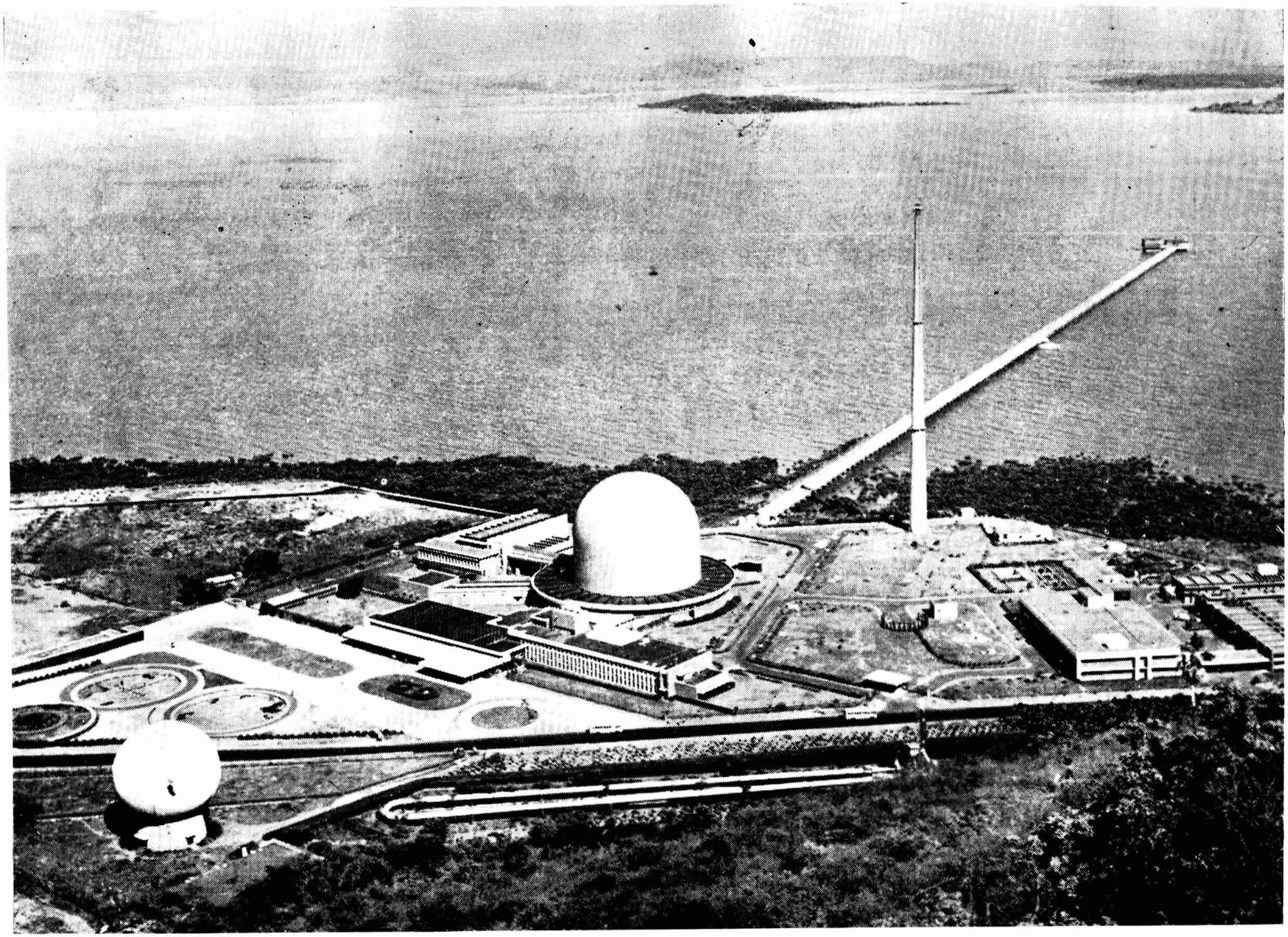
నేత పని పూర్తియైన పిదప పట్టు వస్త్రములకు 'జిగురు తొలగింపు '(డీ గమ్మింగ్)' అను ప్రక్రియను కావింతురు. ఇందు ముడిపట్టును అంటుకొని ఉండు సెరికిన్ జిగురు తొలగింపబడును. ఆ తరువాత పట్టు నూలుకు రంగువేయవచ్చును ; పలు పద్ధతులలో మెరుగు పెట్టవచ్చును. ఇందుకు అనుసరింపబడు ఆర్ద్రి ప్రక్రియలలోని మౌలిక సూత్రములు ఇతర రకముల వస్త్రముల వాటివలెనే ఉండును. పట్టు సహజముగనే మెత్తగా, ఉల్లాసకరముగా ఉండును. కాబట్టి, దానికి తుది మెరుగులు అంతగా దిద్దనక్కర లేదు. తూకము అనునది అన్నిటికన్న ఎక్కువ ప్రధానమైన తుది మెరుగు. ఇందు పట్టు బట్టలకు జిగురు తొలగింపువలన వాటి తూకములో ఏర్పడు నష్టమునకు పరిహారముగా వాటి తూకమును హెచ్చించుట జరుగును.

పట్టిక - 3 : భారతదేశమున పట్టు దిగుమతులు, ఎగుమతులు

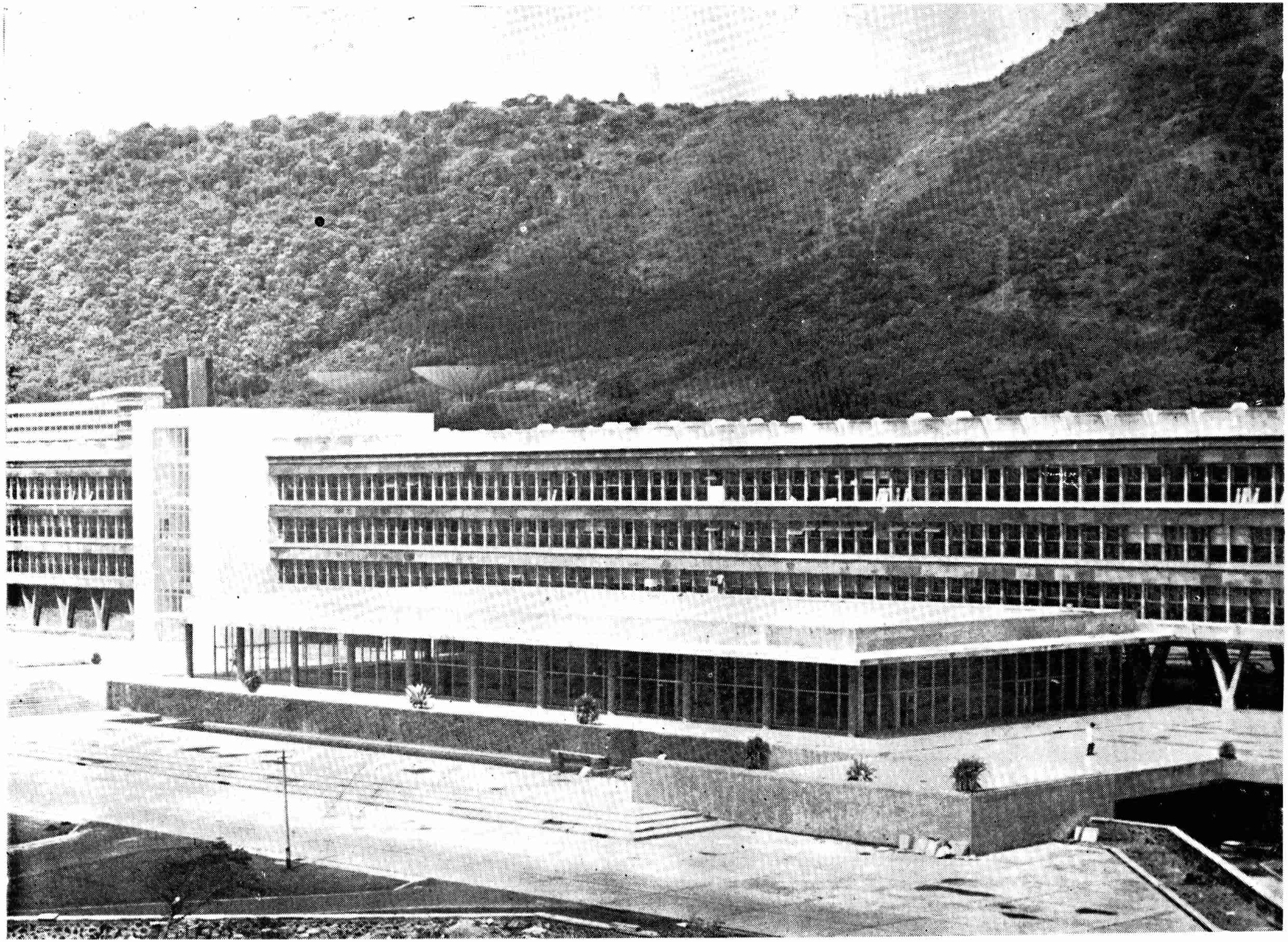
సంవత్సరము	దిగుమతులు				ఎగుమతులు			
	ముడిపట్టు		వడికిన పట్టు		పట్టు వేస్ట్		పట్టు వస్త్రములు	
	మొత్తము (కి. గ్రా.లు) వేలలో	విలువ (రూ॥ లు) వేలలో	మొత్తము (కి. గ్రా.లు) వేలలో	విలువ (రూ॥ లు) వేలలో	మొత్తము (కి. గ్రా.లు) వేలలో	విలువ (రూ॥ లు) వేలలో	మొత్తము (కి. గ్రా.లు) వేలలో	వెల (రూ॥ లు, వేలలో)
1951	527	26.032	27	926	432	3,721	208	1,616
1952	161	8,310	12	508	231	1,404	179	1,602
1953	106	5,471	9	203	526	3,051	181	1,707
1954	164	7,500	22	714	228	1,107	78	932
1955	209	9,187	15	425	391	2,163	180	2,391
1956	49	2,045	23	740	633	2,608	200	2,580
1957	150	6,997	18	444	326	3,271	210	1,795
1958	56	2,481	4	132	119	1,020	353	3,155
1959	150	5,983	8	255	369	2,767	828	7,384
1960	108	4,604	28	1·092	524	3,042	920	8,136
1961	106	5,751	18	752	785	4,802	728	6,706
1562	112	6,212	,,	,,	752	5,960	892	8,607
1963	100	7,765	,,	,,	604	4,299	1,589	15,182
1964	103	6,276	,,	,,	382	2,578	1,410	13,851

ప్రజామోదమును పొందిన పట్టుబట్టల రకములు;ఆర్మ్గరీ, బరాతియా, బంగళైన్, బ్రోకేడ్, క్రేపు, చిఫన్, డెమాస్క్. డైపెర్, పౌలర్డ్, జార్జెట్, గ్రాస్ గ్రెయిన్, హాబుటాయ్, జెర్సిరీ, మార్విసెట్టీ, మిలనీస్, మొయిరీ, ఆర్గండీ, ప్లష్, పొంగీ, పాప్లిన్, రెప్, సాటిన్, షాన్టంగ్, సురా, టఫేటా, టల్లీ, వేలూర్, వెల్వెట్, వాయిల్ మున్నగునవి.

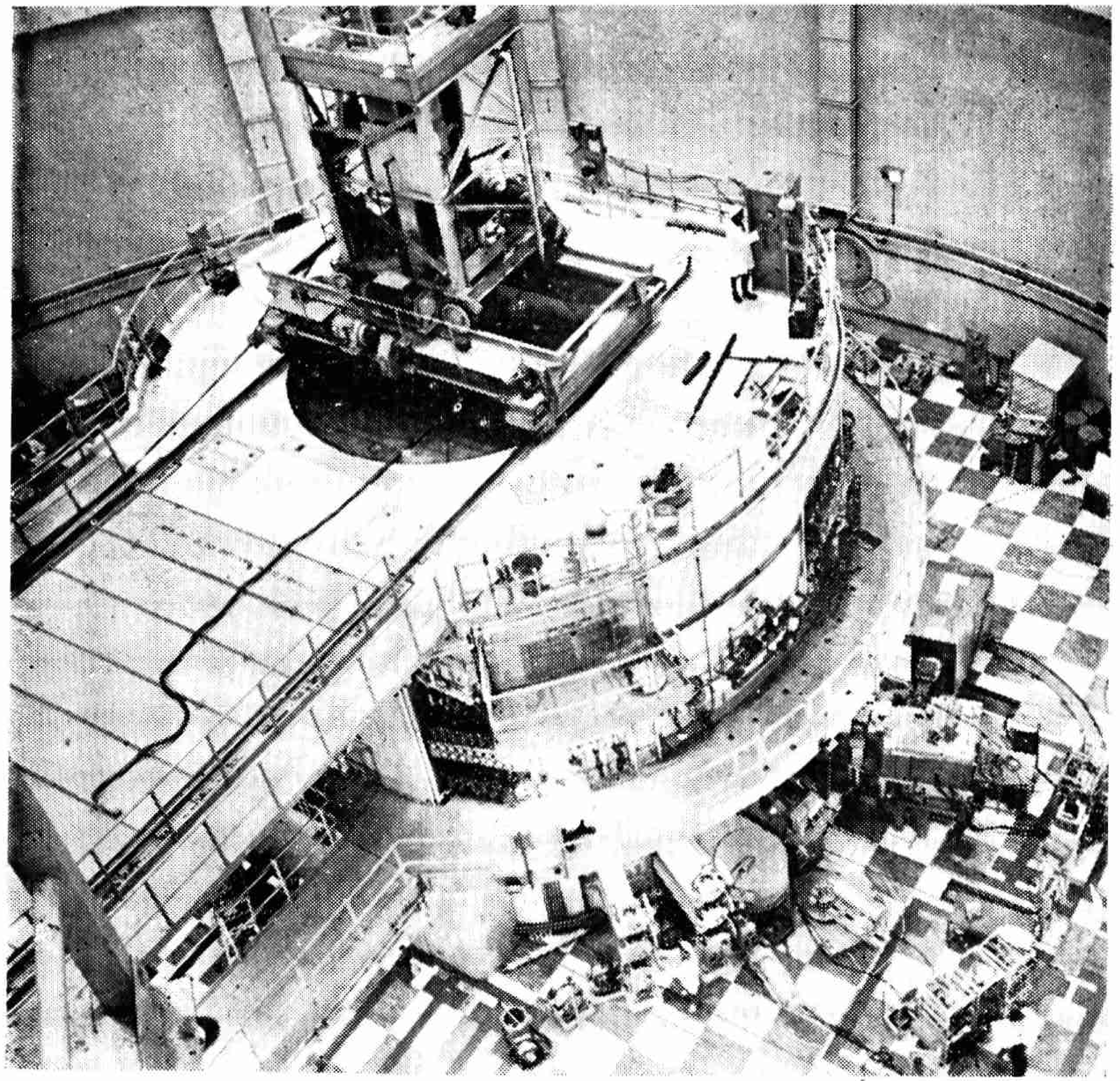
ఉపయోగములు : పట్టు వస్త్రములతో స్త్రీలకు, పిల్లలకు తయారు చేయబడు దుస్తులు మున్నగువాటిలో ముఖ్యమైనవి : చీరలు, రవికలు, జాకెట్‌లు, ఫ్రాక్‌లు,



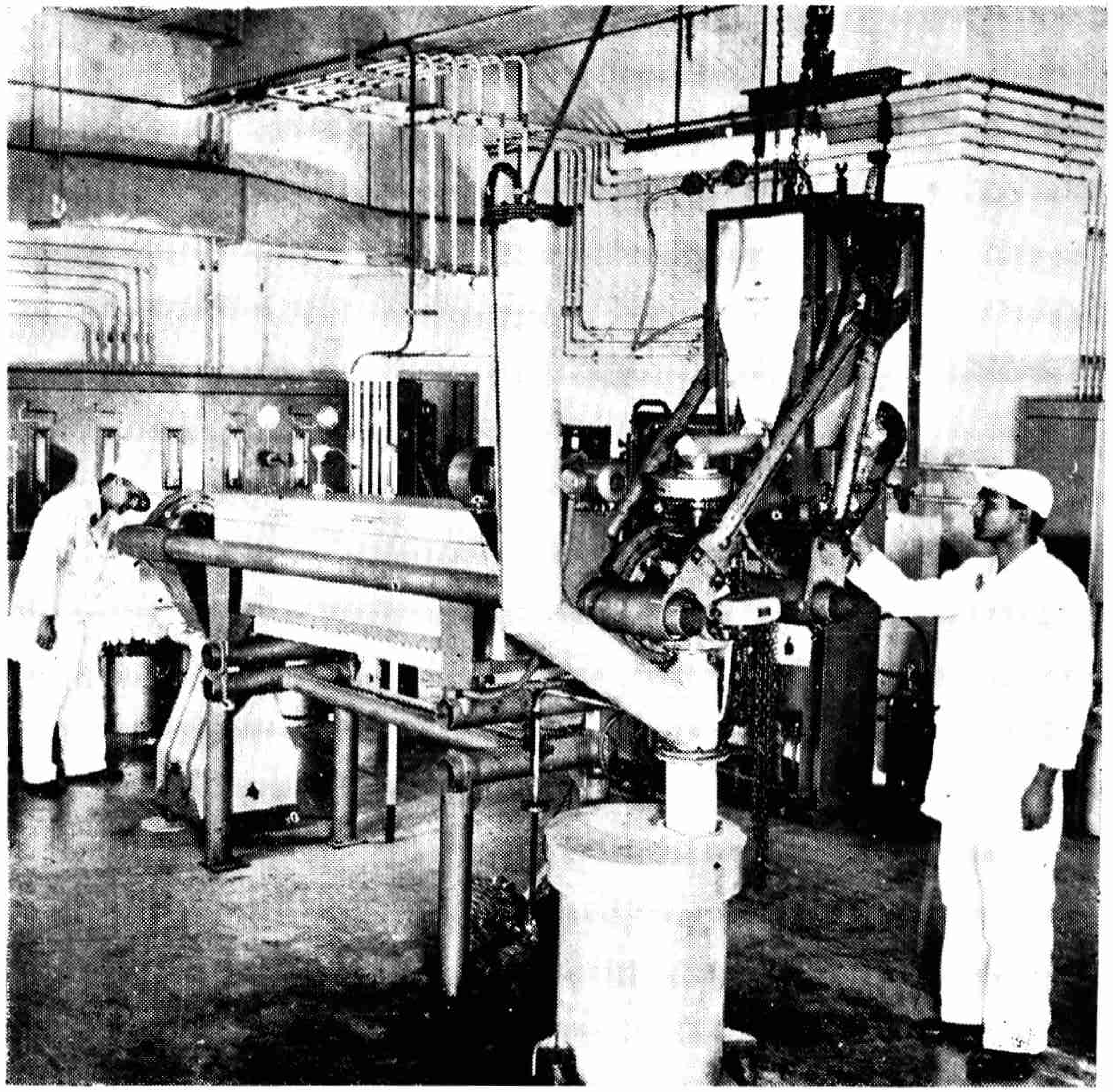
బొంబాయి సమీపమున ఉన్న ట్రాంబేలోని పరమాణుశక్తి పరిశోధన కేంద్రము, భాభా అటామిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్. దీర్ఘ వృత్తాకారమున ఉన్న గోపురము - సిరస్ అనబడు అటామిక్ రియాక్టరు చూడనగును.



పరమాణుశక్తి పరిశోధనా కేంద్రమున మాడ్యులర్ లేబొరేటరీ, ట్రాంబే, బొంబాయి.



సిరస్ (Cirus) రియాక్టర్ (ట్రాంబే - బొంబాయి)



యురేనియమ్ ధాతు సాధన వ్యవస్థ (ట్రాంబే - బొంబాయి)

పరమాణు శక్తి కేంద్రమున ఆపరేటింగ్ గ్యాలరీ, ట్రాంబే, బొంబాయి.

గౌనులు, సూటులు, స్కార్ఫ్‌లు, చేరుమాళ్ళు, మేజోళ్ళు, లుంగీలు, పైజామాలు, మిల్లినరీ, సంచులు, గ్లోవ్‌లు, స్లాక్‌లు, బెల్టులు, రోబ్‌లు, రిబ్బనులు, లేసులు, తెరలు మున్నగునవి. పురుషుల వాడకమునకు తయారగునవి: సూట్‌లు, జాకెట్‌లు, స్లాక్‌లు, ఆటల లాల్చీలు, మేజోళ్లు, బెల్టులు, లాగులు, బనియనులు, లైనింగులు, టైలు మున్నగునవి. ఇంతేకాక ఇండ్లలో వాడబడు పరదాలు, జాలరులు, కుర్చీలు మొదలగువానిపై వేయు మెత్తలు, తెరలు, జడ అల్లికలు, పరుపుగుడ్డలు మున్నగునవి పట్టు బట్టలతో తయారగును. కుట్టు దారము, ఎంబ్రాయిడరీ వస్తువులు, విద్యుద్బంధక సామగ్రి, జల్లెడలు, కాట్రిడ్జ్ సంచులు, జెండాలు, బంటింగ్‌లు, టెన్నిస్ నారలు, వాద్యముల తంత్రులు, జోళ్ళ లేసులు, విగ్‌లు మున్నగునవి కూడ పట్టుతో తయారగును.

పట్టుబట్టల వాడకము - జాగ్రత: పట్టు బట్టలను ఉతుకునపుడు, చలువ చేయునపుడు చాల జాగ్రత తీసికొననిచో అవి చెడిపోవును. వేడి నీరు, వేడి ఇస్త్రీపెట్టెలు, ఘాటు సబ్బులు పట్టు వస్త్రములను చెడగొట్టును. వెచ్చని నీరు, అట్టే వేడిమి లేని ఇస్త్రీపెట్టె, ఘాటులేని సబ్బును వాడవలెను. ఉతుకునపుడు బట్టను ఎక్కువగా తోముట, పెన వేయుట, పిడుచుట పనికిరాదు ఉతికిన తరువాత దానిని తడిని పీల్చు గుడ్డలో చుట్టబెట్టి, నీడపట్టున ఆరబెట్టవలెను; కొద్దిగా ఆరిన పిదప దానిని ఒక మాదిరి వేడిమి కల ఇస్త్రీ పెట్టెతో అదిమి సాపు చేయవలెను. రంగు పట్టు బట్టలను తెలుపు పట్టు దుస్తులతోగాని, తెలుపు చేయబడిన వాటితోగాని కలిపి ఉతుకరాదు.

పరీఖ్.

పరమాణుశక్తి (న్యూక్లియర్ పవర్): పరమాణు గర్భము లేదా కేంద్రకమునుండి విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పాదించుట ఇటీవలెనే వెలుగు చూచిన నవీన ప్రక్రియ. ఇందుకు న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ * అను పరికరము ఉపయోగింపబడును. ఆ పరికరమును గూర్చి వివరముగా తెలిసికొనుటకు మొదటిమెట్టుగా అది పని చేయు సూత్రమును బోధపరచు క్రింది మౌలిక సత్యముల గుర్తింపు అవసరము.

రేడియో ధార్మిక స్వభావము కల పరమాణువు ఆల్ఫా (α) కిరణములనుగాని, బీటా (β) కిరణము (ఎలక్ట్రాన్) లతో సహా గామా (γ) కిరణములను గాని ఉద్గారించును. ఆల్ఫాకిరణములు హీలియమ్ పరమాణువులనియు, బీటా కిరణములతోపాటు అవియు కణములు అనియును వెల్లడి అయినది [చూ. సం. 2 - పు. 199]. గామాకిరణములు X - కిరణములవలె అత్యంతము కురుచైన విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగములనియు, కణములు కావనియు తేలినవి [చూ. సం. 2 - పు. 319].

పరమాణు కేంద్రకములో ప్రోటాన్‌లు, న్యూట్రాన్‌లు అను రెండు భిన్న రకముల కణములు ఉండును. ప్రోటాన్ (హైడ్రోజన్ కేంద్రకము)లు ధనావిష్టకణములు. న్యూట్రాన్‌లు ఇంచుమించు ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి అంత ద్రవ్యరాశి కలిగి, ఎట్టి విద్యుదావేశము లేని కణములు. కేంద్రకములోని ప్రోటాన్‌ల, న్యూట్రాన్‌ల, పరివేష్టిత ఎలక్ట్రాన్‌ల వెరశి ద్రవ్యరాశియే పరమాణు ద్రవ్యరాశి అగును. కేంద్రకములోని ప్రోటాన్‌ల సంఖ్య లేదా కేంద్రకమును పరివేష్టించు ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య పరమాణ్వంకము (అటామిక్ నంబర్) అగును.

యురేనియమ్ పరమాణు కేంద్రకమును మరొక న్యూట్రాన్ కణముచే ఘట్టించి చీల్చినచో దానినుండి రెండు పెద్ద ఇతర పరమాణు కేంద్రకములు, అనేక న్యూట్రాన్‌లు వెలువడును. ఈ పరమాణు విదళన (న్యూక్లియర్ ఫిషన్) సమయమున శక్తి విపరీతముగ విడుదల అగును.

హైడ్రోజన్ పరమాణు కేంద్రకమువంటి కొన్ని లఘు మూలద్రవ్య కేంద్రకములు కరగి పరస్పర సంశ్లేష చెందుట వలన పరమాణు విలయనము (న్యూక్లియర్ ఫ్యూషన్) సంభవించును; తత్ఫలితముగాకూడ శక్తి విడుదల అగును.

హైడ్రోజన్ వాయువును మహోన్నత తాపక్రమములకు వేడి చేసిన ఎడల తాప పరమాణు విలయనము (తెర్మోన్యూక్లియర్ ఫ్యూషన్) సంభవించును. ఈ ప్రక్రియ ఫలితముగనే సౌరశక్తి జనించుచున్నది.

ఐన్‌స్టయిన్ ద్రవ్యరాశి - శక్తి సంబంధము: తన సాపేక్షతావాదము [చూ. సం. 2 - పు. 730] ను అనుసరించి ద్రవ్యరాశిని శక్తిగను, శక్తిని ద్రవ్యరాశిగను మార్చవచ్చుననియు, ద్రవ్యరాశి (మాస్) శక్తుల సంబంధమును $E = mc^2$ అను సమీకరణముచే నిరూపించవచ్చుననియు 1905 లో ఐన్‌స్టయిన్ ప్రకటించెను. పై సమీకరణములో E = అర్గ్‌లలో శక్తి; m = గ్రాములలో ద్రవ్యరాశి; c = కాంతివేగము = 3×10^{10} సెం. మీ/సెకను. కాబట్టి, ద్రవ్యరాశి m లో ఒక మిల్లీగ్రాము తగ్గినచో ఎంత శక్తి (E) విడుదల అగునో క్రింద చూపిన విధమున లెక్కకట్టవచ్చును:

$E = 0.001 \times (3 \times 10^{10})^2 \; 9 \times 10^{17}$ అర్గ్‌లు.

$= 9 \times 10^{10}$ జౌల్‌లు = 9000 కోట్ల జౌల్‌లు.

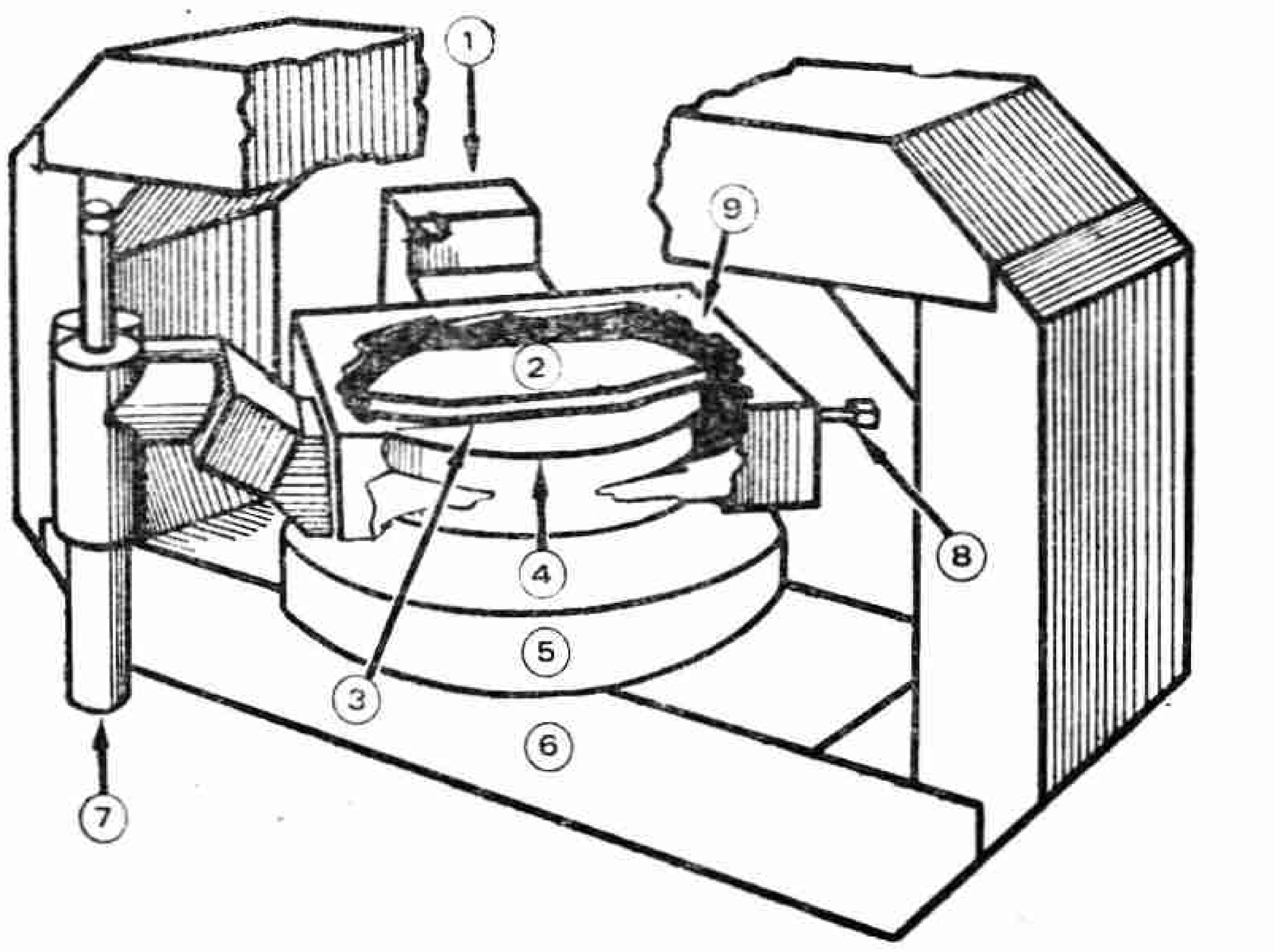
ఒక 100 వాట్‌ల విద్యుద్దీపము సెకనుకు 100 జౌల్‌ల శక్తిని ఉపయోగించుకొనును. అనగా అది గంటకు $60 \times 60 \times 100 = 0.036$ కోట్ల జౌల్‌ల శక్తిని వాడును.

* ఇందు పరమాణు, న్యూక్లియర్ పదములు సమానార్థకములు.

అందువలన 9,000 కోట్ల జౌల్‌ల శక్తి వలన 100 వాట్‌ల శక్తి కల 2,50,000 దీపములు ఒక గంటసేపు వెలుగ గలవు. కాబట్టి, ఒక మిల్లీగ్రాము ద్రవ్యరాశిని తగ్గించి, దానిని అంత అపారమైన శక్తిగా మార్చవచ్చును. నేలబొగ్గు గాలిలో కాలునపుడు ఆక్సీకరణము అను రాసాయనిక ప్రక్రియా ఫలితమయిన ఎలక్ట్రాన్‌ల వినిమయము (ఇంటర్ ఛేంజ్) వలన శక్తి విడుదల అగును. కాని, ఇందు నేలబొగ్గు, ఆక్సిజన్ ద్రవ్యరాశులలో అణీయ భాగము మాత్రమే తగ్గి శక్తి చాల తక్కువగా విడుదల అగును. కావున, జ్వలనము చాల మందకొడి శక్త్యుత్పాదనచేయు ప్రక్రియ. ఒక పరమాణుకేంద్రము గనుక విశ్లథనము చెందినచో జ్వలనము నందుకన్న ఎన్నో మడుగులు ఎక్కువగా శక్తి ఉద్భవించును. ద్రవ్యరాశులలో తగ్గుదల అధికతరముగా ఉండుటయే అంతటి అపారశక్తి విడుదల అగుటకు కారణమని సోపపత్తికముగ క్రిందివిధమున నిరూపింపబడును.

రేడియో ధార్మికతపై జరుపబడిన ప్రయోగములలో ఒక పరమాణు కేంద్రకము విశ్లథనము చెందినపుడు ఆల్ఫాకణములవంటి శక్తిమంతములైన కణములు వెలువడినవి; ద్రవ్యరాశిలో వచ్చిన తగ్గుదల ఉత్పాదింపబడిన శక్తికి సంఖ్యా రీత్యా సమానమని తేలినది. కాబట్టి, ఆ ప్రయోగములు ద్రవ్యరాశి - శక్తి సంబంధసూత్రమును రుజువు చేసినవి. ద్రవ్యరాశి శక్తికి రూపాంతరము అని నిరూపించుటయే ఐన్ స్టయిన్ సూత్రము యొక్క పరమార్థము. ఒక ప్రతిక్రియలో పాల్గొను ద్రవ్యముల ద్రవ్యరాశులు నిత్యము అని అనినచో దానికి మొత్తము శక్తి కూడ ఒక స్థిరాంకము అని అర్థము. ఆక్సిజన్ యొక్క పరమాణు ద్రవ్యరాశి (అటామిక్ మాస్) 16 పరమాణు ద్రవ్యరాశి యూనిట్లు అని గ్రహింపబడినది. ద్రవ్యరాశిని శక్తిగను, అటులనే శక్తిని ద్రవ్యరాశిగను పరివర్తింప జేయ వీలగును గనుక పరమాణు ప్రతిక్రియలలో శక్తి మార్పులను పరమాణుద్రవ్యరాశి యూనిట్లలో (ప. ద్ర. యూ.) తెలియపరచుట పరిపాటి అయినది.

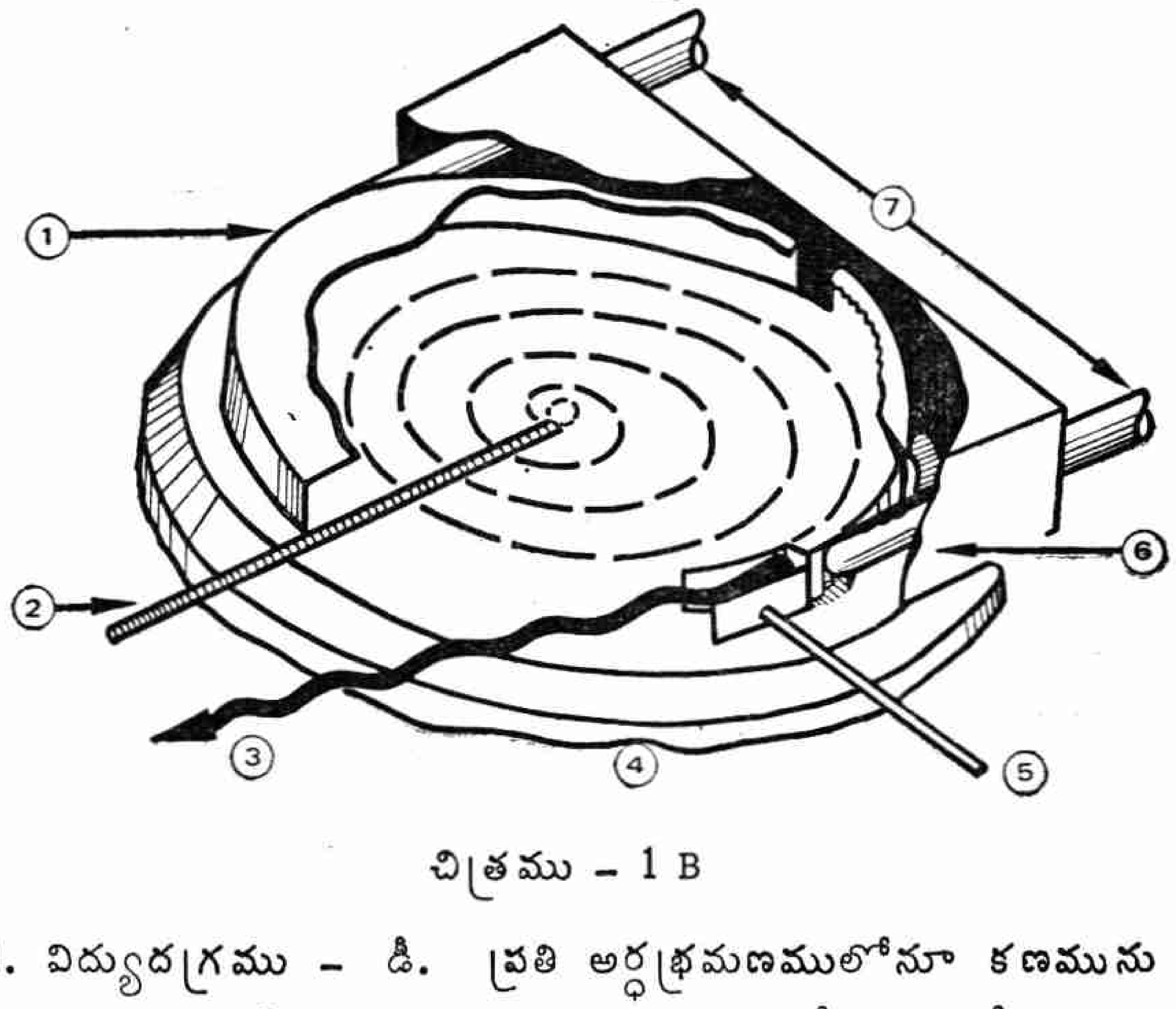
బంధనశక్తి: పరమాణు కేంద్రకకణములు-ప్రోటాన్‌లు, న్యూట్రాన్‌లు - న్యూక్లియాన్‌లు అని పేర్కొనబడును. ఇవన్నియు కలిసి అజ్ఞాత స్వభావమైన ఒక శక్తిమంతమైన బలమునకు లోబడి సూక్ష్మ ఆయతన పరిధిలో ఉండును. కాబట్టి, ఈ న్యూక్లియాన్‌లను విడదీయుటకు కొంత శక్తిని ప్రయోగించవలసి వచ్చును. ఈ శక్తికి కేంద్రకబంధనశక్తి అనిపేరు. చిత్రము 1 *a*, 1 *b* లలో కేంద్రకమును బద్దలు కొట్టుటకు ఉపకరించు ఒక పరమాణు విదళన యంత్రముల నమూనాలు చూపబడినవి. కేంద్రకము యొక్క ద్రవ్యరాశి అందుండి విడదీయబడు న్యూక్లియాన్‌ల మొత్తము



చిత్రము - 1 A

1. ఆసిలేటరు, రోటరీ కండెన్సరు యూనిట్; 2. డీ, D; 3. అయనుల ఉత్పత్తి కేంద్రము; 4. దిగువ అయస్కాంతము - ధ్రువతలము; 5. దిగువ వేష్టనము; 6. 4,000 టన్నుల విద్యుత్తు అయస్కాంతము; 7. ఆయిల్ డిఫ్యూషన్ వాక్యూమ్ పంపులు (2); 8. లక్ష్యమును తోడ్కొని పోవు అన్వేషకము; 9. వాక్యూము టాంకు.

ద్రవ్యరాశి కంటె తక్కువగా ఉండవలెను. రెండు ద్రవ్యరాశుల వ్యత్యాసమే ఐన్ స్టయిన్ సూత్రము ప్రకారము బంధనశక్తి అగును. ఉదా: ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్



చిత్రము - 1 B

1. విద్యుదగ్రము - డీ. ప్రతి అర్ధభ్రమణములోనూ కణమును త్వరించును; 2. అయనులను ఉత్పత్తి చేయు కేంద్రము. సైక్లోట్రాన్ మధ్యలో కేంద్రక కణములను ఉత్పత్తి చేయును; 3. పుంజము; 4. దిగువ అయస్కాంత ధ్రువము; 5. విచాలకము- అయస్కాంత విచలన విధానమున మందిరమునుండి కణములను తోడివేయును; 6. వాక్యూము టాంకు - కణగమనమునకు అడ్డుతగులు గాలి అణువులను తీసివేయును; 7. అత్యధిక వోల్టేజీ కంపకము 'డీ' విద్యుదగ్రములకు ఆవర్తి విద్యుత్తును అందించును.

ద్రవ్యరాశులు క్రమముగా 1·0076, 1·0090 పరమాణు ద్రవ్యరాశి యూనిట్లు అని నిర్ణయింపబడినవి. కార్బన్ కేంద్రకము $6C^{12}$ లో 6 ప్రోటాన్‌లు, 6 న్యూట్రాన్‌లు కలవనియు ; ఆ కేంద్రకపు ద్రవరాశి 12·0038 పరమాణు ద్రవ్యరాశి యూనిట్లు అనియు తెలియవచ్చినది.

		ప. ద్ర. యూ.
6 ప్రోటాన్‌ల ద్రవ్యరాశి	= 6 × 1·0076 =	6·0456
6 న్యూట్రాన్‌ల ద్రవ్యరాశి	= 6 × 1·0090 =	6·0540
	మొత్తము	12 0996

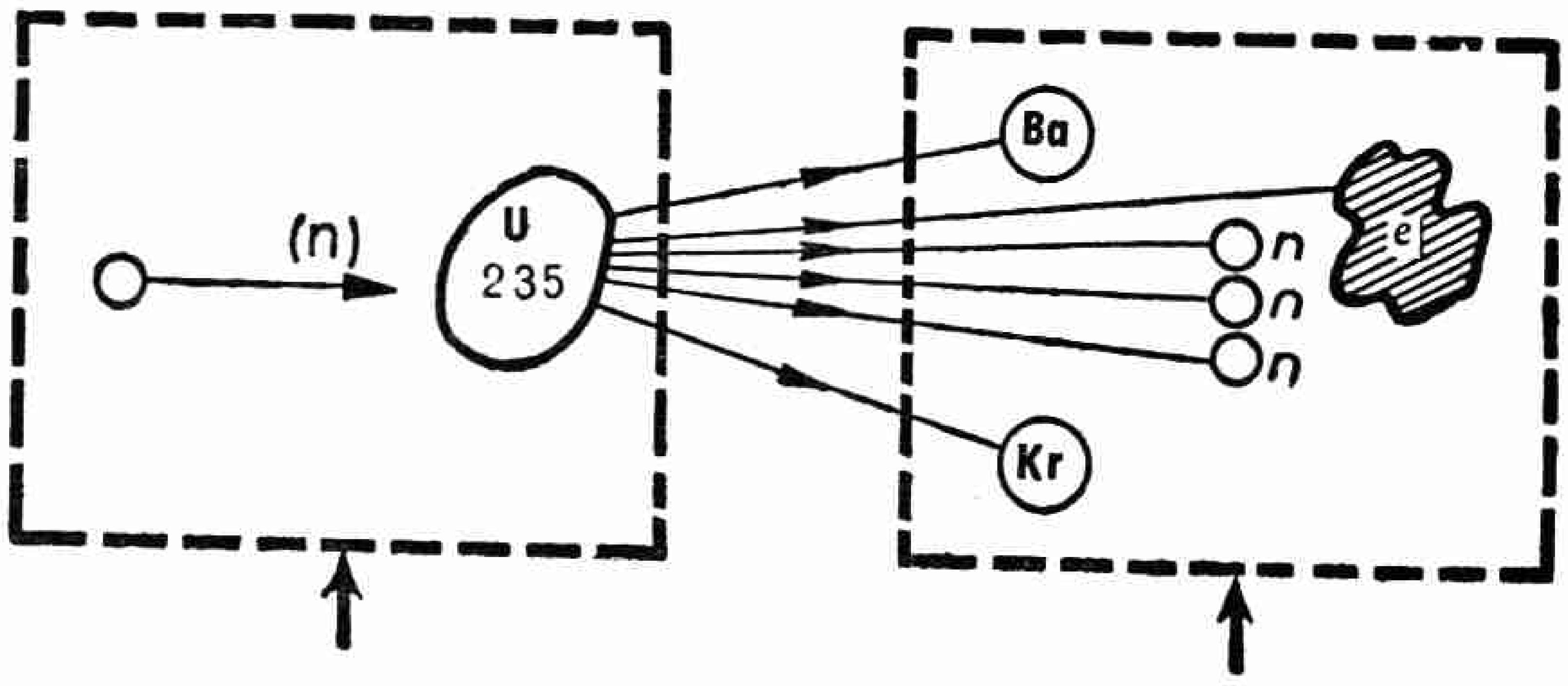
న్యూక్లియాన్‌ల, న్యూక్లియస్‌ల ద్రవ్యరాశి వ్యత్యాసము
= 12·0996 − 12·0038
= 0 0958 ప.ద్ర.యూ.

∴ కార్బన్ కేంద్రక బంధనశక్తి = 0·0958 ప. ద్ర. యూ.

యురేనియమ్ పరమాణు కేంద్రకములో 92 ప్రోటాన్‌లు, 146 న్యూట్రాన్‌లు కలవు. కావున దాని బంధనశక్తి కార్బన్ కేంద్రక బంధనశక్తి కంటె చాల ఎక్కువ. బరువైన ఒక పరమాణు కేంద్రకములో కొంత భాగమును విశ్లథనమునకు గురిచేసినచో, ఉత్పాదిత కణముల ద్రవ్యరాశుల మొత్తము కేంద్రకములో బంధింపబడి ఉన్నపుడు వాటి ద్రవ్యరాశుల కంటె ఎక్కువ. ఈ వ్యత్యస్త ద్రవ్యమును శక్తిగా మార్చవచ్చును.

పరమాణు విదళనము : శక్తిమంతములైన ఆల్ఫాకణములు, న్యూట్రాన్‌లు ఒక పరమాణు కేంద్రకమును పగులగొట్ట గలవు. అయితే, అందుకు ఆల్ఫాకణముల కన్న న్యూట్రాన్‌లే అధిక ప్రయోజనకారులు. ఏలన 1. న్యూట్రాన్‌లు ఆల్ఫాకణముల కన్న ఎక్కువ సులభముగా కేంద్రకములోనికి చొచ్చుకొని పోగలవు ; 2. ధనావిష్టములైన ఆల్ఫాకణములు కేంద్రకములోని ధనావేశముచే ఆకర్షింపబడును ; కాని, ఎట్టి విద్యుదావేశము లేని కణములు కావున న్యూట్రాన్‌లు అపకర్షింపబడవు.

ఫెర్మి మొదలగు శాస్త్రవేత్తలు 1934 నుండి న్యూట్రాన్‌లు అను తుపాకీ గుండ్లతో పరమాణు కేంద్రకములను విదళింప మొదలిడిరి. వారందరు తరచుగా కేంద్రకమునుండి ఒక చిన్న ముక్కను మాత్రమే చెక్కగలుగుచుండిరి. అందువలన శక్తి తక్కువ ప్రమాణములోనే విడుదల అగుచుండెను. పరమాణు కేంద్రకములు అన్నిటిలోను యురేనియమ్ కేంద్రకము ఎక్కువ బరువైనది. అంచువలన 1938 నుండి యురేనియమ్ కేంద్రకమునే న్యూట్రాన్‌లచే ఘట్టించుట ప్రారంభమయ్యెను. అప్పుడు ఆ కేంద్రకము బేరియమ్ (*Ba*), క్రిప్టాన్ (*Kr*) అను రెండు పెద్ద కేంద్రకముల క్రింద చీలిపోవుననియు, విస్తారరాశిలో శక్తి విడుదల అగుననియు కనుగొనబడెను [చూ. చిత్రము - 2].



యురేనియమ్ కేంద్రకము న్యూట్రాన్‌లచే మర్దనము చేయబడుట.

పరమాణు కేంద్రక విదళనము ఫలితముగ జనించిన ద్రవ్యములు

చిత్రము - 2

పరమాణు విదళనము : N న్యూట్రాన్ ; U యురేనియమ్ ; Ba బేరియమ్ ; Kr క్రిప్టాన్.

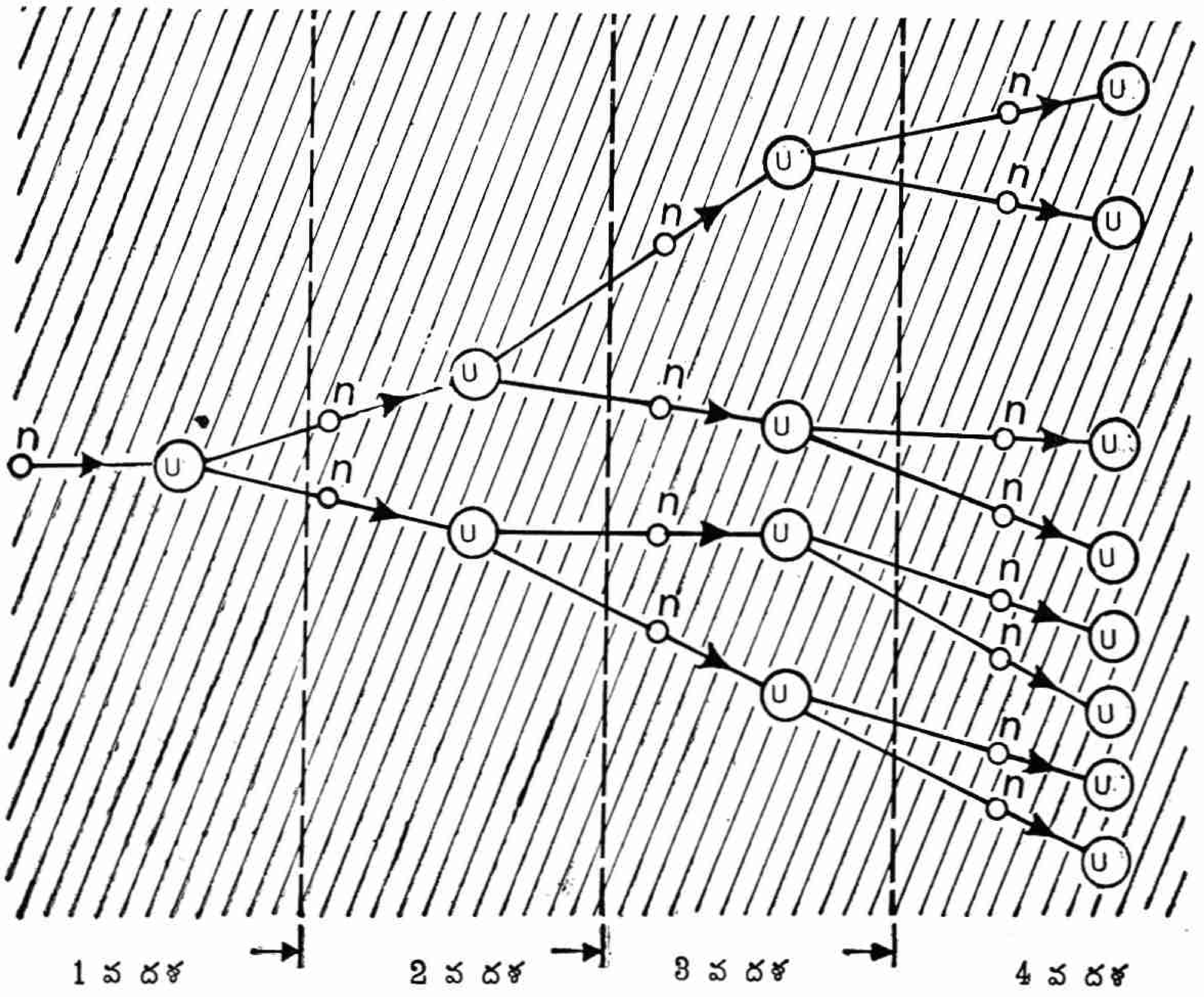
ఇటుల యురేనియమ్ కేంద్రకమును రెండు పెద్ద కేంద్రకముల క్రింద బ్రద్దలు కొట్టుటకు పరమాణు విదళనము అని పేరు. యురేనియమ్ కేంద్రక ద్రవ్యరాశి, న్యూట్రాన్ ద్రవ్యరాశి కలసి ఆ కేంద్ర స్ఫోటనమునుండి ఉత్పత్తియగు బేరియమ్, క్రిప్టాన్ కేంద్రకముల సంయుక్త ద్రవ్యరాశికంటె తక్కువ అగునని ఇదివరకే తెలిసికొంటిమి. ఒక గ్రాము యురేనియమ్ ధాతువులోని పరమాణువులు అన్నియు విదళనము చెందినచో విడుదలయగు శక్తి 30 లక్షల గ్రాముల నేలబొగ్గును కాల్చుట వలన విడుదలయగు శక్తికి సమానమని లెక్కవేయబడినది.

పైన చెప్పినంత బ్రహ్మాండమైన శక్తిని ప్రాయోగికముగ సాధింపగలుగుటకు యురేనియమ్ పరమాణు కేంద్రక విదళన సమయమున అనేకముగా విడుదలయగు న్యూట్రాన్‌లే మూలకారణము. ప్రక్రియను చక్కగా నియంత్రించినచో ఈ న్యూట్రాన్‌లలో ప్రతిది ఒక్కొక్క యురేనియమ్ పరమాణువును విదళించుచు, మరికొన్ని న్యూట్రాన్‌లనుకూడ విడుదల చేయగలదు ; అవి తమ వంతు రాగానే మరికొన్ని యురేనియమ్ పరమాణువులను విదళించగలవు [చూ. 560 పుటలోని చిత్రము - 3]. ఇటుల గొలుసు కట్టు ప్రతిక్రియ కొనసాగును. ఇటుల అల్పకాలములో అనల్ప వేగముగ లక్షలాది యురేనియమ్ పరమాణువులు విదళనముచెంది, విపరీతమైన శక్తి విడుదల అగును. అయితే, పరమాణు విదళన ప్రక్రియలో న్యూట్రాన్ వేగ నియంత్రణము ఒక జటిల సమస్య. ఉదా : న్యూట్రాన్‌ల వేగము శ్రుతి మించినచో అసలు పరమాణు విదళనకే మోసము వచ్చును. హార్వెల్ న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ (ఇంగ్లండు)

వంటి రియాక్టర్లలో న్యూట్రాన్ వేగమును సమయానుకూలముగా సవరించుటకు ఏర్పాట్లు కలవు.

న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ సూత్రము : ప్రకృతిలో దొరకు యురేనియమ్ ధాతువులో రెండు సమస్థానీయము (ఐసోటోప్)లు కలవు. అందులో ఒకదాని పరమాణు భారము 235, రెండవదానిది 238. యురేనియమ్ ధాతువులో భార రీత్యా మొదటి రకము 1 పాలు, రెండవ రకము 139 పాళ్లు ఉండును. న్యూక్లియర్ రియాక్టర్లలో 235 పరమాణు భారము కల యురేనియమ్ పరమాణువులే విదళనము చెందును.

న్యూట్రాన్లు పరిమితవేగముతో మెల్లగా ఘట్టించునపుడే పరమాణు విదళనము సాధ్యపడునని ఇపుడే తెలిసికొంటిమి. కాబట్టి, న్యూట్రాన్ల వేగమును మితపరచుటకు యురేనియమ్ చుట్టును గ్రాఫైట్ ను వాడుదురు. ఇందువలన గొలుసుకట్టు ప్రతిక్రియ ఆగిపోవక కొనసాగును. న్యూట్రాన్లు గనుక మితిమీరిన సంఖ్యలో ఉన్నచో పరమాణు విదళనము అతివేగముగా సాగి, దానిని అరికట్టుట సాధ్యముకాకపోవచ్చును. కావున న్యూట్రాన్లను విచూషించగల బోరాన్ - ఉక్కు కడ్డీల సహాయమున న్యూట్రాన్ సంఖ్యను నియంత్రింతురు. నియంత్రణ గదిలోని చిన్న ఎలక్ట్రిక్ మోటారులు ఈ కడ్డీలను రియాక్టర్ లోపలికి, వెలుపలికి చలింపజేయును; వాటిని నేలనుండి కావలసిన స్థానమునకు లేవనెత్తును. విద్యుత్తు సరఫరా గనుక ఆగిపోయినచో, కడ్డీలు క్రిందపడి రియాక్టర్ తనంతట తానే పనిచేయుట మానును. ఈ కడ్డీల పొడవు రమారమి 0.914 మీ (3'), వ్యాసము 25.4 మి. మీ. (1") లు ఉండును.



చిత్రము - 3 : శృంఖలా ప్రక్రియా స్వరూపము

ఒక ఛార్జి యంత్రము రియాక్టర్ను పనిని ప్రారంభింపజేయును. వెంటనే రియాక్టర్ బోరాన్ - ఉక్కు కడ్డీలను గ్రాఫైట్తో చుట్టబడిన యురేనియమ్ ధాతువులోనికి దించును [చూ. 561 పుటలోని చిత్రము - 4]. తరువాత కడ్డీలు మెల్లగా మీదికి ఎత్తబడును. అవి ఒక అనుకూల స్థానమునకు లేవనెత్తబడగానే గొలుసుకట్టు ప్రతిక్రియ ప్రారంభమై అపేక్షించిన రేటులో కొనసాగును; ఉష్ణశక్తి నిలుకడగా ఉత్పత్తి అగును.

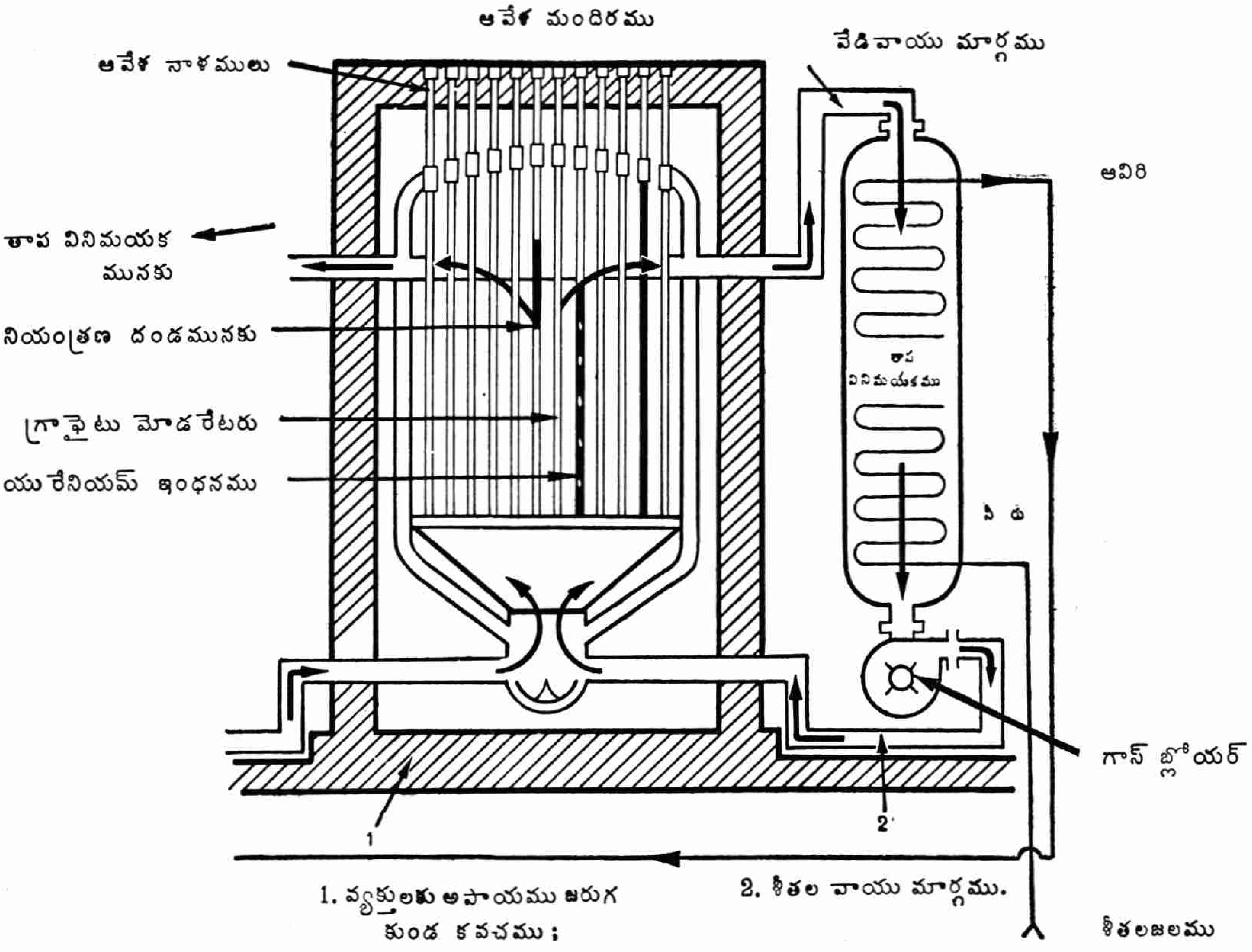
ఇంధన ద్రవ్యములలోనికి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ను ఒత్తిడిలో ఊది, అక్కడ వేడెక్కిన ఆ వాయువును రియాక్టర్కు వెలుపల ఉన్న ఉష్ణవినిమయకము (హీట్ ఎక్స్చేంజర్) ల లోనికి పంపుదురు. ఈ వాయువు ఇక్కడ ఉష్ణ వినిమయకములలో వేరే గొట్టములలో ప్రవహించు నీటిని మరగించును. ఆ నీటిని ఉన్నత, అల్ప ప్రేషములు కల నీటి ఆవిరిగా మార్చుదురు. ఈ ఆవిరి విద్యుత్తు జనిత్రములను పనిచేయించు టర్బయినులను తిరుగునట్లు చేయును. ఇటుల ఉత్పత్తి యగు విద్యుత్తును తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములలో ఉత్పత్తి యగు విద్యుత్తుకు పూరకముగ వాడుదురు. అదే యురేనియమ్ ఇంధనముతో న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ రాత్రింబగళ్ళు రెండు మూడేండ్లపాటు పనిచేయగలదు. రియాక్టర్ కేంద్రభాగమును ఒత్తిడికి తట్టుకొనగల ఉక్కు పాత్రతోను, కాంక్రీట్ తో చేయబడిన కవచముతోను తొడుగుదురు. అందువలన రియాక్టర్ కేంద్రములోనుండి ముమ్మరముగా ఉద్గమించు వికిరణము నుండి రియాక్టరు వెలుపల పనిచేయువారికి రక్షణ కలుగును.

పరమాణు విలయనము : యురేనియమ్ వంటి బరువైన పరమాణు కేంద్రకము రెండు పెద్ద కేంద్రకములుగా చీలిపోయినపుడు విడుదలయగునటులనే హైడ్రోజన్ వంటి లఘు మూలద్రవ్యముల పరమాణుకేంద్రకములు విలయనము చెంది బరువగు అణువుగా ఏర్పడునపుడుకూడ శక్తి

విపరీతముగ విడుదల అగునని ప్రయోగములు నిరూపించినవి. మొదటి ప్రక్రియ పరమాణు విదళనము; రెండవది పరమాణు విలయనము.

డోయిటీరియమ్ ($_1H^2$) లు అనబడు గురు హైడ్రోజన్ పరమాణు కేంద్రకములు విలయనము చెంది హీలియమ్ కేంద్రకముగా మారిపోవును. సూర్యుని ద్రవ్యరాశిలో హైడ్రోజన్ గణనీయ పరిమాణములో ఉండుటవలన గురు హైడ్రోజన్ నూక్లియర్ విలయనమే సౌరశక్తికి మూల కారణమని శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. ఒక పౌను (0 45 కి. గ్రా.) డోయిటీరియమ్ లోని పరమాణువులు అన్నియును నూక్లియర్ ఆవేశము కనిష్ఠ తరగతిలో ఉండును. కాబట్టి, అట్టి మూలద్రవ్యముల పరమాణు కేంద్రకముల విలయనము జరుగుటకు సంభావ్యత అధికతమము.

డోయిటీరియమ్ వాయువును సూర్యమండలాంతర్గత తాపక్రమమునకు సమానమగు లక్షలాది డిగ్రీల తాపక్రమమునకు వేడిచేయుటయే నూక్లియర్ విలయనమును సాధించుటకు చాల ఆచరణీయమైన మార్గము. ఈ మహోన్నత తాపక్రమములవద్ద డోయిటీరియమ్ పరమాణువులు కరగి హీలియమ్ పరమాణువుగా విలయనము చెందును. అట్టి విపరీతోన్నత తాపక్రమములకు వేడిచేయ



చిత్రము - 4

నూక్లియర్ రియాక్టరు - స్థూల స్వరూపము.

విలయనము చెందినచో విడుదలయగు శక్తి 30 లక్షల పౌనుల (సుమారు 13 లక్షలు కి.గ్రా.) నేలబొగ్గును కాల్చగా లభ్యమగు శక్తికి సమానము అగునని అంచనా.

నూక్లియర్ విలయనము సంభవించుటకు పరమాణు కేంద్రకములు వాటి సదృశ ఆవేశమువలన కలుగు అపకర్షణను అతిక్రమింపగలుగునంత సమీపమునకు చేరుకొనవలసి ఉండును. లఘుతమ మూలద్రవ్యముల వలెనన్న డోయిటీరియమ్ (గురు హైడ్రోజన్) వాయువు గుండా అతి భార విద్యుదుత్సర్గములను ప్రసరింపజేయవలెను. అపుడు విడుదలయగు శక్తిని ఆ వాయువునందే నిలిపి ఉంచుటకు మార్గములు అన్వేషింపబడుచున్నవి. నూక్లియర్ విలయనపద్ధతులు గనుక విజయవంతములైనచో, శక్తిని చౌకగా ఉత్పాదించుటకు మార్గము సుగమము కాగలదు. 45,000 పాళ్ళ నీటిలో 1 పాలు

గురు హైడ్రోజన్ ఉండును. కాబట్టి, సముద్ర జలమునుండి గురు హైడ్రోజన్ వాయువును తీయగలిగినచో, దానినుండి అంతులేని శక్తిని చాల చౌకగా సంపాదింపవచ్చును.

భారతదేశము - పరమాణుశక్తి : భారతదేశమున మొట్ట మొదటి పరమాణుశక్తి కేంద్రము పశ్చిమ కోస్తాలో బొంబాయికి 100 కి. మీ. ఉత్తరమున ఉన్న తారాపూర్ వద్ద నిర్మింపబడినది. ఈ కేంద్రమునుండి 1969 ఏప్రిల్ 1 వ తేదీ నుండి నాగాలేకుండ విద్యుత్తు సరఫరా చేయబడు చున్నది. త్వరలోనే ఇచటి శక్త్యుత్పాదన 380 మెగావాట్ల స్థాయిని అందుకొనబోవుచున్నది. ఈ శక్తి నంతటిని మహారాష్ట్ర, గుజరాతు రాష్ట్రములు వినియోగించుకొనును. తారాపూర్ అటామిక్ రియాక్టర్‌లు సుసంపన్న యురేనియమ్ ధాతువును ఇంధనముగా వాడుచున్నవి.

తారాపూర్ కేంద్రమున రెండు అటామిక్ రియాక్టర్‌లు కలవు. అవి నీటిని మరగించు రకమునకు చెందినవి; ఒక్కొక్కటి 200 మెగావాట్ల శక్తిని ఉత్పాదించగలవు. యురేనియమ్ పరమాణువుల వలన విడుదలయగు ఉష్ణము రియాక్టర్ మధ్యభాగమున గల నీటిని మరగించును. అట్లు అక్కడ పుట్టిన నీటి ఆవిరిని శుష్కీకరించి టర్బయినును లోనికి ఒత్తిడిలో పంపుదురు. ఈ టర్బయిను విద్యుత్తు జనిత్రమునకు అనుసంధింపబడును; ఇందువిద్యుత్తుఉత్పత్తిజరుగును [చూ. తెర్మల్ విద్యుత్తుకేంద్రములు - పు. 437]. ఇచట ఉత్పాదింపబడిన 400 మెగావాట్ల శక్తిలో 20 మెగావాట్లు కేంద్రపు అవసరములకు వినియోగింపబడును; మిగిలినది అంతర్ రాష్ట్రీయ గ్రిడ్‌కు పంపబడును.

భారత పరమాణుశక్తి కమిషన్ భారతదేశమున పరమాణు శక్తిని అభివృద్ధి పరచుటకు పథకములను రూపొందించినది [చూ. భాభా అటామిక్ రీసెర్చి కేంద్రము].

తారాపూర్ భారతదేశమున పరమాణుశక్తి యుగమును ప్రారంభించిన తరువాత దేశములో మరి రెండు పరమాణుశక్తి కేంద్రములు వెలయబోవుచున్నవి. ప్రస్తుతము నిర్మాణ దశలో ఉన్న ఈ రెండును 5 ఏండ్ల తరువాత ఉత్పత్తి ప్రారంభించును. అందు ఒకటి రాజస్థాన్‌లో రాణాప్రతాప్ సాగర్ వద్ద 400 మెగావాట్ల సామర్థ్యముతోను, రెండవది మద్రాసుకు చేరువగ కలప్పాకం వద్ద 200 మెగావాట్ల సామర్థ్యముతోను రూపుగొనుచున్నవి.

ప్రపంచ సర్వే : అంతర్జాతీయ పరమాణుశక్తి సంస్థ తయారు చేసిన ఇటీవలి సర్వే నివేదిక ప్రకారము దాని సభ్యత్వ దేశములలో 1969 ముగియు నాటికి 479 రియాక్టర్‌లుపనిచేయుచున్నవి. ఇందులో 105రియాక్టర్‌లు 20,000 మెగావాట్ల శక్తిని ఉత్పాదించుటకు ఉద్దేశింపబడినవి. మిగిలిన 374 ను పరిశోధనకు, శిక్షణకు ఏర్పాటు అయినవి. 1975 నాటికి 21 దేశములలో 283 రియాక్టర్‌లు పనిచేయ వచ్చుననియు, 1,30,000 మెగా వాట్ల విద్యుత్తును ఉత్పాదింపగలవనియు అంచనా. వి. వి. ఎల్. రావు.

పాతాళ గంగ : చూ. భూగర్భజలము.

పారిశ్రామిక ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము : చూ. ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము - పు. 280.

పారిశ్రామిక వజ్రములు : చూ. వజ్రములు.

పారిశ్రామిక వాయువులు · పరిశ్రమలలో వినియోగింపబడుటకు ఉత్పాదింపబడు వాయువులు 'పారిశ్రామిక వాయువులు' అని పిలువబడును. రాసాయనిక పరిశ్రమల మనుగడకు అవి ఆధారభూతములు. అవి అనేక విశిష్ట వినియోగములకు అత్యావశ్యకములు; ఎప్పటికప్పుడు వాటికి నూతన వినియోగములు కూడ కనుగొనబడుచున్నవి.

పారిశ్రామిక వాయువులుగ పేర్కొనదగినవి : 1. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్; 2. హైడ్రోజన్; 3. నైట్రోజన్; 4. ఆక్సిజన్; 5. వాతావరణములోని అపురూప వాయువులు; 6. ఆసిటిలీన్; 7. సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్; 8. కార్బన్ మోనాక్సైడ్; 9. నైట్రస్ ఆక్సైడ్.

కార్బన్ డై ఆక్సైడ్: వాణిజ్యస్థాయిలో విశుద్ధ కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను తయారుచేయుటకు ముఖ్య ఆధారములు మూడు కలవు. కర్ర, నేలబొగ్గు, పెట్రోలియమ్ నూనె, ఇతర కార్బనిక ద్రవ్యము కాలునపుడు లభించు ఇంధనవాయువులు. వీటిలో 10 - 18% కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఉండును; సున్నపు బట్టీలలో కార్బొనేట్‌లను ఆక్సైడ్‌లుగ కాల్చునపుడు లభించు ఉపద్రవ్య వాయువులు. ఇందు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ 10 - 40% వరకు ఉండును. కార్బొహైడ్రేట్‌లను - ముఖ్యముగా డెక్స్ట్రోస్ చక్కెరను - పులియబెట్టి సారాయిని తయారుచేయు పరిశ్రమలలో లభించు ఉపద్రవ్యము. ఈ వాయువు సాపేక్షముగ విశుద్ధమై, దాదాపు 99% కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను కలిగి ఉండును.

అమోనియా వాయువును దాని మూలద్రవ్యముల నుండి సంయోజించు [చూ. అమోనియా - పు. 179] పరిశ్రమలో కార్బనిక ద్రవ్యము రాసాయనిక పరివర్తనము చెందుటవలన ఏర్పడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను ఉపద్రవ్యముగ సంగ్రహింతురు. విశుద్ధమైన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు ఉత్పత్తికి ఇదియే అన్నిటికన్న పెద్ద ఆధారము. అయితే, ఇటుల లభించిన వాయువులో విశేషభాగము యూరియాను, ఇతర రాసాయనిక ద్రవ్యములను తయారు

చేయుటయందు వినియోగింపబడును. పరిశ్రమల కొరకు తరలింపబడునది అత్యల్పభాగము మాత్రమే.

మొదటి రెండు ఆధారములనుండి లభించిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను విశుద్ధీకరించుటకు ఒక విచూషక, పునర్గ్రాహక యంత్రాంగమును వాడుదురు. ఇతర వాయువులతో కూడిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను అల్పతాప క్రమమువద్ద సోడియమ్ కార్బొనేట్ లేదా పొటాసియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణములోనికిగాని, మోనో ఎథ్నాల్ ఎమీన్ లేదా డై - ఎథ్నాల్ ఎమీన్ ద్రావణములోనికి గాని పంపగా ద్రావణము దానిని విచూషించును. తదుపరి ఆ ద్రావణమును నీటి ఆవిరి సహాయమున వేడి చేయగా అందుండి 9.95 - 99.9% శుద్ధత కల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ విడుదల అగును. కార్బొనేట్ ద్రావణముల విచూషణ శక్తిని మెరుగుపరుచుటకు వాటికి కొన్ని ఉత్తేజక ద్రవ్యములను చేర్చుట పరిపాటి. కార్బొనేట్ ద్రావణముల కంటె ఎమీన్ ద్రావణములు అధిక క్షయనకరములు. కార్బొనేట్ ద్రావణములను ఉపయోగించు పద్ధతికి బెన్‌ఫీల్డ్ లేదా విట్రో - కోక్ పద్ధతి అనియు; ఎమీన్ ద్రావణములను వాడు దానికి గిర్బిటోల్ పద్ధతి అనియు పేరు. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు కార్బొనేట్‌లు, ఎమీన్‌లు రెండింటితోను రాసాయనికముగ ప్రతిక్రియించి, రాసాయనిక యౌగికముగ మారును. అయితే, ఉన్నత తాపక్రమమువద్ద ఆ యౌగికము విసంఘటనము చెందును.

కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను సంగ్రహించుటకు ముందు మొదటి రెండు ఆధారములనుండి లభించిన వాయువులను సున్నపు రాయితో నింపిన గోపురములో ప్రసరింపజేసి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌తో కలసి ఉన్న సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను తొలగింతురు.

పైన చెప్పిన మూడు ఆధారములనుండి ఉత్పాదించిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణములోనికి పంపి, ఆ వాయువులో మిగిలి ఉన్న కార్బనిక మాలిన్యములను, వాసన కలిగించు మలిన ద్రవ్యములను పూర్తిగా తొలగింతురు. తరువాత దానిని సంపీడనమునకు గురిజేసి, తడియార్చి, హిమీకరించి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ద్రవమును తయారుచేసి, దానిని 250 *PSIG* వద్ద నిల్వ చేయుదురు. ఆ ద్రవమును అప్రేషమునుండి వాతావరణ ప్రేషమునకు విస్తరింపనిచ్చినచో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ గడ్డకట్టును. దానిని పొడిమంచు (డ్రై ఐస్) అను పేర విక్రయింతురు.

ఉపయోగములు : కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ దాని ఘన, ద్రవ, వాయు రూపములలో అనేక విధముల వినియోగపడును. ఘన స్థితిలో ఉన్న కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వలన కలుగు విశేష ప్రయోజనము ఏమనగా అది తాను తాకిన పదార్థమును మలినపరచదు; ద్రవావశిష్టమును మిగుల్చదు. అందువలన ఐస్‌క్రీమ్, మాంసము, ఆహారములు మున్నగు ద్రవ్యములను శీతలీకరించుటకు పొడిమంచు విస్తారముగ వాడబడును. ముద్దగా చేయు సమయమున మాంసమును చల్లగా ఉంచుటకు దానిని పొడిమంచుతో కలుపుదురు.

పరిశ్రమలలో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను ద్రవస్థితిలో నిల్వచేసి, అవసరము వచ్చినపుడు దానిని వాయురూపమున సరఫరా చేయుదురు. కార్బొనేటెడ్ పానీయములలోను, అగ్నిమాపక సాధనములలోను జడవాయువుగను, ధాతు తాపడమునకు ఆచ్ఛాదనముగను, ధాతువులను పోతపోయు పరిశ్రమలో అచ్చులను గట్టిపరచుటకును దానిని విరివిగా ఉపయోగించుట జరుగును.

మంచు దెబ్బకు చనిపోకుండ లేత మొక్కలను పెంచు శీతలగృహములలో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను చిన్న మొత్తములలో చేర్చుటవలన మొక్కల పెరుగుదల రేటులో గణనీయమైన అభివృద్ధి కనపడును. కబేలాలలో వధించుటకు ముందు జంతువులను కదలకుండ చేయుటకు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఉపకరించును. దీనివలన వాటి మాంసము ఎక్కువ నాణ్యముగ ఉండునని తేలినది. ఇది దాక్షిణ్యయుతమైన సంహార పద్ధతి కూడను.

భారతదేశమున ఐస్‌క్రీమ్‌లను శీతలీకరించుటకే కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ప్రధానముగ వాడబడును. పారిశ్రామికముగ పురోగమించిన దేశములతో సరిపోల్చి చూచినచో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఉత్పత్తి కూడ భారతదేశమున అత్యల్పము.

హైడ్రోజన్ : ప్రస్తుత శతాబ్ద ప్రారంభమునకు పూర్వము పరిశ్రమలకు కావలసిన హైడ్రోజన్‌లో అత్యధిక భాగము జలమును విద్యుత్తు విశ్లేషణ ప్రక్రియలద్వారా తయారు చేయబడుచుండెడిది. అప్పటినుండి దానికి గిరాకీ చాల పెరుగుటచే నూతనోత్పత్తి పద్ధతులు పెంపొందింపబడినవి. అందు ముఖ్యమైనవి : 1. ఆవిరి - హైడ్రో కార్బన్ పద్ధతి; 2. జలవాయువు - ప్రేరక పద్ధతి; 3. ఆవిరి - ఇనుము పద్ధతి; 4. హైడ్రో కార్బన్‌ల తాపవిచ్ఛేదన పద్ధతి.

ఇవి కాక, ఆర్థికముగ గిట్టుబాటు అగుచోట్ల విద్యుత్తు విశ్లేషణ పద్ధతి కూడ ఉపయోగింపబడును. సోడియమ్ క్లోరైడ్ యొక్క విద్యుత్తు విశ్లేషణనుండి, బుటనాల్ కిణ్వ ప్రక్రియనుండి కూడ ఉపోత్పన్నముగ హైడ్రోజన్ వాయువు పెద్దపెద్ద మొత్తములలో లభించును. అమోనియా విచ్ఛేదన ప్రక్రియలో కూడ హైడ్రోజన్ అల్పరాశులలో

లభించును. అయితే, అది ఇతర ఘటకములతో మిశ్రితమై ఉండును.

ఆవిరి - హైడ్రో కార్బన్ పద్ధతి : ఈ పద్ధతి 1953 నుండి విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినది. మీథేన్, ప్రొపేన్ వంటి హైడ్రో కార్బన్‌లకు, ఆవిరికి మధ్య జరుగు ప్రతిక్రియవలన కార్బన్ ఆక్సైడ్‌లు, హైడ్రోజన్ ఉత్పాదింపబడును. ఇది ఒక - ఎండోథెర్మిక్ ప్రతిక్రియ - అనగా ఉష్ణతను విలీనము చేసికొను ప్రతిక్రియ :

జలవాయువు - ప్రేరక పద్ధతి : ఎర్రగా కాల్చిన కోకుపై నీటి ఆవిరిని పంపి తయారుచేసిన జలవాయువు [చూ. ఇంధనములు - ఉపోత్పన్నములు - పు. 232] ను పైన చెప్పిన విధమున ఐరన్ ఆక్సైడ్ ప్రేరక సమక్షమున హైడ్రోజన్‌గ, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌గ మార్చి, శుద్ధత కల రెండు వాయువులను వేరుపరచి, వినియోగింపవచ్చును.

ఆవిరి - ఇనుము పద్ధతి : మెత్తని ఇనుమును 1400°F నుండి 1900°F వరకు కల ఒక తాపక్రమమునకు కాల్చి,

$$C_3H_8 \text{ (వాయువు)} + 3H_2O \text{ (ఆవిరి)} \longrightarrow 3CO + 7H_2 - 230,800 \text{ B.T.U.}$$

$$C_3H_8 \text{ (వాయువు)} + 6H_2O \text{ (ఆవిరి)} \longrightarrow 3CO_2 + 10H_2 - 1,87,000 \text{ B.T.U.}$$

ఈ ప్రతిక్రియలు నికెల్ ప్రేరక సమక్షమున జరుగును. ముడి ద్రవ్యములలో ఉండు గంధకము నికెల్‌ను చెరచును. కాబట్టి, వాటిని గంధక రహితములు చేయుదురు. 10 లక్షల వంతుల ముడి ద్రవ్యరాశిలో గంధకము 0·5 వంతు మించకుండునట్లు చూతురు. పై ప్రతిక్రియలు రెండుదశలలో పూర్తిఅగును. మొదట హైడ్రో కార్బన్ రమారమి 700°C వద్ద కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌గ, హైడ్రోజన్‌గ విసంఘట్టనము చెందును. తదుపరి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ తక్కువ తాపక్రమము (250°C నుండి 400°C వరకు) లలో ఐరన్ ఆక్సైడ్ షిఫ్ట్ ప్రేరకము సన్నిధిని ఆవిరితో ప్రతికరించి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌గ మారును :

$$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2 + 16,500 \text{ B.T.U.}$$

ఇది ఎక్సోథెర్మిక్ ప్రతిక్రియ; అనగా ఉష్ణతను బహిర్గతము చేయు ప్రతిక్రియ. ఇందు తాపక్రమము ఎంత తక్కువగా ఉన్న పరివర్తనము అంత ఉత్తమముగా నెరవేరును. అందువలన ఈ ప్రతిక్రియ కొన్ని దశలలో జరుపబడును; ప్రతి రెండు దశల మధ్య ప్రతికరించుచున్న వాయువులు కొంత చల్లార్చబడును. చివరి దశలో వాయువును చల్లార్చి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను కార్బోనేట్ లేదా ఎమీన్ ద్రావణములో విలీనము చేయుదురు. ఈ పద్ధతి వలన 99% పై చిలుకు శుద్ధత కల హైడ్రోజన్‌ను తయారుచేయవచ్చును. కార్బన్ మోనాక్సైడ్, మీథేన్ వంటి చిల్లర మాలిన్యములను కూడ రాసాయనికముగ తొలగించి, 99·9% పై చిలుకు శుద్ధత కల హైడ్రోజన్‌ను సంపాదింపవచ్చును. ఉపోత్పన్నముగ లభించిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ కూడ చాల ఎక్కువ శుద్ధత కలిగి ఉండును.

ప్రస్తుతము ఈ పద్ధతిని నాఫ్తావంటి ఉన్నత తర హైడ్రో కార్బన్ మిశ్రములతో ప్రారంభించి, హైడ్రోజన్‌ను చౌకగా తయారుచేయుచున్నారు.

దానిపై నీటి ఆవిరిని పంపి, విశుద్ధ హైడ్రోజన్‌ను తయారు చేయవచ్చును :

$$3FeO + H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + H_2$$

$$Fe + H_2O \longrightarrow FeO + H_2$$

పై ప్రతిక్రియలు పరివర్తనీయములు. ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లను వాటిమీద జలవాయువును గాని, ప్రొడ్యూసర్ గాస్‌నుగాని పంపి ఇనుముగ ఆక్సీహరింపవచ్చును. పై వాయువులలోని కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ఇచటి ఆక్సీహర్తగ ఆచరించును.

$$Fe_3O_4 + CO \longrightarrow 3FeO + CO_2$$

$$FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$$

ఈ ప్రతిక్రియలు ఇంచుమించు 10 నిముషముల అవృత్తిలో పూర్తిఅగును; ఐరన్ ఆక్సైడ్‌పై మొదట ఆవిరి, తరువాత ఆక్సీహారణకర్తయగు కార్బన్ మోనాక్సైడ్ చెరి 5 నిముషములపాటు ప్రసరించును.

ఆవిరి, ఇనుముల మధ్య జరుగునది ఎండో - థెర్మిక్ ప్రతిక్రియ కాగా, ఐరన్ ఆక్సైడ్ ఆక్సీహరణము ఎక్సో - థెర్మిక్ ప్రతిక్రియ. అయితే, రెండవ ప్రతిక్రియవలన బహిర్గతమగు ఉష్ణము మొదటి ప్రతిక్రియవలన కలుగు ఉష్ణనాశనమును బర్తీ చేయగలుగునంత అధికముగ ఉండదు. అందువలన కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌లో కొంత భాగమును ఒక సూపర్ హీటర్‌లో కాల్చి ఆ సమయమున ఆవిరిని మొదట సూపర్ హీటర్ లోనికి పంపి, తరువాత ఐరన్ ఆక్సైడ్ మీదికి పంపుదురు. ఇటుల ఆవిరి, ఇనుము మధ్య జరుగు ఎండో - థెర్మిక్ ప్రతిక్రియకు అదనపు ఉష్ణమును సరఫరా చేయుదురు. ఈ ప్రతిక్రియలు జరుపబడు కర్మాగారములు సాధారణముగ చిన్నవి. ఇవి యుద్ధకాలమున వాతావరణ వివరములను సేకరించుటకు గాలిలోనికి విడువబడు గాలి గుమ్మటములను నింపుటకు అవసరమగు హైడ్రోజన్ ఉత్పత్తికి ఆధారములుగ కొంత ప్రజామోదమును పొందినవి.

విద్యుద్విశ్లేషణ పద్ధతి : ఇందు విలీన సజల క్షారద్రావణములోనికి ఋజువిద్యుత్తు ప్రవాహమును ప్రసరింపజేయగా, నీరు ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ వాయువులుగ విఘటింపబడును. వాణిజ్య స్థాయిలో ఉపయోగింపబడు విద్యుద్ఘటము సాధారణముగ ఇనుప కడ్డీని ఋణధ్రువముగను, నికెల్ పూతపూసిన ఇనుపకడ్డీని ధనధ్రువముగను వినియోగించుకొని 15% క్షారద్రావణమును విద్యుద్విశ్లేషింప గలదు. ఒక ఆస్‌బెస్టాస్ విభాజకము విద్యుదగ్ర విభాగములను వేరుపరచును. విద్యుద్ఘటము 60 - 70°C వద్ద పని చేయును. నమూనాప్రాయమైన ఘటములో వ్యయమగు ప్రతి పది కిలోవాట్ గంటల విద్యుచ్ఛక్తివలన దాదాపు రెండు ఘన మీటరుల హైడ్రోజన్ వాయువు, దానిలో సగము వరకు ఆక్సిజన్ వాయువు ఉత్పాదింపబడును. రెండు వాయువులు 99.7% పైచిలుకు శుద్ధత కలిగి ఉండును.

ఉపయోగములు : హైడ్రోజన్ నేటి కాలమున అమోనియా [చూ. పు. 179] సంయోజనయందు విస్తృతతమముగ వినియోగింపబడుచున్నది. పారిశ్రామికముగ తయారుచేయబడిన వాయువులో మూడింట రెండు వంతులు అమోనియా ఉత్పత్తియందే ఉపయుక్తమగుచున్నది.

హైడ్రోజన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ మిశ్రమము 2:1 నిష్పత్తిలో మెతనాల్ సంయోజనయందు వాడబడును. ఇందుకూడ హైడ్రోజన్ పెద్ద మొత్తములలో ఉపయోగింపబడును.

పై రెండు భారీ వినియోగములకు తోడు వనస్పతి నూనెల ఉదజనీకరణ [చూ. పు. 247] మందు కూడ హైడ్రోజన్ విరివిగా ఉపయుక్తమగుచున్నది. ఇందుకు కార్బన్ మోనాక్సైడ్ అణు మాత్రము లేని అత్యంత విశుద్ధ హైడ్రోజన్ ఆవశ్యకము. కాబట్టి, దానిని నీటిని లేదా లవణ ద్రావణమును విద్యుద్విశ్లేషణకు గురిచేసి హైడ్రోజన్‌ను తయారు చేయుట పరిపాటి.

పెట్రో - రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉదజనీకరణమందు నైట్రో - బెన్జీన్‌లను ఆనిలీన్‌లుగా ఆక్సీహరించుటయందు, ఫీనిల్‌ను సైక్లోహెక్సనోల్‌గ పరివర్తింప చేయుటయందు హైడ్రోజన్ వినియోగింపబడును.

ధాతువులను అతుకుటకు, వేడిచేయుటకు హైడ్రోజన్ అల్పరాశులలో వాడబడును. ఇందుకు సంకుచింపచేయబడి సిలిండర్‌లలో నిల్వచేయబడిన హైడ్రోజన్ ఉపయోగింపబడును.

ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ : పరిశ్రమలకు కావలసిన ఉన్నత విశుద్ధత కల ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్‌లను గాలినుండి వేరుపరచి సంగ్రహింతురు. ఇందుకు మొదటి మెట్టుగ గాలిని ఒత్తిడికి గురిచేసి సంపీడింతురు. పిదప దానిని ఆల్కలీ ద్రావణము గుండా ప్రసరింప జేసి, దానిలో ఉండు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను పూర్తిగా తొలగింతురు. తదుపరి ఆ గాలిని నాలుగు మజిలీలలో, ప్రతి రెండు మజిలీల మధ్య నీటితో చల్లార్చుచు, 200 వాతావరణముల ప్రేషమునకు లోబరచి, మరింత సంకుచింప జేయుదురు. గాలిలో ఉన్న తేమలో అత్యధిక భాగము ఇటుల మజిలీల మధ్య శీతలకములలో నీరుగా మారి వేరుపడును. ఘన స్థితిలో ఉన్న కాస్టిక్ పొటాష్ లేదా ఉత్తేజిత అల్యూమినా గుండా ఆ గాలిని ప్రసరింప జేసి, దానిలో మిగిలిపోయిన తేమను కూడ సంపూర్ణముగ తొలగింతురు. తరువాత గాలిని అమోనియా శీతలీకరణమువలన -30°C కు చల్లార్చి, ఒక సంయుక్త ద్రవీకారక - పృథక్కారక సాధనములోనికి పంపుదురు. ఈ సాధనమును 1. లిండే పద్ధతి, 2. క్లాడే పద్ధతి అను రెండు ప్రధాన పద్ధతులలో వాడుట పరిపాటి. రెండు పద్ధతులు సంపీడిత వాయువును చల్లార్చును. రెండిటిలోను వెలుపలకి పోవు వాయువు లోనికి వచ్చు వాయువు యొక్క ప్రతి ప్రవాహ శీతలీకరణమువలన వాయు ద్రవీకరణతాపక్రమ స్థాయికి స్వయముగానే క్రమముగా చల్లబడును. లిండే పద్ధతిలో సందిగ్ధశీతలీకరణమునకు జౌల్-థాంప్సన్ ఫలితము వినియోగింపబడును. క్లాడే పద్ధతిలో లోనికి వచ్చు గాలియందు 30% మాత్రమే పై ఫలితమును ఉపయోగించుట ద్వారా శీతలీకరింపబడును; మిగిలిన 70% గాలి మరొక విధముగా చల్లార్చబడును. ఈ ఉష్ణతావినిమయమును నైట్రోజన్ నుండి ఆక్సిజన్‌ను వేరుపరచు ప్రక్రియను ఒకే బంధన ఆచ్ఛాదకములో అమర్చబడిన తాపవినిమయకములు, స్వేదన యంత్రములు, విస్తరణ కవాటములు మున్నగు ఉపకరణములతో కూడిన ఒకే యూనిట్‌లో నిర్వహింతురు. ఈ యూనిట్‌కు 'డబుల్ రెక్టిఫికేషన్ కాలమ్' అని పేరు. సంపీడితము, శీతలీకృతము అయిన గాలి వెలికిపోవు నైట్రోజన్‌కు ప్రతిప్రవాహముగ లోనికి ప్రవేశించుచుండును; ద్రవీకృత ఆక్సిజన్ స్తంభమునందు ఒక చోట నుండి బయటకు తీయబడుచుండును.

వాణిజ్యమున భారీరాశులలో అవసరమగు ఆక్సిజన్‌లో అత్యధిక భాగము నేడు జర్మనీలో పెంపొందింపబడిన లిండే - ఫ్రాంకల్ ప్రక్రియ ప్రాతిపదికపై నిర్మింపబడిన కర్మాగారములో తయారు చేయబడుచున్నది. ఇటీవల ఈ ప్రక్రియలో పెక్కు మార్పులు కూడ చేయబడినవి. ఈ ప్రక్రియలోని ప్రధానాంశములు : 1. కేంద్రాపసారి సంపీడ

నకములు (సెంట్రిఫ్యూగల్ కంప్రెస్సర్) వాడబడుట; 2. శైత్య సంచాయకముల సహాయమున నీటి ఆవిరిని, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను తొలగించుట. గాలినుండి వేరు పరచబడిన నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయువులు సంచాయక ములను చల్లబరచుచుండును. సంచాయకములు చక్రీయ ముగా పనిచేయును. నీటి ఆవిరిని, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను తొలగించిన తరువాత నైట్రోజన్ వాయువు చక్రములో ఒక భాగమును చల్లార్చుచుండును; చక్రము రెండవ భాగములో గాలినుండి నీటి ఆవిరి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు ఘనీభవింప జేయబడుచుండును.

ఉపయోగములు: పోత ఇనుము నుండి ఉక్కును తయారుచేయు ప్రక్రియలో ఆక్సిజన్ అధికతమముగ వాడ బడును. తప్తమయిన పోత ఇనుము గుండా ఆక్సిజన్‌ను ప్రసరింపజేసినచో ఇనుములోని బొగ్గు, ఇతర మలిన ద్రవ్యములు ఆక్సీకరింపబడును. ధాతు తాపడము [చూ. వెల్డింగు] న కూడ ఆక్సిజన్ ఉపయుక్తమగును; అయితే, ఇందుకు సిలిండర్‌లలో భద్రపరచబడిన ఆక్సిజన్ వాడ బడును.

భారతదేశమున ఆక్సిజన్ సరఫరా వనస్పతి నూనెలను ఉదజనీకరించుటకు వలయు హైడ్రోజన్‌ను తయారు చేయు టకు నెలకొల్పబడిన విద్యుత్తు విశ్లేషణ కర్మాగారమున సంగ్రహింపబడిన ఆక్సిజన్‌తో ఆరంభమయ్యెను. ఇపుడు ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ వాయువులు రెండును గాలి నుండియే సంగ్రహింపబడుచున్నవి.

వైద్య చికిత్సయందు కూడ ఆక్సిజన్ ఉపయోగింప బడును. శ్వాస ప్రక్రియను కృత్రిమముగా కలిగించుటకు ఆక్సిజన్ వాడబడును. ఎత్తు ప్రదేశములలో విమానము ఎగురునప్పుడు ఆక్సిజన్ ఉపయోగము కలదు.

ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ వాయువుల మరియొక భారీ ఉపయోగము అమోనియా సంయోజనము. ఇచట పెట్రోలియమ్ హైడ్రో కార్బన్‌లనుండి హైడ్రోజన్ సంపా దింపబడును. ఆవిరికి, హైడ్రో కార్బన్‌లకు మధ్య జరుగు ప్రతిక్రియలో ఆక్సిజన్ వాడబడును. ఇందు లభించిన హైడ్రోజన్‌ను శుద్ధిచేసి, నైట్రోజన్‌తో సంయోజింపజేసి, అమోనియాను తయారుచేయుదురు. ఆర్గాన్, నియాన్, జెనాన్, క్రిప్టాన్, హీలియమ్ అను ఈ జడవాయువులు గాలిలో కలవు. వీటిని అపురూప వాయువులని కూడ పేర్కొందురు. వీటి అన్నిటిలోను ఎక్కువ రాశిలో ఉండు నది ఆర్గాన్ (దాదాపు 0.7%).

హీలియమ్ తప్ప తక్కిన జడవాయువులను గాలినుండి వేరుచేయుటకు వీలగును. ద్రవీకృతమైన గాలిని ఆంశిక స్వేదనమునకు గురిచేసినచో ద్రవముగా మిగిలియున్న ఆక్సిజన్‌లో ఈ వాయువులు ఇమిడి ఉండును. ఆక్సిజన్‌ను వేరుపరచి, తరువాత ఆ ద్రవమును ఆంశిక స్వేదనము కావించి, తక్కిన జడవాయువులను పొందవచ్చును.

ఉపయోగములు: రంగురంగుల గొట్టపు దీపములలో ఉపయోగింపబడుటయే జడవాయువుల ప్రధాన తమ విని యోగము. దీపపు గొట్టమును నియాన్‌తో నింపినపుడు దీపమునకు చక్కని ఎర్రని రంగు చేకూరును; హీలి యమ్‌తో నింపుటవలన బంగారుపసుపుపచ్చని రంగు కలుగును; ఆర్గాన్, నియాన్ మిశ్రములతో నింపుటవలన నీలము, ఆకుపచ్చ రంగులలో కల అనేక ఛాయలు లభించును.

ధాతువులను అతుకుటకు జడవాయు ఆచ్ఛాదకముగ ఆర్గాన్ ఎక్కువ విరివిగా వాడబడును. స్టెయిన్‌లెస్‌స్టీల్, అల్యూమినియము, లోహ ధాతుమిశ్రములు, అల్యూ మినియము ధాతు మిశ్రములు మొదలగు వాటిలో పై విధమున ఆర్గాన్ వాడబడును. దీనికి 'ఆర్గాన్ ఆర్క్ వెల్డింగు' అని పేరు.

'గాలికన్న తేలిక' అగు విమానములలోను, వాతా వరణ పరిస్థితులను పరిశోధించుటకు ఆకాశములోనికి విడువబడు గాలి గుమ్మటములలోను జ్వలనశీలమగు హైడ్రోజన్‌కు బదులు హీలియమ్‌ను వాడుదురు. హీలి యమ్ యొక్క ఉద్ధరణ శక్తి హైడ్రోజన్ శక్తిలో 92.5% ఉండును.

ఆసిటిలీన్: ఇటీవలి వరకు కాల్సియమ్ కార్బైడ్‌ను నీటితో ప్రతికరింప జేసి ఆసిటిలీన్ తయారు చేయబడు చుండెను:

$$Ca\ C_2 + 2\ H_2O \longrightarrow Ca\ (OH)_2 + C_2\ H_2$$

వాణిజ్య రీత్యా ఈ ప్రతిక్రియ 1. ఆర్ద్ర ఉత్పాదన; 2. శుష్కఉత్పాదన అను రెండు పద్ధతులలో ఉపయో గింపబడుచుండెను. ఆర్ద్ర ఉత్పాదన పద్ధతిలో కావలసిన మేరకు తూకము వేయబడిన కాల్సియమ్ కార్బైడ్ నీటిలో వేయబడును. కార్బైడ్ పూర్తిగా వినియోగింప బడిన పిదప కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ముద్ద తీసివేయ బడును. శుష్కఉత్పాదన పద్ధతిలో ఒక కిలోగ్రాము నీటికి ఒక కిలోగ్రాము కాల్సియమ్ కార్బైడ్ చొప్పున నిర్విరామ ముగ వాడబడును. ప్రతిక్రియా సమయమున జనించు ఉష్ణము అదనపు నీటిని ఆవిరిగా జేయుటలో వ్యయమగు చుండును. ఉపద్రవ్యముగ మిగిలిపోవు పొడిసున్నమును కార్బన్ కొలిమిలోనికి పంపి, తిరిగి వాడుదురు.

ఆధునిక పద్ధతిలో హైడ్రోకార్బన్‌లను తాపవిచ్ఛేదనము నకు గురి చేసి, ఆసిటిలీన్‌ను ఉత్పాదింతురు. ఆసిటి

లీన్‌తో కలసి ఉండు ఎతిలీన్‌వంటి ఇతర వాయువులను వేరుపరతురు.

ఉపయోగములు : ఆసిటిలీన్ ఒక అత్యున్నత అసంతృప్త యౌగికము. కాబట్టి, దాని ప్రతిక్రియాప్రవృత్తి విపరీతమైనది. అది వినైల్ క్లోరైడ్, అక్రిలోనైట్రైల్, ఆసిటిక్ ఆసిడ్ మొదలైన అనేక కార్బన్ రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తియందు విరివిగా ఉపయోగింపబడును. ప్రస్తుతము కొంతవరకు ఆసిటిలీన్‌కు ప్రత్యామ్నాయముగ ఎతిలీన్ వాడబడుచున్నది. వెల్డింగునందు వినియోగింపబడుట ఆసిటిలీన్ యొక్క మరియొక ముఖ్య ప్రయోజనము. ఇందుకు అది సిలిండర్‌లలో విస్తృతముగ సరఫరా చేయబడును [చూ. వెల్డింగ్].

సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ : గంధకమునుగాని, ఐరన్ పైరిటీస్‌నుగాని గాలిలో కాల్చి సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను తయారు చేయుదురు. పెట్రో రాసాయనిక ప్రతిక్రియలలోను, తదితర ప్రతిక్రియలలోను జనించు వ్యర్థవాయువులలో సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ చేరి ఉండును. దానిని ఇతర వాయువులనుండి వేరుపరచి వినియోగించుకొనవచ్చును.

అప్రమత్తతతో నియంత్రింపబడిన బర్నర్‌లో గంధకమును కాల్తురు. జ్వలనమువలన జనించిన వాయువులలో 18% సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ ఉండునటుల శ్రద్ధ వహింతురు. ఆ వాయువుల తాపక్రమము 1200°C వరకు ఉండును. వాయువులను తరువాత బాయిలర్ ద్వారా పంపి, పిదప శీతకము ద్వారా పంపి 30°C లకు చల్లార్తురు. రెండు ప్రతిప్రవాహ విచూషకములలో సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ నీటిలో విలీనము చేయబడును. విచూషకములు ఆ ద్రావణమును పంపుల సహాయమున ప్రవహింపజేయుచుండును. ఆ ద్రావణము యొక్క సాంద్రత రమారమి 1·3% ఉండును. కర్మాగారమునుండి వెలికిపోవు వాయువులలో 0.02% సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ కూడ ఉండవచ్చును. ఆ ద్రావణమును ఆవిరిని ఉత్పాదించు గోపురములో వేడిచేసి ఆవిరిగా మార్చినపుడు సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు అందుండి విడివడును. నీటి ఆవిరి, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ కలసి గోపురమునుండి వెలికివచ్చును. 70°C తాపక్రమముతో కూడిన ఆ మిశ్రమును చల్లార్చి, తరువాత 98% సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ప్రవహించుచున్న ఒక గోపురములోనికి పంపి, దాని తడి ఆర్చి వేయుదురు. పొడి సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు 7 వాతావరణముల ప్రేషమునకు సంకుచింప జేయబడి, చల్లార్చబడి ద్రవీకరింపబడును. దానిని సిలిండర్‌లలో నిల్వచేయుదురు.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను గంధకముతో ప్రతికరింపజేసి' సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను చిన్నచిన్న మొత్తములలో తయారు చేయవచ్చును. ఒక పోత ఇనుప పాత్రలో 250°C వద్ద గంధకమును ద్రవీకరించి, దానిపై సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను వెదజల్లుదురు. అపుడు క్రింది రాసాయనిక ప్రతిక్రియ ఫలితముగ సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ ఏర్పడును :

$$2\ H_2SO_4 + S \longrightarrow 3\ SO_2 + 2\ H_2O$$

సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను చల్లార్చి, 98% సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో తడి ఆర్తురు. పొడివాయువును సంకుచింపజేసి, చల్లార్చి, ద్రవీకరింతురు.

ఉపయోగములు : సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తియందు సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ విస్తృతతమముగ వినియోగింపబడును. సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను ద్రవీకరించి వస్త్రములు, కాగితము, ఆహారము మొదలైన పరిశ్రమలలో విరంజనీకరణ (రంగు పోగొట్టు) కర్తగా ఉపయోగింతురు. నీటిని శుద్ధి చేయుటకు, దానిలో కలిపిన అదనపు క్లోరీన్ వాయువునకు విరుగుడుగా కూడ సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ ఉపకరించును. మద్యముల తయారీలో దానిని కిణ్వప్రక్రియను నియంత్రించుటకు సాధనముగ వాడుదురు. కర్రపీపాలలోని దుర్వాయువులను పోగొట్టుటకు కూడ అది ఉపకరించును. సల్ఫైట్, బైసల్ఫైట్, హైడ్రోసల్ఫైట్ వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యముల స్థానమున అది మంద ఆక్సీహరణకర్తగా వినియోగింపబడును. పై లవణముల ఉత్పత్తియందు కూడ అది ఉపకరించును.

కార్బన్ మోనాక్సైడ్ : ప్రొడ్యూసర్ వాయువును, జలవాయువును తయారుచేయు విధముగనే ఎర్రగా కాల్చిన బొగ్గుపై గాలిని, నీటి ఆవిరిని ప్రసరింపజేసి కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ను తయారుచేయుదురు. అది ఇతర వాయువులతో కలసి ఉండును. దానిని ప్రత్యేకముగా వేరుపరచుట చాల అరుదుగా జరుగును. అయితే, విశుద్ధ హైడ్రోజన్‌ను తయారు చేయునపుడు ఇతర ఉపద్రవ్యములతో పాటు కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ను కూడ అప్పుడప్పుడు ద్రవీకరించుట కలదు.

ఉపయోగములు : కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ను హైడ్రోజన్‌తో మిశ్రితముచేసి మెతనాల్ ఉత్పత్తియందు వాడుదురు. ఇతర ఘటకములతో కలసి ఉన్న దానిని ఇంధనముగ కూడ ఉపయోగింతురు.

నైట్రస్ ఆక్సైడ్ : అతి విశుద్ధమైన అమోనియమ్ నైట్రేట్‌ను రిటార్ట్‌లలో 200°C వరకు వేడివేసి, నైట్రస్ ఆక్సైడ్‌ను తయారుచేయుట పరిపాటి.

$$NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2\ H_2O - 8{,}800 \text{ కేలోరీలు.}$$

ఇటుల తయారు చేయబడిన నైట్రస్ ఆక్సైడ్‌లో నైట్రిక్ ఆసిడ్ బాష్పములు, నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌లు మలిన ద్రవ్యములుగ ఉండును. ఈ వాయువులను చల్లార నిచ్చి, పిదప కాస్టిక్ సోడా ద్రావణముతో సంస్కరించి నైట్రిక్ ఆసిడ్ బాష్పములను పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణము గుండా పంపి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌ను తొలగింతురు. మిగిలిన నైట్రస్ ఆక్సైడ్‌ను శుష్కీకరించి, సంకుచింప జేతురు. 100 వాతావరణముల ప్రేషములో దానిని ద్రవీకరింపవచ్చును.

దంతవైద్యులు నైట్రస్ ఆక్సైడ్‌ను మత్తు నిచ్చుటకు ఉపయోగింతురు. సాధారణ మత్తు వాయుమిశ్రములో అది ఒక ఘటకముగ కూడ వాడబడును. అది తరుచుగా హాసవాయువు అని వ్యవహరింపబడును. సుబ్బారావు.

పింగాణీ పరిశ్రమ : చూ. సమీక్ష - పు. 94.

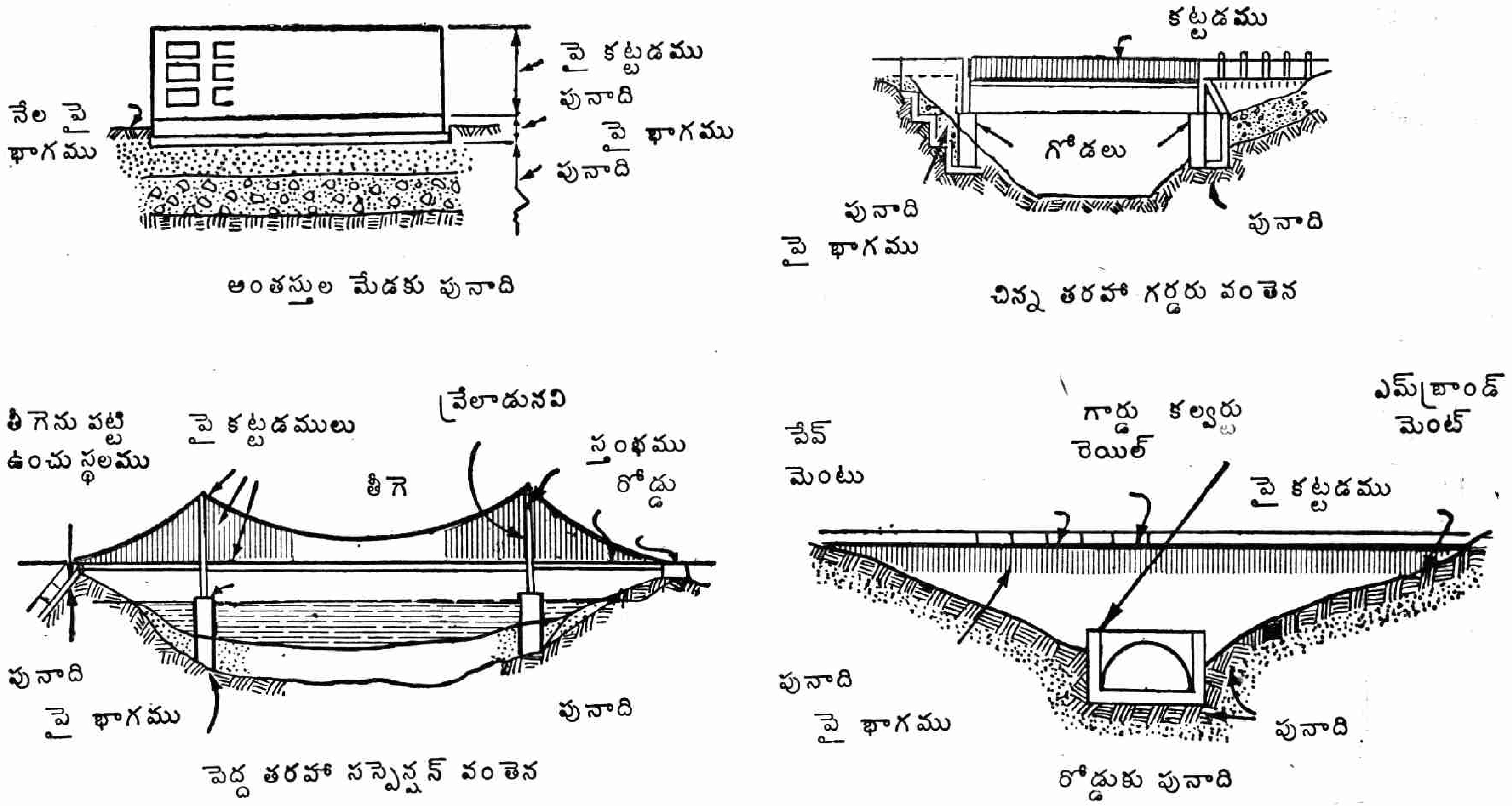
పీల్చుట : చూ. అధిచూషణ - పు. 174.

పునాది శాస్త్రము (ఫౌండేషన్ ఇంజనీరింగు)**:** ఒక భవనము, డాము, వంతెన వంటి నిర్మాణ పథకము పూర్తియైన పిదప సాధారణముగ పామరులు భవనోపరినిర్మాణమును, అది దేనిపై ఆధారపడి ఉన్నదో ఆ స్థలమును మాత్రమే చూడగలరు. నిర్మాణములు నేలపై నిలబడి ఉండలేవని ఇంజనీర్లు ఎరుగుదురు. అవి నేలలోనికి నాటబడి ఉండును. ఒక వేరువంటి బంధము ఉపరినిర్మాణమును నేలతో ముడిపెట్టును. ఈ ముడిమీదనే ఆ నిర్మాణపు భద్రత, స్థైర్యము ఆధారపడి ఉండును. ఉపరి నిర్మాణమునకు, నేలకు మధ్యనుండు ఈ ముడివంటి బంధమునకే ' పునాది ' అని పేరు.

ప్రధానమైన, కష్టసాధ్యమైన పునాదులను యోచన చేసి నిర్మించు వానికి తరుచుగా రాత్రిపూట నిద్ర చక్కగా పట్టదని చెప్పగా విందుము. ఇందులో కొంత అత్యుక్తి ఉండవచ్చును. కాని, భవనముల ఇతర భాగములను నిర్మించునపుడుకంటె, వాటికి పునాదులు వేయునపుడే ఇంజనీర్లకు తరుచుగా చింత, ఆందోళన ఎక్కువగుననుట త్రోసి పుచ్చరానిది.

భవనము, రోడ్డు, వంతెన, డాము వంటి ఏ నిర్మాణమునకైన ఒక పునాది అవసరము. పునాది ఉపరి నిర్మాణపు బరువును నేల క్రింది పొరలో సాపేక్షముగా విస్తార ప్రాంతముపై ఏకరూపమున విభజించి, ఎచ్చటను అత్యంత భారములేకుండ చేయును. ఇంతే కాక భవనము పడిపోకుండా పునాదియే కాపాడును.

నిర్మాణపు రకమునుబట్టి, అది ఏ స్థలముపై నిర్మింపబడునో ఆ స్థల స్వభావమును బట్టి పునాదులు వేయు విధము మారుచుండును. వేరువేరు రకముల కట్టడములకు వేయబడు వేరువేరు రకముల పునాదులు చిత్రము - 1 లో చూపబడినవి.



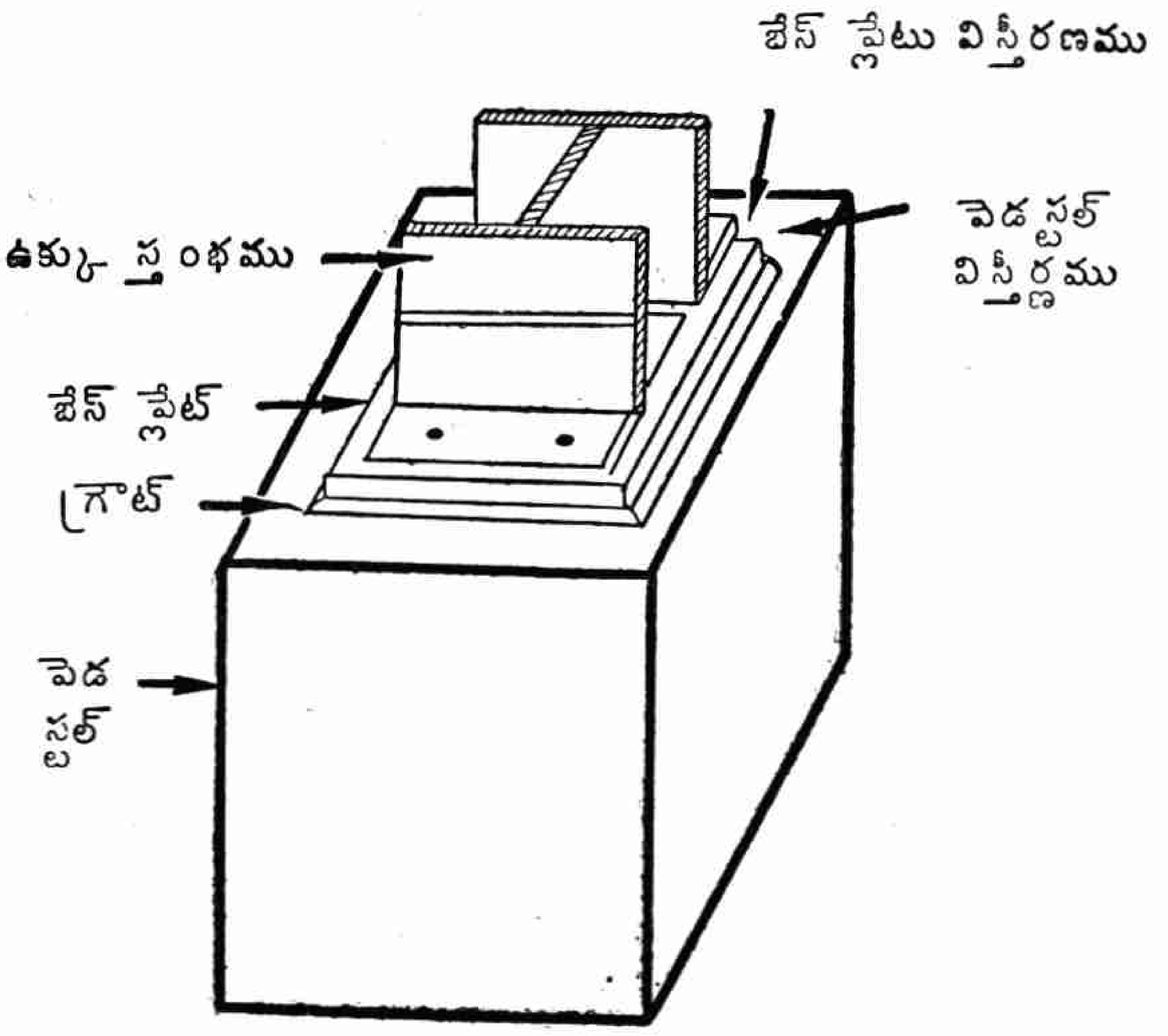
చిత్రము - 1 : అనేక రకముల పునాదుల స్థూల స్వరూపము

పునాదులు వేయుటలో గల సాధక బాధకములను, తారసిల్లగల ప్రమాదములను తరుచుగా ముందుగా

ఊహించి గుర్తించుట కష్టము. పూర్వ సంఘటన కూడ నమ్మదగిన సహాయము ఇవ్వజాలదు. రంధ్రములను తొలుచుట వంటి పరిశోధనలు కొన్ని కిటుకులను ఇవ్వ గలవు. అయితే, అవి కూడ తప్పు దారిని త్రొక్కించవచ్చును; అనుకొనని పరిస్థితులను కల్పించవచ్చును. పరిశోధనాత్మక నిర్ణయములు స్థూలముగా ఉన్నపుడు, అసమగ్ర సమాచారముపై ఆధారపడినను ఏర్పడగల అవాంతరములు మరింత ఎక్కువ.

నిర్మింపవలసిన కట్టడములో ఏర్పాటుచేయవలసిన విభాగములను, నిర్మాణస్థల పరిస్థితులను దృష్టిలో పెట్టుకొని అనుకూలమైన పునాది పద్ధతిని ఎంచుకొనుట, దానికి రూపకల్పన చేయుట పునాదిశాస్త్రమునకు చర్చా విషయము. పైన నిర్మింపబడిన కట్టడము అన్ని బరువులను మోయుచు సుస్థిరముగా ఉండునట్లుగా పునాది పద్ధతిని రూపొందింపవలెను. పునాది నిర్మాణ వ్యయమును వీలగునంత వరకు తగ్గించుట కూడ ముఖ్యమే.

పునాది సామగ్రి: పునాదులు నిర్మించు పని స్థలము యొక్క ఉపరితలమును, దాని అడుగున ఉన్న తలమును పరిశీలించుటతో ప్రారంభము కావలయును. పునాది సామగ్రిలో ప్రధానములైనవి ఏకాండపురాయి (బెడ్ రాక్), చెదరిన లేదా పగిలినరాయి, గండరాయి, కంకర, ఇసుక, ఏటిమన్ను, బంకమన్ను, శిథిలమృత్తిక, ఇసుకతోను, బంకమన్నుతోను కూడిన ఉపరితల నిక్షేపము, నిండు బురద, ఎండిన ఇటుక, గంబోమన్ను, బురద, పీట్, పెంట, బెంటోనైట్ మున్నగునవి. రాయి, కంకర, ముతక ఇసుక చాల పునాదులకు పనికివచ్చును. ప్లాస్టిక్కు నేలలు పునాదుల నిర్మాణమున చాల ఇబ్బందులు తెచ్చి పెట్టును.

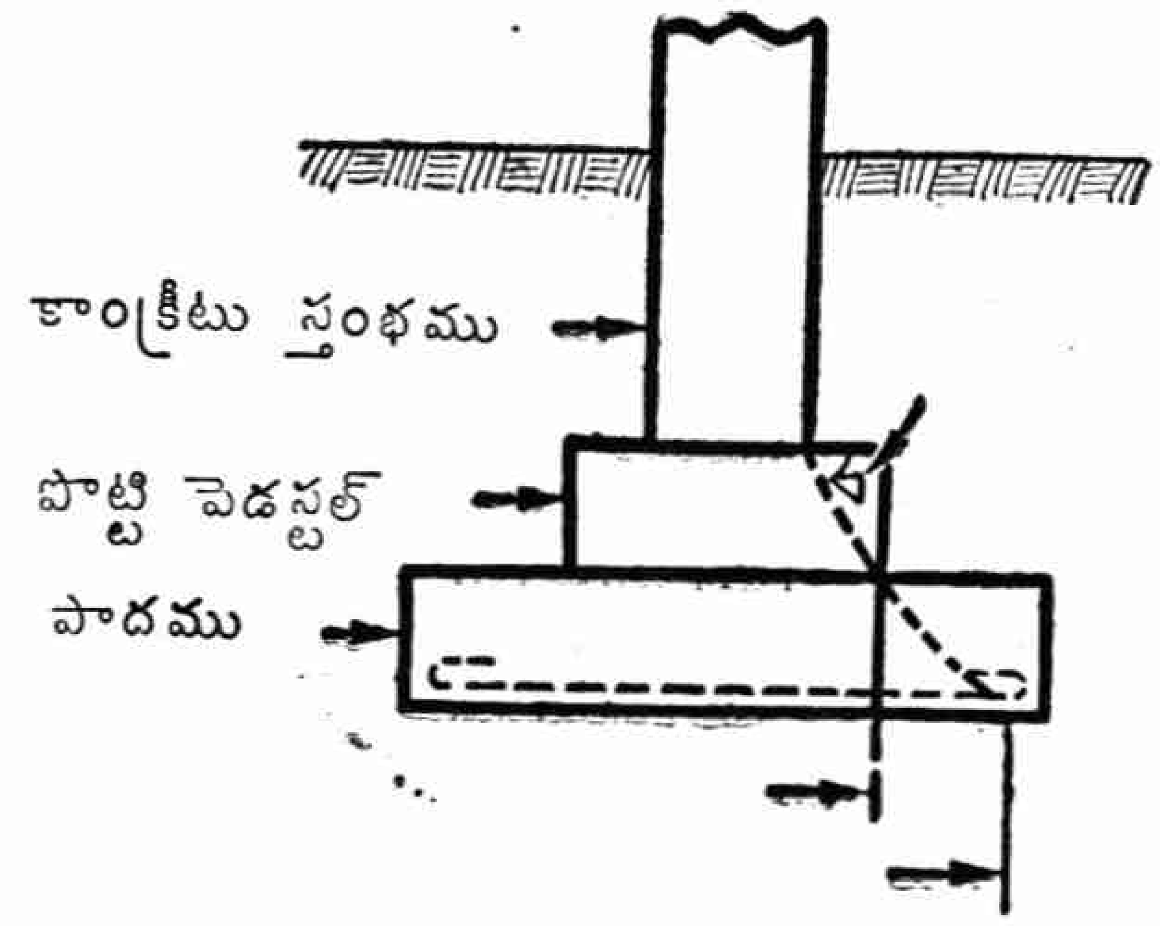


చిత్రము – 2
కాంక్రీటు పెడస్టల్, ఉక్కు స్తంభము వంటి నిర్మాణముల దిఙ్మాత్రస్వరూపము

పునాదులలో రకములు: ఒక ప్రత్యేక రకపు నిర్మాణమునకు ఏ రకపు పునాది అనుకూలమో తెల్సుకొనుటకు అనేక ప్రధానాంశములను పరిగణింపవలెను. ఏది అత్యుత్తమమైనదో, ఏది మితవ్యయసాధ్యమో నిర్ణయించి ఎంచుకొనవలసిన బాధ్యత ఇంజనీరుదే.

పరుపుడు పునాదులు: ఒక నిర్మాణముయొక్క బరువును మోయు నేలపొర సాపేక్షముగా తక్కువ లోతులో ఉన్నపుడు పరుపుడు పునాదులువేసి కట్టడమును నిర్మించవచ్చును. ఈ పద్ధతి అట్టే నేర్పరితనము, పరికరసామగ్రి అక్కరలేనిది; తక్కువ ఖర్చుతో సాధ్యపడునది; కాబట్టి, చాల విరివిగా వినియోగింపబడుచున్నది. ఈ పద్ధతి ఆర్థికముగా గిట్టుబాటు కానప్పుడే ఇతర పునాది పద్ధతులు చేపట్టబడును. నిర్మాణ స్థలముయొక్క వహన సామర్థ్యము తక్కువగానుండి నిర్మాణపు బరువును ఎక్కువ ఆధారముపై విభజించవలసి వచ్చినపుడును, వంతెన నిర్మాణములో వలెనే పునాదులను చాల లోతుగా వేయవలసి వచ్చినపుడును ఈ పద్ధతి అనుకూలము కాదు.

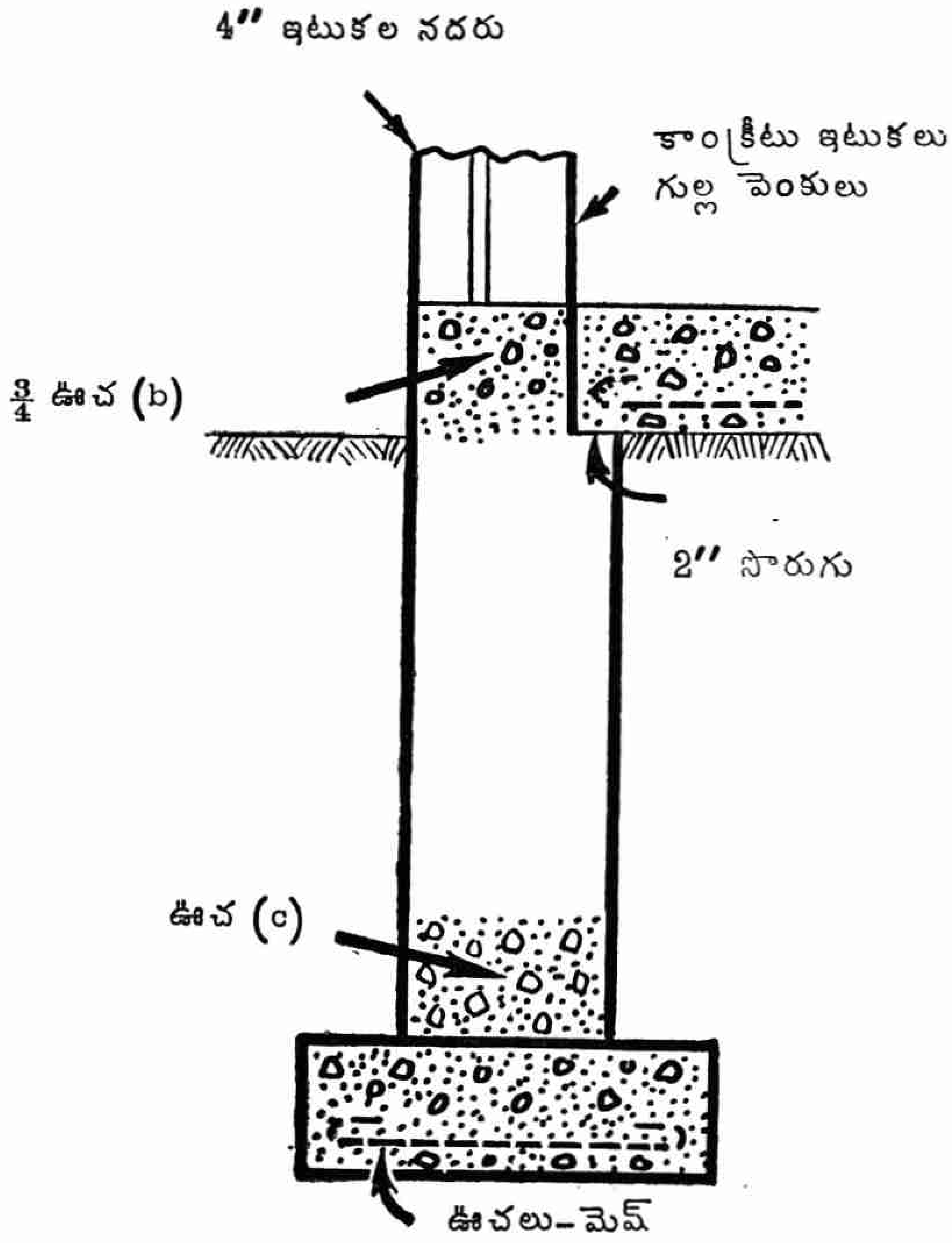
పరుపుడు పునాదులు రెండు రకములు. ఉపరినిర్మాణపు పూర్తి వైశాల్యము క్రిందనున్న ఆధార స్తరముపై ఒకే ఏకాండపు పలక ఏర్పాటుచేసినచో అది 'తెప్ప లేదా చాప పునాది' అనిపించుకొనును. అట్లు కాక, నిర్మాణములో వేర్వేరు భాగములకు ఆధారముగ వేర్వేరు పలకలు ఏర్పాటుచేయబడినచో అది 'ఆధారపు పునాది' అనబడును.



చిత్రము – 3
కాంక్రీటు పెడస్టల్, ఉక్కు స్తంభము ప్రక్క చిత్రము

పరుపుడు పునాదిలోని ఆధారము ఒక స్తంభముయొక్క బరువును ప్రసారముచేయుటకు వర్తులాకారమున ఉండవచ్చును [చూ. చిత్రములు 2 & 3] లేదా ఒక గోడను

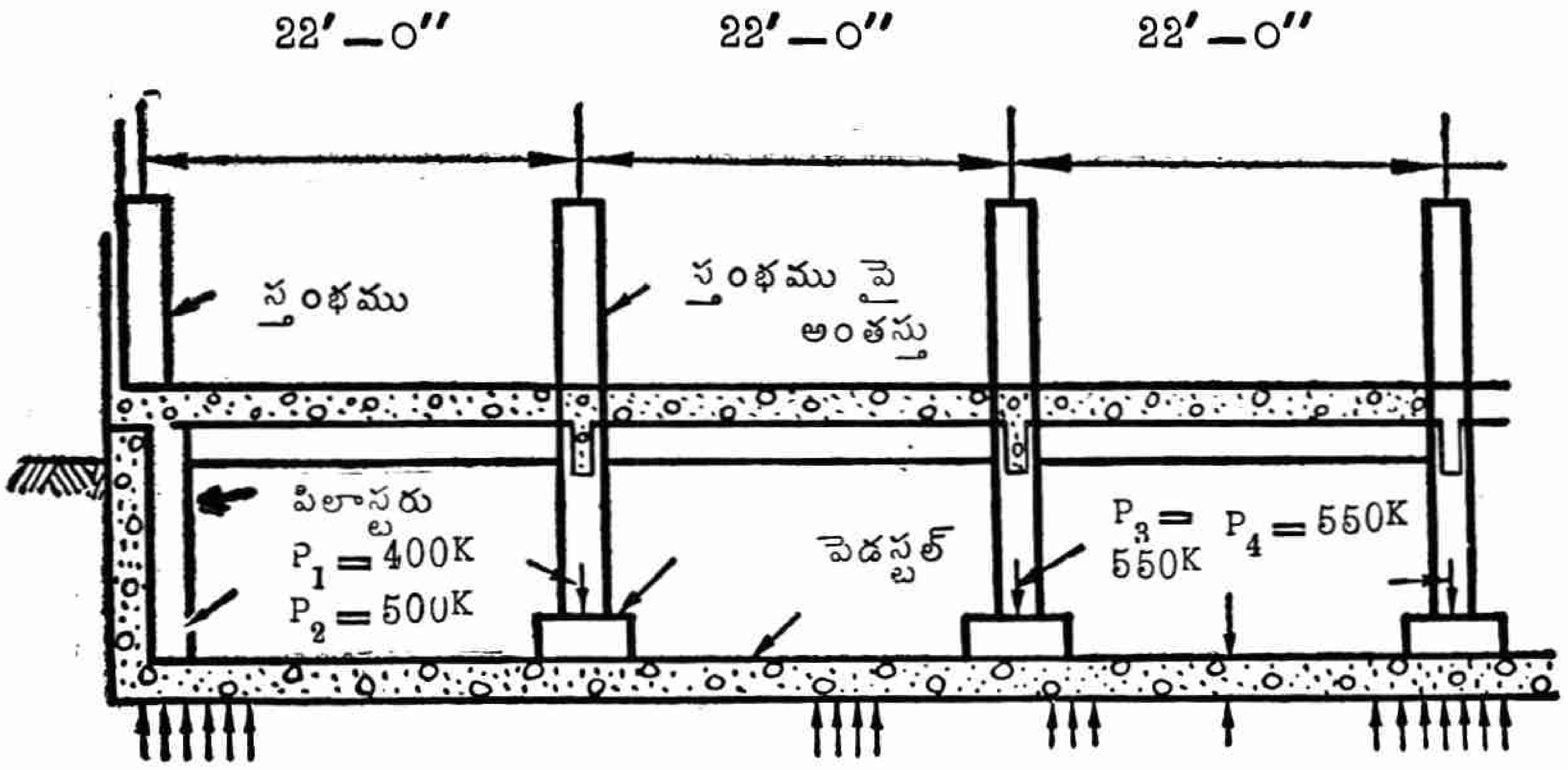
మోయుటకు అవిచ్ఛిన్నమైన చతురస్ర లేదా దీర్ఘ చతురస్ర ఆకారమున ఉండవచ్చును [చూ. చిత్రము 4]. అప్పుడప్పుడు రెండు, మూడు ఆధారములను ఒక నాడా (స్ట్రిప్) తో గాని, కాంటిలీవర్ తోగాని సంధింపబడును. అట్టి వాటిని నాడా లేదా కాంటిలీవర్ ఆధారములు అని అందురు. ఒకే వరుసలో కొన్ని స్తంభములకు ఏర్పాటు చేయబడిన దీర్ఘ ఆధారమును సంయుక్త ఆధారము అని అందురు.



చిత్రము – 4

గోడ, గట్టి పాదము

చాప లేదా తెప్ప పునాది ఒక పెద్దసైజు ఆధారము. అది తరుచుగా ఒకటి లేదా అనేక వరుసలలో ఉన్న పెక్కు స్తంభముల బరువును మోయును [చూ. చిత్రము 5]. నేల యొక్క వహన సామర్థ్యము తక్కువై ఉన్నపుడు పెద్దపెద్ద విడివిడి ఆధారములు అవసరమగును. అపుడు వాటిని అన్నిటిని కలిపి ఈ ఆధారమును తయారుచేసినచో నిర్మాణపు మొత్తము బరువు దానిమీద పడును.



చిత్రము – 5

సెక్షన్ A—A

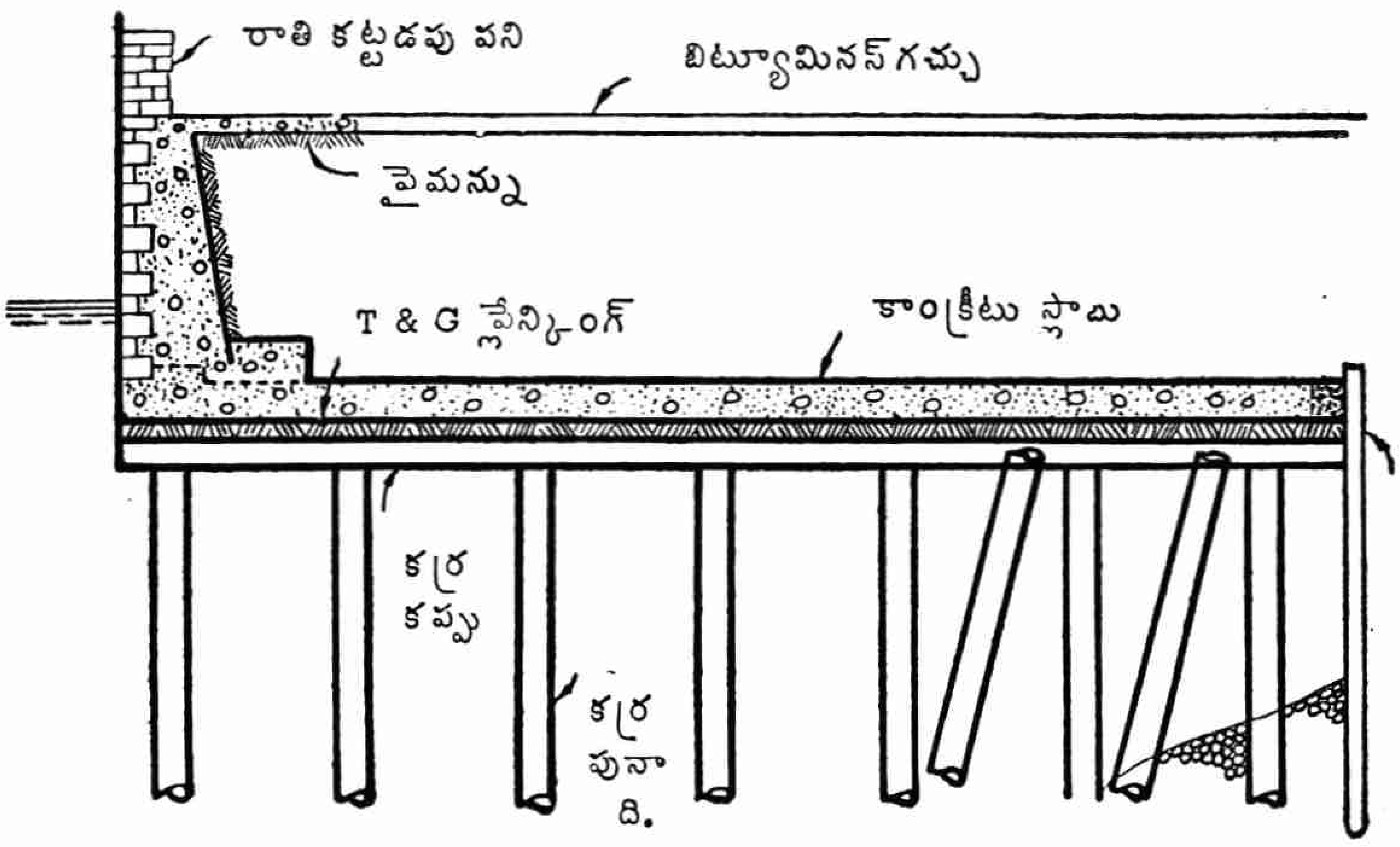
దొంతి పునాదులు: నేలపై పొరలు పరుపుడు పునాదులపై నిర్మింపబడిన కట్టడము యొక్క బరువును మోయ లేనంత దుర్బలముగా ఉన్నపుడు, ఆ బరువును మోయుటకు దొంతి పునాదులను నిర్మింతురు. దొంతులు: ధారణ దొంతులు, ఘర్షణ దొంతులు అని ప్రధానముగా రెండు రకములు. కట్టడపు బరువును మోయగల గట్టి పొరలోనికి ధారణ దొంతులను చాల లోతుగా దిగగొట్టుదురు. సబబైన లోతులలో అట్టి గట్టిపొర తగలనపుడు దొంతికి, దానిని చుట్టి ఉన్న నేలకు మధ్య ఏర్పడు ఘర్షణ మూలమున కట్టడపు బరువు సరితూగి ఉండునట్లు చేయుదురు. అప్పుడప్పుడు దట్టమైన కణమయమైన నేలలలోనికి దొంతులను దిగగొట్టుదురు. దొంతులను సాధారణముగా కలపతోగాని, కాంక్రీటుతోగాని, ఉక్కుతోగాని నిర్మింతురు. కలపను; ఉక్కును లేదా కాంక్రీటు ఉక్కును లేదా కలపను కాంక్రీటును కలిపి కూడ వాటిని తయారుచేయుదురు. దొంతి పునాదుల నమూనాలను ప్రక్కపుట 571 లోని చిత్రము 6 లో చూడవచ్చును.

వంతెన పునాదులు: నేలయొక్క, దాని క్రిందనున్న మట్టి పొరలయొక్క భారవహన సామర్థ్యము నేకాక, మట్టిని త్రవ్వి ఏర్పాటుచేయు గోతియొక్క లోతును బట్టి కూడ వంతెన పునాదుల నిర్మాణమును రూపొందింపవలెను. కాబట్టి, వంతెన పునాదులలో ఆ గోతి లోతు కూడ ఒక ప్రధానాంశము. భారతదేశములో ముఖ్యమైన వంతెనలు నూతులపై నిర్మింపబడును. ఈ నూతులు కాంక్రీటుతోగాని, ఇటుక సున్నముతోగాని తయారు చేయబడును. వాటికి అడుగున

కత్తివాదెరవంటి అంచు ఉండును. కృష్ణా (ప్రకాశము) బరాజు నూతి పునాదులపై నిర్మింపబడిన వంతెన లాక్షణిక నిదర్శనము.

డాము పునాదులు : పునాది స్థలమువద్ద తారసిల్లు నేలల స్వభావమును బట్టి ఏ రకము డాము నిర్మించుట లాభసాటియో తేల్చుకొనబడును. ఉదా: అచట బంకమన్ను, ఏటిమన్ను, ఇసుక వంటి మెత్తని నేలలు తారసిల్లినచో మట్టి, రాతి డాముల నిర్మాణము లెస్స. రాతితో కట్టిన పునాదులు గ్రావిటీడాము, కమానుడాము, బట్రెసు డాము మొదలగు అన్ని రకముల డాముల నిర్మాణమునకు చాల అనుకూలములు. ఇసుక పునాదులపై నిర్మింపబడిన డాములకు ఈజిప్టులోని అస్వాన్ డాము ప్రథమోదాహరణము [చూ. డాములు - పు. 416].

పునాదులు - యంత్రముల ఉపయోగము : సాంకేతిక, పారిశ్రామిక పురోగతితో పాటు వాడుకలో ఉన్న యంత్రముల సంఖ్య, సైజు కూడ నానాటికి హెచ్చుచున్నది. పునాదుల నిర్మాణమున యంత్రముల వినియోగము వలన కంపన తీవ్రత అధికాధిక మగుచున్నది. స్ఫోటన ప్రక్రియలు ప్రవేశ పెట్టబడుటవలన, వివిధ రకముల వాహనముల ద్వారా రవాణా వేగవంతము చేయబడుటవలన ఆఘాతముల, కంపనముల ప్రభావము హెచ్చి 'పారిశ్రామిక భూకంపనశాస్త్రము' అను నూతన యాంత్రికశాస్త్ర శాఖ వెలుగు చూచినది. స్థావరముల పునాదుల గతిశాస్త్రపరిశీలనము ఈ నూతనశాఖలో ఒక ప్రధానతమ విభాగము. ఇందు పారిశ్రామిక భవనముల పునాదుల నిర్మాణములలో ఆఘాత, కంపన సమస్యలే కాక, ఆ నేలలనుండి జరుగు తరంగప్రసారమును నియంత్రించు సూత్రములు కూడ చర్చనీయ విషయములు.



చిత్రము - 6

కర్ర పునాది పై కాంక్రీటు నిర్మాణము

యాంత్రిక పునాది కంపనములు ఆ యంత్రముల కార్యకలాపములకే పెద్ద దెబ్బ. ఉదా: కచ్చాగా తయారు చేసిన డిజైనువలన, ఒకానొక భవనమున నెలకొల్పబడిన అనేక ముషలక వాయు సంపీడనకముల పునాదులు పెద్ద ఎత్తున కంపనములకు గురియైనవి. పునాదులకు దృఢముగా బంధింపబడి ఉండుటచే సంపీడనకములు కూడ అధిక కంపన విస్తారములు కల కంపనములకు గురియై, తమకు అనుబంధింపబడి కంపిత సంపీడనకముల చెంతనున్న పైపులను కంపింపజేసి వాటిని పగులుకు గురి చేసినవి. అందువలన ఆ పైపులనుండి వెలువడిన విదారక వాయువుచే నిండి ఆ భవనము ప్రేలుడుకు లోనైనది.

పునాదిశాస్త్రము - ఉర్వర్య యాంత్రికశాస్త్రము : భూపృష్ఠములోని పొరలు పరస్పర సంబంధము లేని నేలలు మొదలుకొని లావుపాటి కఠిన శిలలు వరకు గల పెక్కు రకముల ప్రాకృతిక ద్రవ్యములతో సంఘటితమై ఉన్నవి. పునాదులు వేయునపుడు తారసపడు ఈ ద్రవ్యముల భౌతిక ధర్మముల పరిచయము పునాది ఇంజనీరుకు అత్యావశ్యకము. ఇందు నిమిత్తము అతడు పునాది ద్రవ్యముల మచ్చులను తీసి పరీక్షార్థము ఉర్వర్య యాంత్రిక శాస్త్ర పరిశోధనాలయమునకు పంపును. అచ్చట వాటి ప్రమాణ భారము, శూన్యతా నిష్పత్తి, నీటిపాలు, గ్రాము సైజు విభజనము, విరూపశక్తి, దృఢీకరణము, ప్రభేద్యనీయత మున్నగు ధర్మములు నిర్ణయింపబడును. పునాదుల భద్రత పైగుణములపై ఆధారపడి ఉండును.

ధారణ ప్రేషములు - సంబంధి నియమావళి : పునాది సామగ్రి ధారణ విలువలను నిర్ణయించుట పునాది ఇంజనీరు కర్తవ్యములలో ప్రధానతమమైనది. ఇందుకు ఇండియన్ స్టాండర్స్ ఇనిస్టిట్యూషన్, కేంద్రభవన నిర్మాణ పరిశోధనా సంస్థ వంటి సంస్థలు రూపొందించిన నియమావళి (కోడ్) సహాయకారులు కాగలవు. అయితే, అవి గుణాత్మక సమాచార వివరములను అనుసరించి సంభవనీయ విలువలను మాత్రమే ఇచ్చును; వాటిని బట్టి ఇంజనీరు వివేకముతో, విచక్షణతో నిర్ణయము చేయవలసి ఉండును. ఏదైనా ఒక ప్రత్యేక సందర్భమున తన పరిశీలన రీత్యా

అవసరమయినచో నియమావళి సిఫార్సు చేసిన విలువకన్న తక్కువ విలువను తీసికొనవచ్చును.

భార శోధనలు : అంతర్నిర్మాణము యొక్క రూప రచనపై తుది నిర్ణయము చేయుటకు ముందు నిర్మాణ స్థలమున మట్టి యొక్క భార శోధనలు జరుపుట పునాది ఇంజనీరుకు చాల ప్రయోజనకరము. ఈ శోధనలు మట్టి యొక్క విరూప సామర్థ్యమును గూర్చి, ఇముడ్చుకొను శక్తిని గూర్చి విలువైన సమాచారమును ఇచ్చును. నేలపై ఎంత తక్కువ వహనప్రాంతముపై భార శోధనలు జరుప బడునో వాటి ఫలితములు అంత ఎక్కువ నమ్మకముగా ఉండును.

కొన్ని పునాది సమస్యలు - వాటి పరిష్కారములు : ప్రస్తుతము భారతదేశము అభివృద్ధి దశలో ముందుకు సాగుచున్నది. అందొక భాగముగ డాముల, బరాజుల, విద్యుత్తుకేంద్రముల, అంతస్తుల మేడల నిర్మాణ కార్యక్రమము భారీఎత్తున జరుగుచున్నవి. ప్రతి పెద్ద నిర్మాణము నందు ఒక విచిత్రమైన పునాది సమస్య తలఎత్తుచున్నది. అందుకు విచిత్ర పరిష్కారములు కూడ కనుగొనబడు చున్నవి. సవివరాత్మకమైన పునాది పరిశోధనలవలన కష్టతరమైన పునాది సమస్యలు విజయవంతముగ పరిష్కరింపబడుచున్నవి. ఉదా : కోటా బరాజు పునాదులు దృఢమైనవి కావనియు, భేద్యములనియు తెలియవచ్చినది. పునాదులను బంకమన్నుతో గ్రౌటింగ్ చేయుటవలన ఆ అవలక్షణము తీరిపోవునని కనుగొనబడినది. ఉత్తరప్రదేశములో హర్దూగంజ్ వద్ద 30 మెగావాట్ల సామర్థ్యము కల ఆవిరి టర్బో - ఆల్టర్ నేటర్ ను నెలకొల్పుటకు స్థలమును తనిఖీ చేయగా అచటి నేల పొరలలో సాధారణ పునాదులు కాని, దొంతి పునాదులు కాని ఉపయుక్తములు కావని వెల్లడి అయినది. ధారణ - దొంతులను నేలలోనికి దిగ గొట్టునపుడు కంపనములు మట్టిలో చలనములను పుట్టించుచు ప్రస్తుతము అక్కడ ఉన్న కట్టడములపై దెబ్బతీయునని తేలినది. అందుకు విరుగుడుగా నేలలో రంధ్రములను తొలిచి దొంతులను లోనికి దించిరి. విశాఖపట్టణము రేవులో ఇనుప ముడి ఖనిజమును చేరవేయు యంత్రమునకు ఒక మెత్తని బంకమన్ను ప్రాంతముపై రోడ్డు వేయవలసివచ్చినది. ముడిఖనిజమును కూడ ఆ ప్రాంతముననే కుప్ప పోయవలసివచ్చినది. ముడిఖనిజపు కుప్పలు కదలకుండ ఉండునట్లును, నేలలోని వ్యత్యస్త అధశ్చలనములను అరికట్టి బాటపై క్రేనులు నిరాటంకముగ తిరుగగలుగునట్లును ఆ రోడ్డు నిర్మింపవలసివచ్చెను. అందుకు ఇసుక నిర్గమనములను వాడుట ప్రయోజనకారి అని తెలిసికొనబడినది. ఇటువంటి ఇసుక నిర్గమనములు రవాణా యోగ్యమగుటకు నిర్మాణము పూర్తి అయిన తరువాత 12 - 18 మాసములు పట్టునని తెలియుచున్నది.

ఆంధ్రప్రదేశ్ లోను, ఇతర ప్రాంతములలోను కల నల్ల నేలలు వైకల్పికముగా ఉబ్బుచు, క్రుంగుచు వ్యత్యస్త చలనములకు గురియై అసంఖ్యాక పునాది సమస్యలను తల ఎత్తించును. కేంద్రభవన నిర్మాణ సంస్థ వాటిని పరిశీలించి ఆ ప్రదేశములలో లోపలిదొంతులు కల దొంతి పునాదులు వేయుట మంచిదని సూచించినది.

భూకంపన మండలములలో పునాదుల సమస్య మరింత జటిలమైనది. ఈ విషయమున భారతదేశములోను, ఇతర దేశములలోను (ముఖ్యముగా జపానులో) విశేష శోధన సాగుచున్నది [చూ. భూకంపములు - ఇంజనీరింగు నిర్మాణము].

పునాది శాస్త్రము - ఇటీవలి పురోగతి : పునాదిశాస్త్రమున తారసపడు పెక్కు సమస్యలకు మూలకారణము నేలలోని నీరు. స్థూలసాంద్రతను, ఆర్ద్రతాభాగమును అతి శీఘ్రముగా కొలుచుటకు పరమాణు శక్తి నేడు పునాది ఇంజనీరుకు చాల సహాయపడుచున్నది. 1. వదులైన ఇసుక నేల పొరలను గట్టిపరచుటకు కంపన - ఉత్ప్లవనములను, మందుగుండు సామగ్రిని వాడుట; 2. ఇసుక నిర్గమన మార్గముల మూలమున త్వరిత పరచుట, విద్యుత్ప్రవాహిసరణ (ఎలక్ట్రో - ఆస్మోసిస్) సాంకేతిక ప్రక్రియల వినియోగము పునాదిశాస్త్రములో ఇటీవల వెలుగు చూచిన నవీన పురోగతులు.

పునాదిశాస్త్రమును ఇతోధికముగా వికసింప జేయుటకు సెంట్రల్ బిల్డింగ్ రిసెర్చి ఇనిస్టిట్యూట్, ఇండియన్ స్టాండర్డ్స్ ఇనిస్టిట్యూషన్ వంటి జాతీయ, అంతర్జాతీయ సంస్థలు కృషి చేయుచున్నవి. చంద్రమండలముపై నిర్మింపబడనున్న కట్టడములకు పునాదులు వేయుటకు పునాది ఇంజనీరులు తహతహపడుచు, సమయము కొరకు నిరీక్షించుచున్నారు.

మ. రే.

పురపాలక శాస్త్రము : చూ. ప్రజారోగ్య శాస్త్రము.

పూతరంగులు (పెయింట్లు) : వస్తువులు ఎండ, గాలి వలన చెడిపోకుండ చేయుటకుగాను లేదా వాటి అందమును ఇనుమడింప జేయుటకుగాను పూతరంగులు వాడుదురు. కొన్ని చీకటిలో ప్రకాశించు పూతరంగులు కూడ కలవు. గడియారముల మీదను, సైన్ బోర్డుల మీదను పూయబడు పూతలు ఇట్టివే. కొన్ని పూతరంగులు వస్తువులను నీరు, క్షార, వేడి, ఆమ్ల ద్రవ్యముల సంపర్కమువలన చెడకుండ ఉంచుటకు వాడుదురు. అట్టివాటికి 'క్షయ

నిరోధకములు' అని పేరు. నౌకాశ్రయములందు స్థిరముగా ఉంచబడు పడవల అడుగు భాగములను నీటి నుండియు, నీటిలో పెరుగు 'ఆల్గే' అను జాతి మొక్కల నుండియు ప్రమాదము వాటిల్లకుండా సంరక్షించుటకై ఉపయోగించు పూతరంగులు మరియొక జాతివి. వీటికి 'మాలిన్య నిరోధకములు' అని పేరు. కొన్ని పూతరంగులు వస్తువులను వేడికి చెడిపోకుండ చేయును. అట్టివాటికి 'తాప నిరోధకములు' అని పేరు. కొన్ని పూతరంగులను మొదటి పూతకు, కొన్నిటిని దిగువ పూతకు, మరికొన్నిటిని చివరి మెరుగు పూతలకు వాడుక చేయుదురు.

తయారైన ప్రతి పూతరంగులోను మూడు రకముల ద్రవ్యములు కలిసి ఉండును. వాటిని వాహకము, రంగు, విరళీకరణి - అనగా రంగు వొదిగి వచ్చెడు ద్రవ్యము - అని అనవచ్చును. త్వరగా ఆరి గట్టిబడు స్వభావము గల సీమ అవిసె, వలిసె నూనెల వంటి వానిని తిన్నరుతో కలిపిన సామాన్య వాహకముగా ఆచరించును. మెత్తని చూర్ణముగా చేసిన తెలుపు, ఎరుపు, నీలి, పసుపు, ఆకుపచ్చ, నలుపు మొదలగు రంగులు గల ఖనిజ ద్రవ్యములను వాహకముతో కలుపుదురు. ఇట్లు లభించిన ముద్దకు టర్పెంటీన్ తైలమును గాని, తెల్లనూనె (కిరసనాయిల్ జాతి)ను గాని కలిపి బ్రష్‌లతో పూయుటకుగాని, తుషారముగా చిలకరించుటకుగాని వీలుగా ఉండునటుల పలచన చేయుదురు. సాధారణముగా కార్బన్ వర్ణద్రవ్యములను పూతరంగులకు వాడరు; కాని, కొన్ని లక్కరంగులలో ఇవి కలిసి ఉండును.

వాహకముగా ఆచరించు నూనె గాలిలో శీఘ్రముగా ఆరి, వస్తువు మీద గట్టి పొరగా ఏర్పడు గుణమును కలిగి ఉండవలెను. ఈ పనికి అవిసెనూనె, వలిసెనూనె, చీనా దేశపు టంగ్ నూనె వంటి అయిడీన్‌ల విలువ * ఎక్కువగా ఉన్న నూనెలే ఉపయోగించును. ఇవి అయినను సంస్కరింపకుండా వాడుటకు పనికిరావు. రంగు పదార్థములతో కూడి గాలిలో ఆరుగుణమును, గట్టి పొరను ఇచ్చు గుణమును పెంపొందించుటకుగాను కొన్ని ప్రేరక ద్రవ్యములతో తగినట్లు వీటిని వేడి చేసిగాని, మరగబెట్టిగాని సంస్కరించెదరు. అవిసెనూనెను దానిగుండా గాలిని పంపుచూ 100 - 150°C వరకు వేడిచేయుదురు. 250°C వరకు వేడి చేసిన ఎడల అవిసెనూనె బహ్వాణుక యౌగికముగా చిక్కబడి కొన్ని విశిష్టగుణములు కలదిగా అగును. దీనికి 'స్టాండ్ ఆయిల్' అని వ్యవహారనామము. అవిసెనూనె యొక్క పై చెప్పిన గుణములను వృద్ధి పొందించుటకు వేడి చేసినపుడు శోషకద్రవ్యములుగా పని చేయు ప్రేరకములలో సీసము, మాంగనీస్, కోబాల్ట్ యౌగికములు ముఖ్యములు. ఇటీవల కోల్‌తారునుండి లభ్యమగు నేఫ్థియానిక్ ఆసిడ్ వంటి ద్రవ్యములను పై చెప్పిన ధాతులవణములతో కలిపి వాడుచున్నారు. వీటి వలన నూనె ఆరు కాలము తగ్గును.

పూతరంగులు తయారుచేయు విధానమందు అవలంబించవలసిన క్రియలు ముఖ్యముగా రెండు. రంగుద్రవ్యములను కాటుకవలె మెత్తగా నూరుట. ఈ నూరిన ద్రవ్యమును తయారు చేసిన అవిసె నూనెలోగాని, అట్టి ఇతర వాహకమందుగాని మెదుపుట. కావలసిన రంగుయొక్క ఛాయను బట్టి వాటిని కలుపుదురు. రోలర్లు మొదలగు కలుపుటకు ఉపయోగించు యంత్రములచే పూతరంగులను పలుకు లేక ఏకజాతి మిశ్రములుగా ఉండునట్లు తయారు చేయుదురు.

తెల్లరంగు భస్మములు (పిగ్మెంటులు): 1. తెలుపు సీసము - వైట్‌లెడ్ (బేసిక్ లెడ్ కార్బొనేట్); 2. సబ్లైమ్డ్ వైట్‌లెడ్ (బేసిక్ లెడ్ సల్ఫేట్ $(PbSO_4)_2 Pb(OH)_2$); 3. ఆధునికతర టైటానియమ్ తెలుపు (శుద్ధ TiO_2 గాని, బేరియమ్‌సల్ఫేట్, కాల్సియమ్ సల్ఫేట్, మెగ్నీషియమ్ సిలికేట్, జింకు ఆక్సైడ్ మున్నగు వాటితో కలిపిన టైటానియమ్ డై ఆక్సైడ్‌గాని); 4. జింకు ఆక్సైడ్ మున్నగునవి.

తెల్లరంగు భస్మములతో వాడు అనుపాన భస్మములు: ఇవి కొద్ది శాతములలోనే వాడుదురు. ఇవి రెండు రకములు: 1. తైలములో తెల్ల పేస్టువలె అగునవి. ముదురు రంగును లేత చేయుటకు వాడుదురు. ఉదా: టాల్క్, ఆస్‌బెస్టాస్, చీనామన్ను; 2. తైలములో ఉన్నప్పుడు కిరణములను అడ్డగించనివి. వీటి వక్రీభవనాంకము తైలపు వక్రీభవనాంకముతో సమానము. వీటిని కలిపినపుడు రంగు లేతపడదు గాన, ఇట్టి వాటిని 'బేసులు' అని అందురు. ఉదా: సిలికా, కాల్సియమ్ కార్బొనేట్, జిప్సమ్, బేరియమ్ సల్ఫేట్.

ఆకుపచ్చరంగు భస్మములు (పిగ్మెంటులు): ఇవి రెండు రకములు: 1. స్వతహా ఆకుపచ్చ రంగు కలవి. క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ Cr_2O_3 లేదా పర్మనెంట్ పచ్చ; గ్విగ్నెట్ పచ్చ. ఇది చాల ఖరీదయినది; 2. నీలి, పసుపు మిశ్రము ఆకుపచ్చగా మారును. ప్రష్షియన్ బ్లూ, లెడ్ క్రోమేట్ల మిశ్రమును క్రోమ్ గ్రీన్ అనియు, బ్రన్‌స్విక్

* నూరు గ్రాముల నూనెచే విచూషించబడు అయిడీన్ యొక్క భారము నూనెలో ఉన్న అసంతృప్త యౌగిక పరిమాణమును (గ్రాములలో) తెలుపును. ఈ సంఖ్యకు 'అయిడీన్ విలువ' అని పేరు.

గ్రీన్ లేదా ప్రష్షియన్ గ్రీన్ లేదా గ్రీన్ వర్మిలియన్ అనియు అందురు. వీటిని పలువిధములుగా తయారు చేయ వచ్చును. శుద్ధ భస్మములను మిశ్రము చేసి నూరవచ్చును లేదా రెంటిని బేరియమ్ సల్ఫేట్ లేదా లెడ్ సల్ఫేట్ మీద అవక్షేపింపచేయించవచ్చును. ఆకుపచ్చలో అనేక ఛాయలను తయారు చేయవచ్చును.

పారిస్ గ్రీన్ లేదా ఎమరాల్డ్ గ్రీన్ లేదా ష్విన్‌ఫర్టు గ్రీన్ - కాపర్ ఆసిటో ఆర్సినైట్ - ఆర్సినేట్ కొద్దిగా వాడుదురు.

పసుపురంగు పిగ్మెంటులు: 1. క్రోమియమ్ ఎల్లో రంగులు అనేక ఛాయలలో తయారు చేయవచ్చును. లెడ్ సల్ఫేట్, జిప్సమ్, చీనామన్ను మున్నగువాని మీద అవక్షేపణము చేసినచో లేత రంగులు తయారగును; 2. జింకు క్రోమేట్‌లు; 3. పసుపురంగు మన్నులు; 4. కాడ్మియమ్ ఎల్లో.

ఎరుపురంగు పిగ్మెంటులు: గంగసింధూరము, ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ ఖనిజము - కృత్రిమములు, ఆంటిమొని సల్ఫైడ్- వెనిషియన్ రెడ్ అనగా ($Fe_2O_3 + CaSO_4$) మిశ్రము, ($FeSO_4 + CaO$) మిశ్రమునుంచి తయారు చేయుదురు. క్రోమ్ రెడ్ అనునది అమెరికన్ వర్మిలియన్, బేసిక్ లెడ్ క్రోమేట్ $Pb_2 2(OH)_2 CrO_4$.

బ్రౌన్ పిగ్మెంటులు: అన్నియు ఇనుప ఖనిజమునుంచి తయారు చేయుదురు. ప్రిన్సెస్ మెటాలిక్ బ్రౌన్; ఇది ఖనిజము. అంబరు అనునది భూగర్భములో దొరకు ఖనిజము. వాండైక్ బ్రౌన్ అనునది ఎర్ర ఐరన్ ఆక్సైడ్‌తో పసుపు ఓకర్ మిశ్రమించగా వచ్చినది.

నలుపు రంగులు: బొగ్గుమసి (గాస్ ఫాక్టరీనుంచి ఉత్పన్నము), ఎముకల మసి, గ్రాఫైట్ చూర్ణము - డ్రాప్ బ్లాక్ అనగా దంతము, ద్రాక్ష ఎండుగర్ర, కొబ్బరిపెంకు మున్నగువాటినుంచి తయారయినవి.

ధాతు చూర్ణములు: అల్యూమినియము, కంచుపొడి, సీసము,సీసపుధాతుమిశ్రచూర్ణములు తరచుగా వాడుదురు.

లేక్ పిగ్మెంటులు: కార్బన్ రంగు పదార్థమును బేరియమ్ సల్ఫేట్‌వంటి పదార్థము మీద అవక్షేపణ చేసిన రంగును లేక్‌పిగ్మెంటు అందురు. ఒక్కొక్కప్పుడు రంగు తైలములో కలిపిన కరగిపోవుట కద్దు. ఇవి చాల అందమైన లక్షణములను ఇచ్చును.

లై పిగ్మెంటులు: వీటిని తైలములో కలిపిన 3655 Å గల అల్ట్రావైలెట్ లైటును ఖండించును.

ఇతర జాతి పూతరంగులు: ఆస్ఫాల్ట్ వంటి పదార్థము లోనికి గాలిని పంపి వేడిగా గాని, నీటిలో కలిపి గాని వాడవచ్చును. నేలలో పాతిన ఇనుప గొట్టములకును, గాలిలోని ఇనుప కట్టడములకును దీనిని చౌకగా వాడుదురు. మొదట తగు ద్రవము పలచబరచి లేపనము చేయుదురు. తరువాత వేడిగా, పలచబరచకుండా వాడ వచ్చును. కాంక్రీటుకు వాడిన తేమ చేరకుండా చేయ వచ్చును. ఇమల్షన్ రూపములో తడి కాంక్రీటుకు కూడ వాడ వచ్చును.

ఆరని లేపనములు: లోహక్షయమును తగ్గించుటకు మైనము గాని, గ్రీజులు గాని క్రోమేట్‌లతోను, జింకు పొడితోను కలిపి వాడుదురు. మైనపు(వాక్స్) పాలిష్‌లు కొయ్య పనికి గాని, నేలలకు గాని, లినోలియమ్‌లకు గాని వాడుదురు.

తైలముల పొర: టంగ్ తైలము (చీనా కొయ్య తైలము), ఓయ్‌టిసికా తైలము, సీమ అవిసె, పెరిలా తైలములు ఒక తలమునకు పూసిన గాలిలోని ఆక్సిజన్‌చే గట్టి పడి ఒక పొర ఏర్పడును. వీటిని 'డ్రయింగు తైలము' లు అందురు. కొన్ని తైలములు అంత సులువుగా గట్టిపడవు. ఏలనన, వాటిలోని అసంతృప్త కార్బన్ యౌగికముల శాతము తక్కువ. వాటినుండి కూడా డ్రయింగు తైలములను తయారు చేయుచున్నారు. డ్రయర్‌లు అను యౌగికముల ఉపయోగముచే పొర ఏర్పడు కాలమును తగ్గించ వచ్చును. అట్టి పొర ప్లాస్టిక్ పొరవంటి అణుశృంఖలములు కలదిగా ఉన్నది. కొంతకాలమునకు ఆ పొర గట్టి పడి పగిలిపోవును.

మరిగిన అవిసెనూనె: మామూలు అవిసె నూనెను డ్రయర్‌లు అను ప్రేరక ద్రవ్యములతో 150°C వరకు కాచగా ఏర్పడును. 24 గంటలలోపుగానే పొర ఏర్పడును. ముతక ఎరుపురంగు కలిగి ఉండును. లెడ్, మాంగనీస్ మిశ్రమ ప్రేరక ద్రవ్యములను వాడుదురు. ఇదిచల్లగా మరిగిన లేదా బంగ్‌హోల్ - బాయిల్డ్ నూనె. అనగా, అవిసె నూనెలో అధికశాతము ప్రేరక ద్రవములతో కలిసినది అని అర్థము.

విరంజన తైలము: తెలుపు రంగులకు అవిసెనూనె రంగు పనికిరాదు. కాన, అవిసెనూనెకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను కలిపి లోనికి గాలిని ఊదిన తైలములో మడ్డి ఏర్పడును. దానిని తేటపరచి వాడుదురు. ఆక్సైడ్‌లు, పెరాక్సైడ్‌లు కూడ వాడుదురు.

డ్రయర్లు - ప్రేరకములు: తైలములోని అసంతృప్త కార్బన్ యౌగికముల ఆక్సీకరణమునకు ప్రేరకములుగా పని చేయును. లెడ్, మాంగనీస్, వెనేడియమ్ వంటి రెసినేట్‌లు, లినోయ్‌నేట్‌లు, నాఫ్తినేట్‌లు మున్నగు

యౌగికములు వచ్చును. 0·5% వరకు లెడ్, 0·05 వరకు మాంగనీస్ యౌగికములు అవిసెనూనెతో వాడుదురు.

పలుచన చేయు ద్రవములు (తిన్నరులు) : పెయింటును వాడుటకు, తగు ద్రవస్థితిలో ఉంచుటకు తిన్నరు ద్రావకములను వాడుదురు. ఇవి సులువుగా బాష్పీకరణము చెందవలెను; తైలపదార్థమును కరగించుకొనును. ఉదా: పెట్రోలియమ్ స్పిరుటులు, టర్పెంటీన్ (కర్పూర తైలము), మిథనాల్, ఎథ్నాల్, కార్బన్ ద్రావకములు, కోల్ తార్ నుంచి వచ్చు ద్రావకములు, బెన్జీన్, టాల్యుయిన్, జైలీన్ మున్నగునవి.

ప్లాస్టిసైజరుల వాడుకచే పలు విధములగు నూనెలు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఇవి సులువుగా బాష్పీకృతము కావు గాన, పెయింటు ఆరిన తరువాత ఏర్పడు రేకు సులువుగా పొడి కాకుండా చేయవచ్చును. ట్రైక్రిసైల్ ఫాస్ఫేట్, ట్రైఫీనిల్ ఫాస్ఫేట్, డైబ్యుటైల్ థాలేట్, ట్రైబ్యుటైల్ టార్ట్రేట్ మున్నగునవి.

శీతల జల పూతరంగులు : కెసీన్, సోయాబీన్ ప్రొటీన్, జిగురు, డెక్స్ట్రిన్, సోడియమ్ సిలికేట్ వంటి బైండర్‌ను పిగ్మెంటులతో మిశ్రముచేసిన శీతల జల పూతరంగులు సిద్ధించును. గోడలకు వెల్లవేయుటకు ఉపయోగించు డిస్టెంపర్‌లు, కాల్సిమిన్‌లు, జిగురులు కలిసిన పిగ్మెంటుల జలద్రావణములు. డిస్టెంపర్‌లలో అద్రావణీయ పదార్థములు ఉండును. కాల్సిమిన్‌లలో అట్టి అద్రావణీయ పదార్థము లేవియు ఉండవు.

తైలవర్ణములకును, వార్నిషులకును మిశ్రమ వార్నిషు పెయింట్లు లేదా లాకరులు మరియొక రకమునకు చెందిన పూతరంగులు. పెయింటులలోవలె వాహకము, పిగ్మెంటులు, తిన్నరులు కలిగి, పెచ్చుగా వార్నిషులలోవలె పూతకు నైగనిగ్యమును ఇచ్చు షెల్లక్ మున్నగు సహజమైనము లైనను, సెల్యులోస్ ఎస్టర్ లైనను, ఆక్రిలిక్ PVC వంటి సింథటిక్ రెసిన్‌లైనను కలిగి ఉండును. సాధారణ

	PVC %
మామూలు పెయింట్లు	50 · 75
సగం మెరయు ఎరుపు	35 · 45
మెరయు	25 · 35
ఇండ్ల వెలుపలి	28 · 36
మెటల్ ప్రైమర్	25 · 40
కొయ్య ప్రైమర్	35 · 40

ముగా వాహకము ఇమల్షన్ రూపములో కూడ ఉండును. సెల్యులోస్ లాకరులు త్వరగా ఆరిపోవును; సులువుగా గీతలు పడవు; ధగధగ మెరియును. ఆసిడ్‌లకు, ఆల్కలీలకు, ఆల్కహాల్, పెట్రోల్ మున్నగు వాటికి కొంత వరకు నిలదొక్కుకొనును. అయితే, నిప్పు ఉండు చోట మాత్రము వీటిని వాడరాదు.

పెయింటుల తయారీకి సుమారు 2,000 రకముల ముడి పదార్థములను ఉపయోగింతురు. అందుకు పదింతల రకములను తయారు చేయుదురు. తిరగలివంటి మిల్లులు, బాల్ మిల్లులు, రోలర్ మిల్లులు, బ్రాష్లి మిల్లులు వాడుదురు.

ఇవిగాక, ఎరుపు, పసుపు, జేగురు, నలుపు మొదలగు వివిధ వర్ణములు గల ప్రకృతిలో దొరకు ఇనుము ఆక్సైడ్‌లను కూడా రంగులుగా వాడుదురు. బెరైటీస్ ఖనిజ చూర్ణమును తెలుపు రంగులు తయారు చేయుటకే కాక, సాధారణముగా అన్ని పూతరంగులందును ఛాయలను తగ్గించుటకు, రంగు బరువగుటకు, వొదిగి వచ్చుటకు కూడ వాడుదురు.

వస్తువునకు పట్టుట, వస్తువుయొక్క అసలు రంగును మరుగు పరచుట, నూనెను పీల్చుకొనుట, సూక్ష్మకణ పరిమాణము, వలసిన ఛాయ - ఈ గుణములు అన్నియు పూతరంగులలో వాడు ద్రవ్యములకు ఉండవలెను.

సమసాంద్రత సూక్ష్మకణ పరిమాణము, ఆరురేటు, పూతపూసిన తరువాత ఏర్పడు పొరయొక్క స్వభావము, ఆరిన తరువాత రంగు ఛాయ, వాతాతపములకు తట్టుకొనుట ఈ గుణముల గురించిన పరీక్షలకు పూతరంగులు ఆగవలెను. పెయింటుల పూతకు సాధారణముగ బ్రష్‌లు ఉపయోగింతురు. పిచికారీ చేసికూడ పెయింటును వస్తువునకు పట్టునట్లు చేయుదురు. వస్తువులను పెయింట్లలో ముంచుట మరియొక పద్ధతి. వస్తువులకు పెయింటు పూయుట ఇప్పుడిప్పుడు సాంకేతిక కళగ రూపుగొనుచున్నది.

జి. వెం.

పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు : పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు కట్టడముల నిర్మాణమందు ఒక నూతన ఆవిష్కరణము. ఆర్. సి. సి. (రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీట్) భావమునకును, దీనికిని వ్యత్యాసము కలదు [చూ. రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు].

ఒక నిర్మాణమును పూర్వ ప్రపీడనమునకు గురి చేయుట అనగా ఆ నిర్మాణముపై మోపబడు భారముయొక్క అన్ని అవస్థలలో ఒత్తిడుల మొత్తము దానియందు అన్ని చోట్ల ఆ నిర్మాణ ద్రవ్యము అనియతముగ సహించ గల ఒత్తిడి మితులలో ఉండునట్లు, దానిపై బాహ్య భారముల మోపుటకు పూర్వమో లేదా మోపునట్టి కాలమందునో ఒక నియతము, శాశ్వతము అయిన ఒత్తిడిని కృత్రిమముగా ఆ నిర్మాణమందు ఉద్భవింప జేయుటయే.

పూర్వ ప్రపీడన మూలసూత్రములు : శాశ్వత లేదా ఆగంతుక భారములచే వంపు చూపుటకు ఉద్యుక్తమైన ఏ నిర్మాణమునందైనను దాని ద్రవ్యములో కొన్ని చోట్లు, కొన్ని దిశలలో ఆతతి (టెన్షన్) స్థితికి వశమై ఉండును; మరికొన్ని చోట్లు నొక్కునకు గురియై ఉండును.

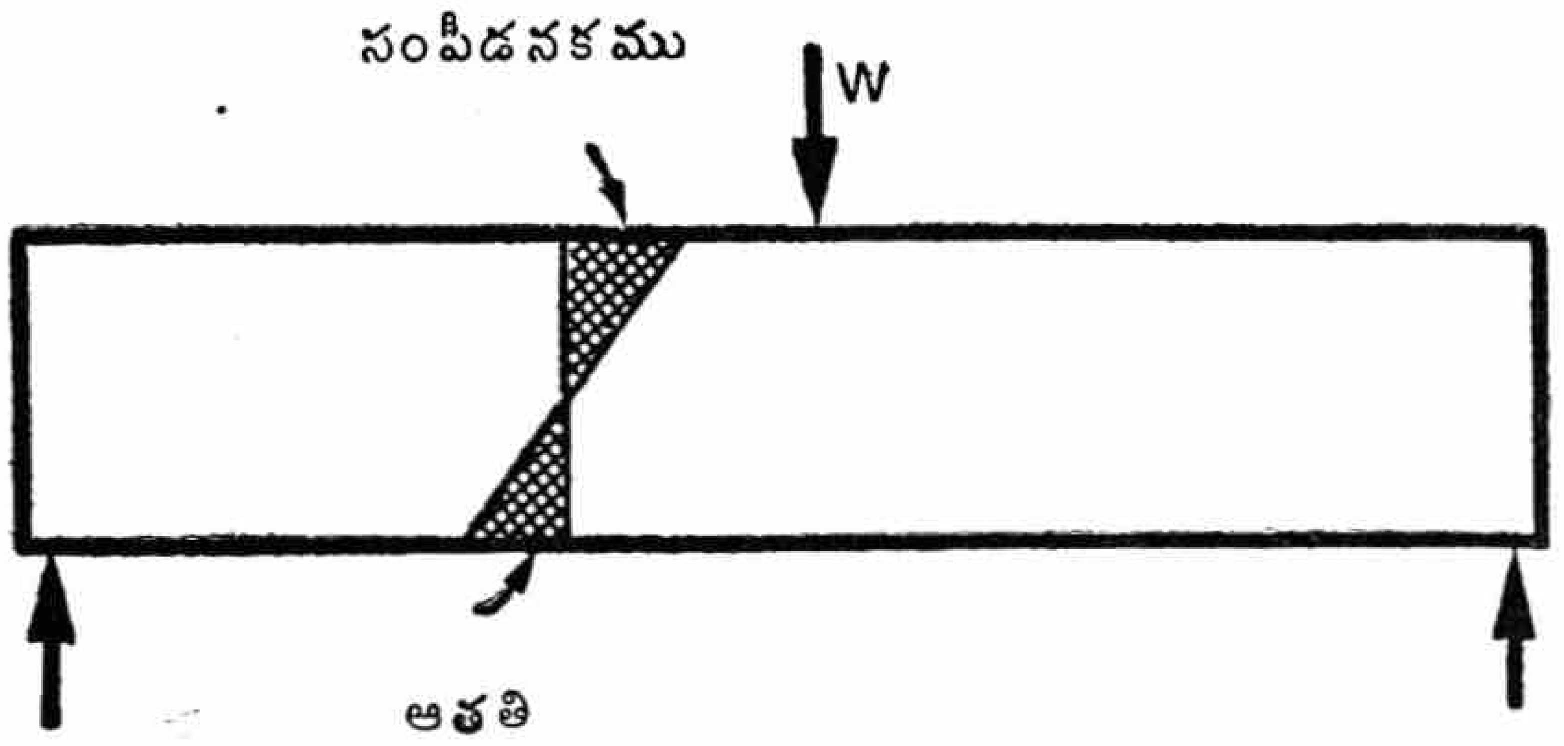
ఆతతి స్థితిలోగాని, నోదన స్థితిలోగాని మెత్తని ఉక్కువలె ఆ నిర్మాణద్రవ్యము ఎల్లచోట్ల సమానమయిన బలము కలిగి ఉన్నదైనచో ఆర్థిక లాభము ఉండునట్లు ఆ నిర్మాణమును సృజించవచ్చును [చూ. చిత్రము - 1 *a*, *b*].

ఆతతియందు కన్న నోదనమందు మిక్కిలి బలవత్తరమైన కాంక్రీటుతో ఆ ఘటకమును (దూలము అనుకొందము) చేయవలసివచ్చినపుడు ఆతతి బలములను ప్రధానముగ పరిగణించి, ఆ నిర్మాణఖండమును సృజించవలెను; లేదేని ఆర్థికముగ లాభములేని నిర్మాణము సంఘటిల్లును. మామూలు రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు పద్ధతిలో కాంక్రీటు యొక్క ఆతతి బలములను సరకు గొనకుండ, ఆతతికి గురియైన స్థలములలో ఉక్కు కమ్ములను దన్నులుగా ఉపయోగించుటచే ఈ ప్రమాదమును ఒత్తిగిలించవచ్చును [చూ. చిత్రము - 1 *c*, *d*].

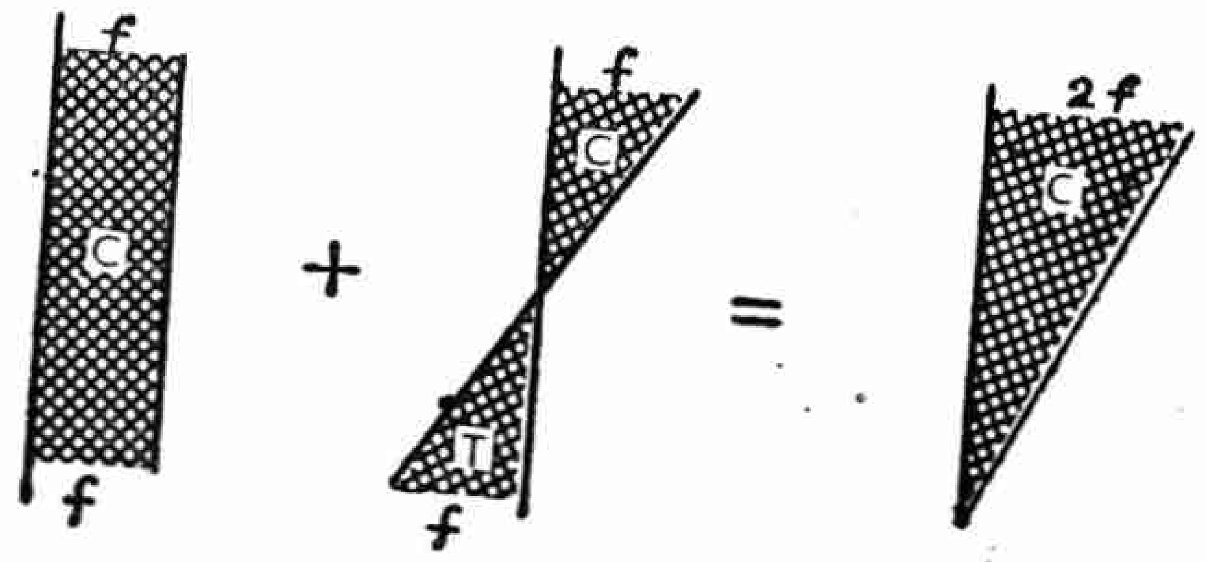
ఒక నిర్మాణము మోయుచున్న నిజభారము (డెడ్ లోడ్) సుమారు ఆ నిర్మాణపు పొడవుయొక్క రెండవ ఘాతముతో సరళ నిష్పత్తిలో మారుచుండును. ఒక నిర్మాణపు పొడవు ఒక మితిని దాటినచో ఆర్థిక దక్షత హఠాత్తుగ తగ్గిపోవును.

ఇంజనీర్లు రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటును నిర్మాణములకు వినియోగించు విధానములలో ఆర్థికముగ ఎక్కువ లాభకరములైనవి, శాస్త్రీయ దృష్టిలో ఎక్కువ నిశితములైనవి అగు క్రొత్త భావములను క్రొత్త పద్ధతులను పెంపొందించిరి. అందులో ఒకటియే ఈ పూర్వ ప్రపీడన విధానము (ప్రిస్ట్రెస్డ్ కాంక్రీటు).

పూర్వ ప్రపీడన ప్రక్రియలలో ప్రమాదము రాకుండ చేయుట, వచ్చినదానికి పరిహారమును కల్పించుట కన్న లాభకరము అను భావము మూల సూత్రముగా గ్రహించవలెను. రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు నిర్మాణకర్త కాంక్రీటు దూలపు అడుగు భాగమున అవతరించు ఆతతి ఒత్తిడులను దోషముగ ఎంచును. కాని, ఉన్నవాటిని అంగీకరించి, నిర్మాణమును ముగించు కాలమును పొడిగించుటవలన దోషమును పరిహరింపచేయవచ్చును. ప్రెస్‌డ్ కాంక్రీటు వినియోక్త అట్టి ఆతతి ఫలములగు ఒత్తిడిని తొలినే జనింపకుండచేయును.

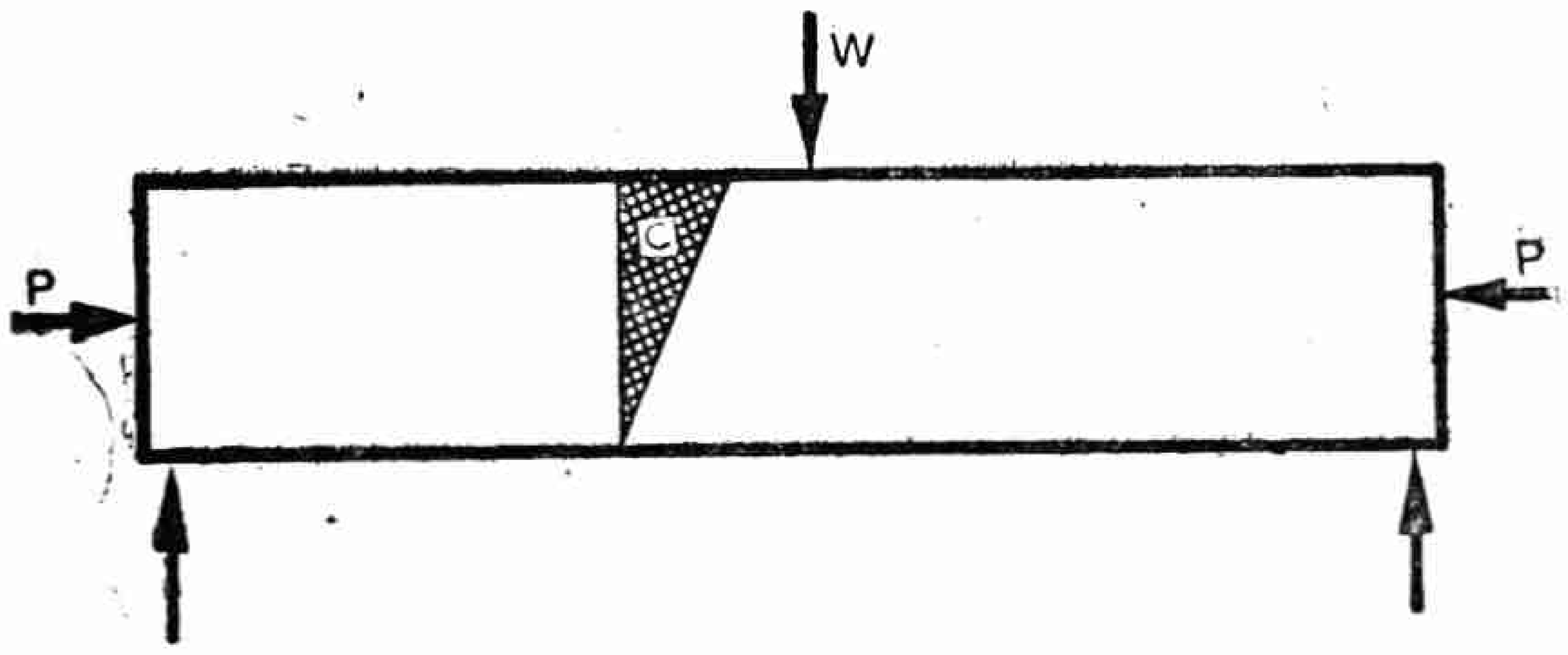


చిత్రము 1, a

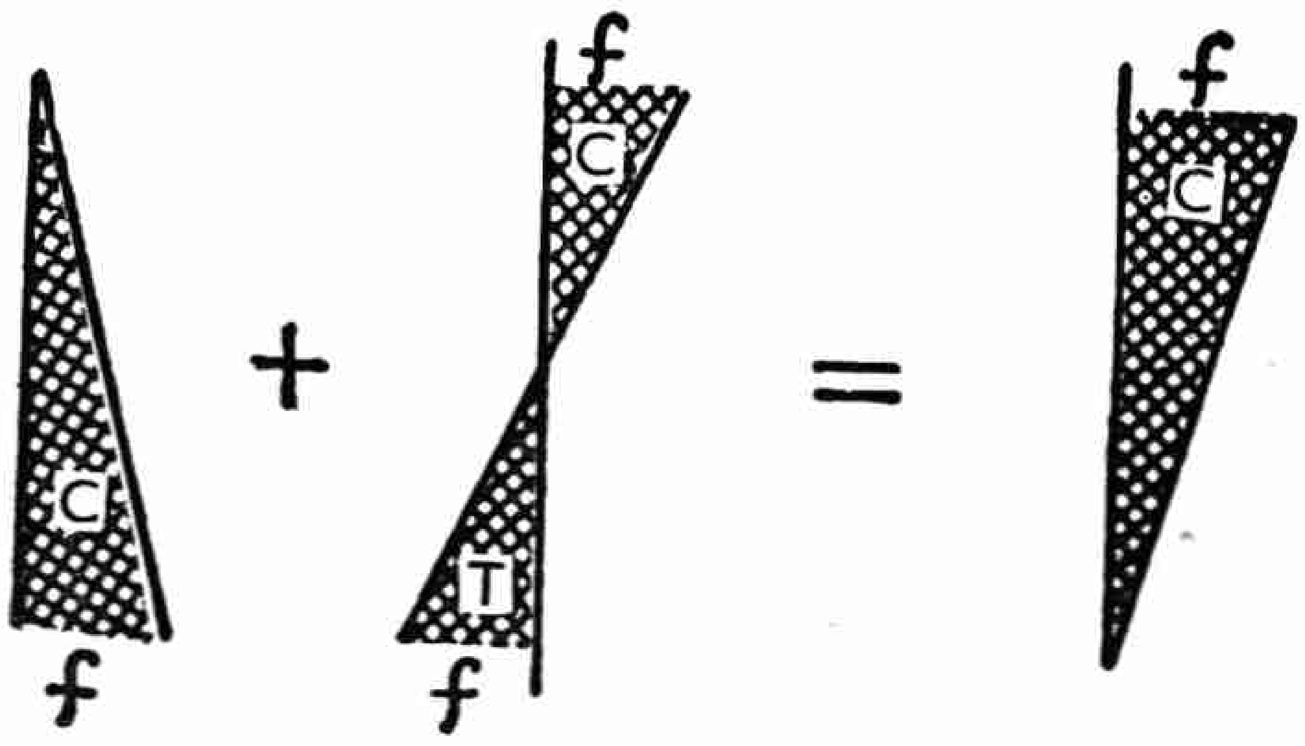


చిత్రము 1, b

ఆది సంపీడనము + ప్రేరిత ప్రతిబలము = అంతిమ ప్రతిబలము



చిత్రము 1, c



చిత్రము 1, d

ఉక్కుతోగాని, పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటుతోగాని తయారు చేయబడు నిర్మాణములకు అగు ఖర్చును తైపారు వేయునపుడు నేడు సాధారణముగ అందుబాటులో ఉన్న కాంక్రీటు, ఉక్కు ఈ రెండింటి రాశులచే పరిమితమై ఆర్థికముగ లాభకారియగు నిర్మాణపు పొడవు యొక్క మితులు ప్రక్క పుట (577) లో ఇవ్వబడినవి:

ద్రవ్యస్వభావము	పొడవు
సరళాధారము గల దూలములు	నిర్మాణ యోగ్యమగు ఉక్కు లభించినచో 60 మీ. (సుమా 200′)
ఏకాండపు దూలములు	150 మీ. (సుమా. 500′)
ఎడతెగని పలకబారు దూలములు	180 మీ. (సుమా. 600′)

పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు యొక్క ఇంకొక లాభము ఏమన, దూలముపై మోపనెంచిన భారములు మితుల మించి పగుళ్లు సంభవించినచో, పగుళ్లు వాటంతట అవియే మూసికొనిపోవును. ఇదివరకు రివాజులో ఉన్న రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు నిర్మాణములతో సరిపోల్చి చూచినచో పోషణద్రవ్యము విస్తారము తగ్గి, నిర్మాణము ఎక్కువ కాలము నిలుచును.

పూర్వ ప్రపీడన ప్రకియా ప్రయోగము: ప్రయోగ సరళిలో ఒక కాంక్రీటు నిర్మాణ ఘటకమును పూర్వ ప్రపీడనమునకు గురి చేయవచ్చును; అనగా రచనా విధానములలో క్రింది మూటిని ఉపయోగించి, నోదనపు ఒత్తిడులకు గురి చేయవచ్చును: 1. నిర్మాణము ముగిసిన తరువాత దానిని ఆతతికి గురిచేయుట (పశ్చాద్విధానము); 2. నిర్మాణము పూర్తి కాక పూర్వమే ఆతతికి గురిచేయుట (పూర్వవిధానము); 3. బాహ్యాబల ప్రయోగముచే దానిని ప్రపీడనమునకు గురిచేయుట.

పశ్చాద్విధానము (పోస్ట్ టెన్షనింగ్): పూర్వ ప్రపీడనమును కలుగజేయు తీగెలుగాని, కమ్ములుగాని కాంక్రీటు పోయక ముందు చట్రములో అమర్తురు. తరువాత పోసిన కాంక్రీటు, ఆ కమ్ములను దానితో బంధించకుండ వాటిచుట్టు నీటిని చొరనీయని వేష్టనములను చుట్టుదురు. కాంక్రీటు ఆ ఘటకములో పోసిన తరువాత అందలి ఉక్కు కమ్ములు అటు నిటు సడలుటకు ఎక్కువ అవకాశము ఉండును.

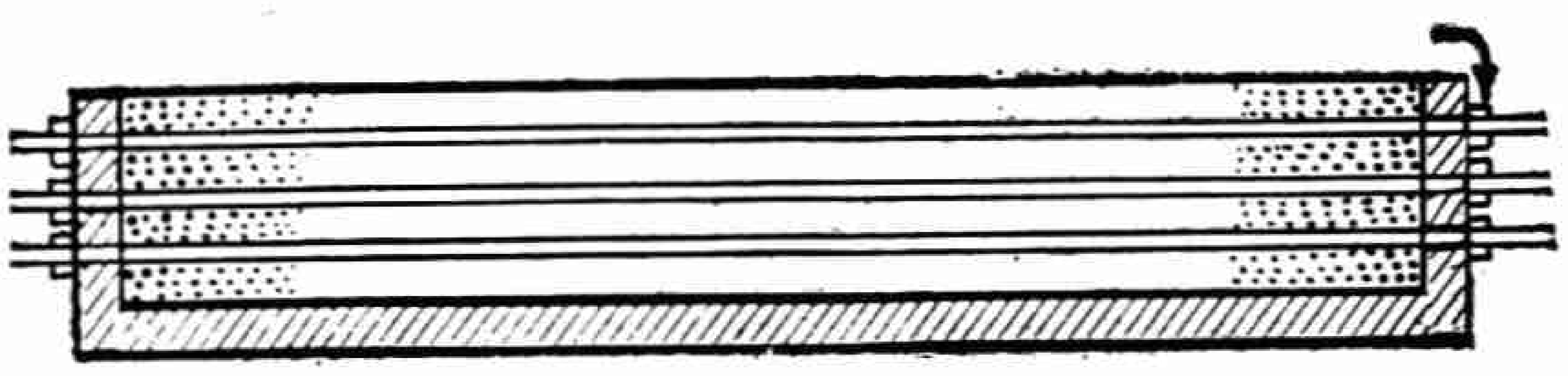
పూర్వ విధానము (ప్రీ టెన్షనింగ్): దీనియందు కాంక్రీటు పోయకముందే ఉక్కు తీగెలయందు ఒత్తిడిని కలిగింతురు. అందలి తీగెలను దృఢమైన ఆధారములకు బిగించి తరువాత ఆ మూసలో కాంక్రీటును తీగెలచుట్టుపోసి, వాటిని కాంక్రీటు బంధించునట్లు చేయుదురు. కాంక్రీటుకు తగిన బలము చేకూరిన తరువాత, ఆధారములనుండి తీగెలను వేరు చేయుదురు. ఇందువలన వాటిలోని బలము కాంక్రీటు ఘటకము ప్రత్యక్షబంధము ద్వారా సంక్రమించును.

బాహ్యాబల విధానము (ప్రీ స్ట్రెస్సింగ్ ఎక్స్‌టర్నల్లీ): పైనుండి ఒత్తిడుల సృజించు విధానమునందు కాంక్రీటు లోపల ఉక్కు ఉండదు. కాంక్రీటు ఘటకము యొక్క చివరలు, వాటికి ఆధారమైన చట్రము వీటి మధ్య జాక్ యంత్రముల జొన్పి నొక్కులు వలన పూర్వ ప్రపీడనబలము నిర్మాణమునకు అందించబడును.

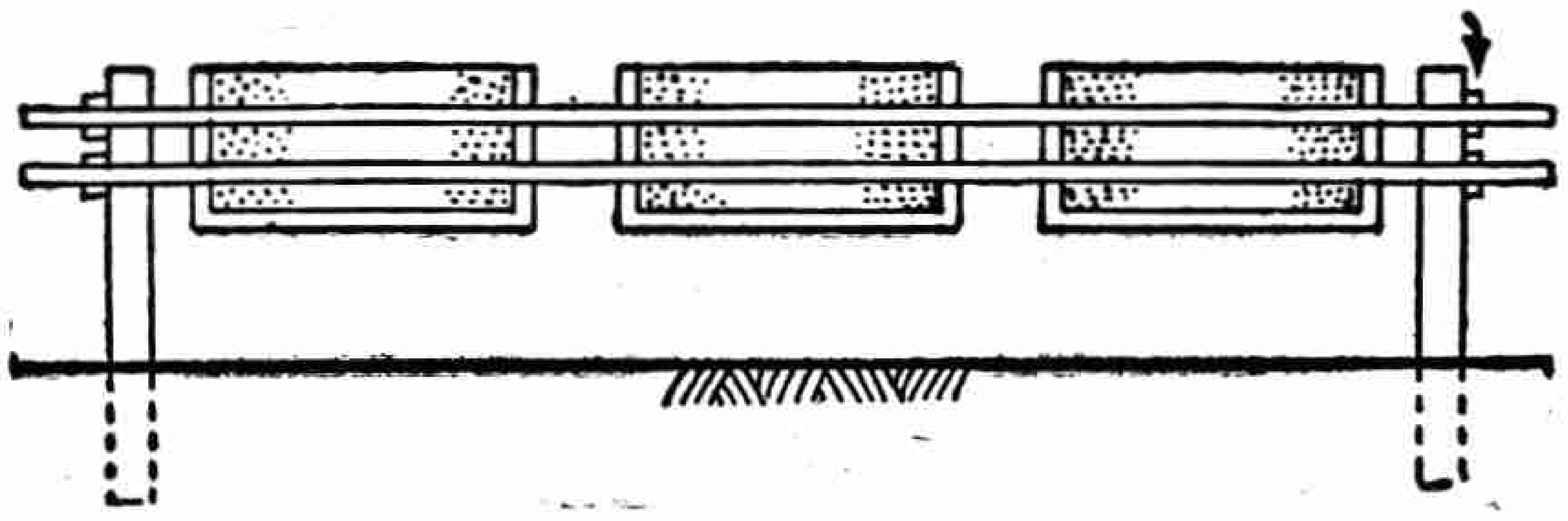
పూర్వ, పశ్చాద్విధానముల రెండింటను పూర్వ ప్రపీడన బలము పనిచేయు దిశ తిన్నటివి లేదా వంకరవి అగు తీగెల సన్నివేశ మార్గమును అనుసరించును. ఈ కారణమున కాంక్రీటుకు సాపేక్షముగ ఈ తీగెలు స్థిర స్థానములను స్వీకరించును గనుక ఘటకమునందు పార్శ్వచలనము సంభవించిన ఎడల పూర్వ ప్రపీడనబలము ఆ చ్యుతి దిశనే అనుసరించును. దీని ఫలముగ తీగెలు, ఘటకము పరస్పర సాపేక్షముగ పూర్వ స్థానములయందే అమరి ఉండును. ఇట్లు ఒక ఘటకము అంతరముగ పూర్వ, పశ్చాత్ ఆతతి సృష్టివిధానముల దేనిచేతనైన ప్రపీడితమైనపుడు ఒక పూర్వ ప్రపీడన చర్యవలననే ఆ ఘటకము యొక్క స్థానచ్యుతి సంభవించదు. ఇట్టి పూర్వ ప్రపీడన విధానములు పలు రకములు కలవు.

ఆర్థిక పర్యాలోచనలు: ఒక నియమితమైన పొడవు, ఒక నియమితమైన ఆగంతుక భారము కల నిర్మాణము యొక్క ఆర్థికలాభము, ఆ నిర్మాణము యొక్క శాశ్వత భారము, వినియోగించబడిన ద్రవ్యముల మొత్తపు ఖరీదు, నిర్మాణకార్యమునకు కాయక శ్రమ (దీనిని మనిషి - గంటలలో లెక్కింతురు), ఆ నిర్మాణమును పోషించుటకు అగు ధన వ్యయము వీటిని బట్టి ఉండును.

పూర్వ విధాన పద్ధతులలో రెండు ప్రధానమైనవి. ఏకపోత (యూనిట్ మౌల్డ్), దీర్ఘ రేఖీయ (లాంగ్ లైన్) అనునవి వాడుకలో ఉన్నవి. ఏకపోత విధానమునందు కాంక్రీటు పోయుటకు ముందుగనే ఆతతి బలమును సమకూర్చుటకుగాను తీగెలను మూసకు లాగి బిగింతురు [చూ. చిత్రము. 2 a]. రెండవది అగు దీర్ఘ రేఖీయ విధాన



చిత్రము – 2 a ఏకపోత విధానము

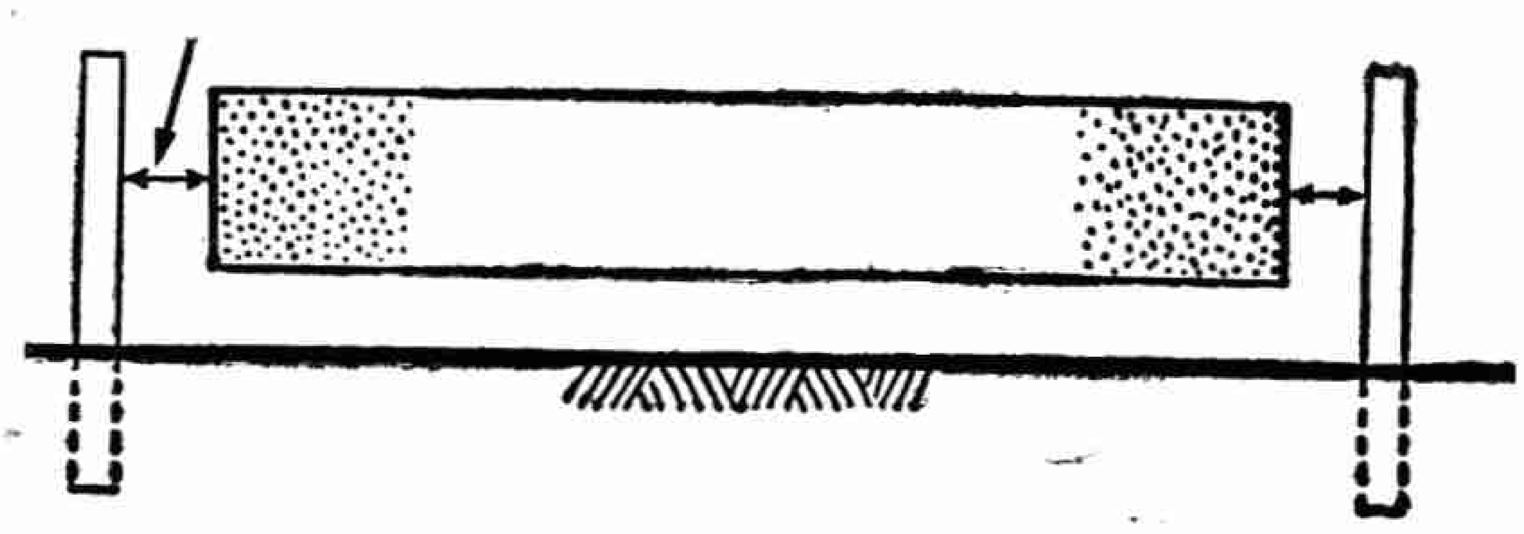


చిత్రము – 2 b
దీర్ఘ రేఖీయ విధానము

మును భారీపద్ధతిలో జరుగు విధానమందు ఉపయోగింతురు. ఇందు ఒకే విధమయిన మూసలు వరుసగా కట్టుదురు. దానిని కొన్ని వందల మీటరుల పొడవు గల చప్టా మీద నిర్వహింతురు. నేలలో దింపిన దృఢమయిన గట్టుకు లాగి ఆతతి బలమును సమకూర్తురు.

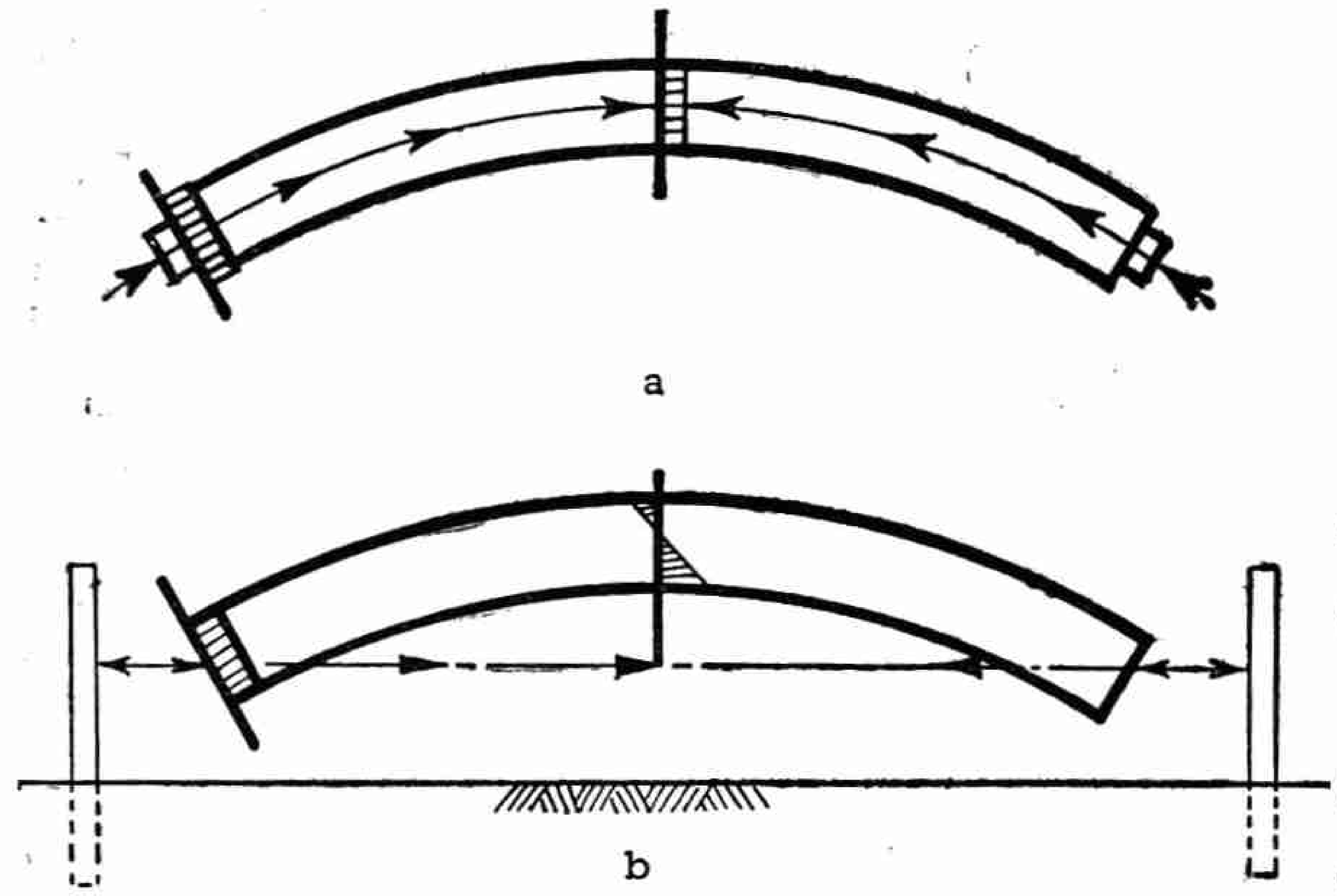
ఏకపోత పద్ధతియందు తీగెలయందలి బలము సంధానము (బాండ్) ద్వారా కాంక్రీటుకు సంక్రమించును. అయితే, ఇట్లు జరుగుటకు ముందు తీగెలను గట్లనుండి విముక్తి చేయవలసి ఉన్నది. అందుకుగాను కాంక్రీటు బాగుగా బిగిసికొనిన పిమ్మటనే అట్లు చేయనగును [చూ. చిత్రము - 2 b].

ఇక బాహ్య విధానమునందు కాంక్రీటు లోపల ఉక్కు ఏ మాత్రమూ ఉండదు. అయితే, పీడనబలమును చేకూర్చుకొనుటకుగాను కాంక్రీటు భాగము కొసలయందు బలమును చేకూర్చు జాక్‌లను ఉంచుదురు [చూ. చిత్రము - 3].



చిత్రము - 3 : బాహ్య విధానము

పూర్వ విధానమును ప్రయోగించిగాని, పశ్చాద్విధానమును ప్రయోగించిగాని పూర్వ ప్రపీడనమునకు గురి చేసినచో ఆ భాగము అనిశ్చల స్థైర్యతను ప్రదర్శించదు. చిత్రము - 4 లో దీనికి సంబంధించిన మూలసూత్రము



చిత్రము - 4

వివరించబడినది. చిత్రము - 4a లో వక్రభాగమునకు పశ్చాద్విధానమున ఏకాండపు తీగె నొకదానిని కాంక్రీటు మధ్యన చొప్పించి ఆతతి సమకూర్చబడినది. ప్రతి సెక్షనులోను పరికేంద్రము (సెంట్రాయిడ్) న పూర్వ ప్రపీడన బలము ప్రయోగింపబడినది. ఇట్లు చేయుటవలన దాని పొడవునా ఒకే విధమయిన సంపీడన బలము చేకూరుటకు అవకాశము కలిగినది. ఇట్టి సంవిధానమున పూర్వ ప్రపీడనము వలన కాంక్రీటు భాగమునకు నిశ్చల స్థైర్యమును ప్రదర్శించుటయేగాక ఎటు వైపుకును అవనతమునకు కూడ ఉద్యమించదు. వంపులో మాత్రము పొడవు తగ్గుట పొడచూపును. చిత్రము - 4 b లో కూడ పూర్వ ప్రపీడన బలమును అంతిమ సెక్షనుల పరికేంద్రములందు నెరపినప్పటికిని క్రియారేఖ ఋజురేఖాత్మకముగనే ఉండును.

ఆర్. సి. సి తో పోల్చి చూచిన పూ. ప్ర. కాంక్రీటు చూపు లాభములు : పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటులో ఉండు ఉక్కు యొక్క పని నిర్మాణకమందు ప్రారంభనోదనపు ఒత్తిడుల జనింప జేయుట. వీటి ఫలముగ సాధారణముగ బలపోషకముగ ఆచరించు ఉక్కు యొక్క సహాయము కోరనిదే నోదన, ఆతతి వీటికి కారణములగు ఒత్తిడులు కాంక్రీటులో ప్రేరించబడవు. అందువలన పూర్వ ప్రపీడన కార్యములకు ఉపయోగపడు కాంక్రీటు మామూలు దానికన్న సాధారణముగ ఎక్కువ బలము, ఎక్కువ గుణము కలది అగును.

కాంక్రీటు యొక్క ఈ గణనీయ గుణమే దాని తొలి లాభము. ఏలన, మిక్కిలి దార్ఢ్యము కలవి, చాలకాలము మన్న గలవి అగు నిర్మాణములకు ఇది అవకాశము ఇచ్చును. ఇంతేకాక, దీనికి మరికొన్ని లాభములు కూడ కలవు. ఉన్నత తరమయిన ఒత్తిడులతో రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటుయందు చిన్న చిన్న ఖండములను ఉపయోగించక మొత్తపు ఖండమునంతటిని ఉపయోగించి ఉపయోగ్య ద్రవ్యముల విషయమై ఆర్థిక లాభము చేచిక్కునట్లు ఎక్కువ చులకనైనవి, తక్కువ ధన వ్యయమును కోరునవి అగు నిర్మాణములను సృజించవచ్చును.

ఇంతేకాక, భారప్రయోగ దశలన్నిటిలో రచనోద్దిష్టమైన భారమును కలుపుకొని ఆతతి జన్యములగు ఒత్తిడులు పగుళ్లు వేయుటకు అవకాశము నీయకుండుటయేగాక, పూర్వ ప్రపీడితమైన ఉక్కు క్షయమును నిరోధించును.

ఇంతియేకాక, మరికొన్ని లాభములతోబాటు మనము నిర్మాణ యోజనలలోనికి, కార్య నిర్వహణములోనికి లోతుగా దిగునపుడు కొన్ని నష్టములు కూడ కనపడును. వీటిలో కొన్ని సాంకేతిక శాస్త్రసంబంధములైనవి; మరి కొన్ని ఆర్థికములు. ఒక నిర్మాణ నిర్వహణమునకు పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు ఉపయోగము సమంజసము అగునో కాదో నిర్ణయించుటకు లాభ - నష్ట హేత్వంశములన్నియు సరకు కొనబడవలసినవియే.

భావిసూచనలు : భారతదేశమందు పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు నిర్మాణముల సంఖ్య ఎక్కువగుకొలది రీ ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటుతోబాటు పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు కూడ ప్రసిద్ధిని కాంచగలదని వేరుగ చెప్పనక్కరలేదు. ప్రారంభ దశలో పరికర సామగ్రిలోపము, నిపుణ శ్రమ న్యూనత ఇట్టివి కొన్ని నైర్మాణిక అసౌకర్యములు తల ఎత్తును. కాని, భావికాలమందు పరిశోధన ఫలముగ ఈ ఇబ్బందులు క్రమముగ తొలగించబడవచ్చును. **మల్లికార్జున్.**

పెంకులు : చూ. నిర్మాణ సామగ్రి - పు. 495.

పెట్రోల్ ఇంజనులు : చూ. ఆటోమోటివ్ ఇంజనులు - పు. 199.

పెట్రోలియమ్ : పెట్రోలియమ్ అనగా శిలాతైలము అని అర్థము. అది ప్రధానముగ పారఫిన్, నాఫ్థలీన్, ఆరోమాటిక్ పరంపరకు చెందిన హైడ్రో కార్బన్ల మిశ్రమము. భూగర్భమున ఉన్న జంతు అవశేషముల కార్బన్ ద్రవ్యములు పెట్రోలియమ్కు ఆధారభూతములు. 1859 లో కర్నల్ డ్రేక్ యునైటెడ్ స్టేట్స్లోని పెన్సిల్ వేనియా రాష్ట్రములో పెట్రోల్ ఉనికిని ఆరా తీసెను. 1735 లో రష్యాలో పెట్రోలియమ్ స్వేదింపబడెనని కొన్ని రికార్డులలో సూచనలు ఉన్నను, మొట్టమొదటి నిజమైన పెట్రోలియమ్ నూనె శుద్ధి కర్మాగారము 1860 లోనే నిర్మింపబడినది. 19 వ శతాబ్దము ప్రారంభము అగు సరికి భారతదేశముతో సహా అనేక దేశములలో పెట్రోలియమ్ గనులు అన్వేషింపబడినవి. అంతవరకు కిరసనాయిలే కీలక ముఖ్య అంతిమ ద్రవ్యముగ ఉండెను. 19 వ శతాబ్ది ద్వితీయార్ధముననే నూనె శోధన ఇప్పుడు మనకు తెలిసిన స్థాయికి పరిణమించెను.

సాధారణముగ నూనె గనుల అన్వేషణలో పూర్వ పరీక్షణము, విమానములనుండి ఛాయా చిత్రములు తీసి పరిశీలించుట, ఆ ఛాయా చిత్రములను భూశాస్త్రరీత్యా వ్యాఖ్యానించుట, ప్రదేశమున సవివరముగ జియలాజికల్ సర్వేచేయుట, భూ భౌతిక పద్ధతులను ప్రయోగించుట, అన్వేషక త్రవ్వకములు జరిపించుట అను పెక్కు దశలు ఇమిడి ఉండును. ముతక (క్రూడ్) ముడి నూనెలు అన్నియు దీర్ఘ పరంపరలు కల హైడ్రో కార్బన్లతో కూడి ఉండును. ఈ హైడ్రోకార్బన్ల క్వథనాంకములు, అణుభారములు చాల తక్కువస్థాయి మొదలు మిక్కిలి ఎక్కువ స్థాయి వరకు విస్తరించి ఉండును. వాటి సంఘటనములలో సాధారణముగ కార్బన్ 79 – 87%, హైడ్రోజన్ 11 – 14%, గంధకము 0·1 – 3.5%, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ (సంయుక్తముగ) 0·1 – 0.5% ఉండును. ముతక నూనెలలో ఒకటియు దాని సహజస్థితిలో సాధారణ ప్రయోజనములకు పనికిరాదు. వాటిని విపణియోగ్యములైన అనేక ఉత్పన్నములుగ సాధింతురు. ఒక్కొక్క ఉత్పన్నము ఒక్కొక్క ప్రత్యేక వినియోగమునకు అనుకూలపడును.

విశుద్ధీకరణము : నీటిని, లవణములను, మన్నును తొలగించినతరువాత క్రూడ్ నూనెతొలుత చదును(ప్లేటులుండు) గోపురములలో 350°C కి పైపడని తాపక్రమముల వద్ద వాతావరణ స్వేదనమునకు గురిచేయబడును. ఈ విధముగ లభించు నూనెను క్రాకింగు పద్ధతిలోనైనను లేదా రమారమి (26 మి. మీ. ప్రేషములలోను, 370°C తాపక్రమము వద్దను) నిర్వాత ప్రదేశములోనైనను స్వేదింతురు. అప్పుడు అనేక తరగతుల ముడి కండెనలు లభించును. ఈ కండెనలను, ద్రావణములను వినియోగించి మరింత శుద్ధిచేయుదురు. శుద్ధిచేయబడిన నూనె నాణ్యమును మెరుగు పరచుటకు; అదనపు ఉపోత్పన్నములను సద్వినియోగము చేసి కొనుటకు తాపభంజనము, ప్రేరక భంజనము, ప్రేరక సంస్కారము, పాలిమరైజేషన్, ఆల్కిలేషన్, ఐసోమరైజేషన్ అను పరివర్తన ప్రక్రియలను వినియోగించుట కూడ కలదు.

తాప భంజనము : బరువు నూనెలు అధికమైన ఒత్తిడిలోను, అధికమైన తాపక్రమములోను వేడిచేసిన తేలిక నూనెలుగా విడిపోవును. దీనికి 'తాపభంజనము' అని పేరు. ఇచట ముతక నూనెను 400°C – 550°C మధ్యను, 50 – 60 కి.గ్రా./సె. మీ^{2} ప్రేషములలోను వేడిచేసి, ఫలించిన వాటిని ఆంశీకరణ పరికరము లోనికి పంపి వేరు వేరు ద్రవ్యములుగ విడదీయుదురు.

ప్రేరక భంజనము: తాప భంజనమునందుకన్న తక్కువ తాపక్రమమును, తక్కువ ప్రేషమును ఉపయోగించి, ప్రేరక ద్రవ్య సంపర్కముతో వేడిచేసినపుడు జరుగు ప్రక్రియకు 'ప్రేరక భంజనము' అని పేరు. ఇందు తాపక్రమమును 540°C వద్ద ఉంచి, ప్రేషమును మాత్రము చాల తగ్గింతురు.

ప్రేరక సంస్కారము : ఇందు హైడ్రోజన్తో పునరావృత్తి (రీ సైక్లింగ్) చేసి ఉదజనీకరణము వలన అసంతృప్తములు సంతృప్తములు అగునట్లు చేయబడును.

పాలిమరైజేషన్ : ఇందు భంజనమునకు గురి అయి ఫలించిన వాయువులలోని ఓలిఫైన్లను పాలిమరైజేషన్ ప్రక్రియకు గురిచేయగా మరుగు ద్రవములుగా (గాసోలిన్ మరుగు స్థాయి) మార్చబడి, తదుపరి వాయువునకు రమారమి 20 కి. గ్రా./సె. మీ^{2} ప్రేషములోను, 175°C – 250°C తాపక్రమములోను ప్రేరక సంపర్కమును కలిగింతురు.

ఆల్కిలేషన్: తరువాత ఆల్కిలేషన్ ప్రక్రియకు ఆ ద్రవమును గురిచేయుదురు. ఇందు ఓలిఫైన్‌లను పారఫిన్‌తో మేళవింపజేసి, దీర్ఘతర శృంఖలు కల ఐసోపారఫిన్‌లను తయారుచేయుదురు.

ఐసోమరైజేషన్ (సమాంగ రూపకరణము): ఒకే పరమాణు కూటమి కల వేరు వేరు రాసాయనిక ద్రవ్యములకు సమాంగ రూపములు కలుగ జేయు సంఘటనకు 'సమాంగ రూప కరణము' అని పేరు. ఇక్కడ సాధారణ పారఫిన్‌ల నుండి ఐసోపారఫిన్‌లు తయారుచేయబడును.

పెట్రోలియమ్ శోధనయందు లభించు ఉత్పన్నములు: 1. రిఫైనరీ వాయువులు; 2. బాష్పశీల ద్రవ్యములు: ఉదా: ద్రవీకృత పెట్రోలియమ్ వాయువు; 3. తేలిక తైలములు: ఇందు పెట్రోలు, రాకెట్ ఇంధనములు, జెట్ ఇంధనములు, కిరసనాయిలు, ట్రాక్టర్ ఇంధనములు, ద్రావకములు ముఖ్యములు. పెట్రోలియమ్ పరిశ్రమలో పెట్రోలు అన్ని ఉపోత్పన్నములకంటె ఎక్కువ విలువైనది. అది అంతర్దహన ఇంజనులలో వాడబడును [చూ. పు. 152]. రాకెట్, జెట్ ఇంజనుల ఇంధనము ఉన్నత ప్రకాశము కల కిరసనాయిలు వంటి తైలము - మండెడు తైలముగా కిరసనాయిలుకు కల విలువను గూర్చి ప్రత్యేకముగ చెప్ప పనిలేదు - మోటారుకారు పెట్రోలు, ట్రాక్టర్ ఇంధనముగ వాడబడును. పెట్రోలియమ్, నాఫ్తాల్ మంచి ద్రావకములు; అవి విషములుకావు. వాటి విలయన శక్తి కూడ గొప్పది. పూత రంగులకు, వార్నిషులకు, లక్కలకు అవి మంచి ద్రావకములు. రబ్బరు తయారీయందు, సాధన పరిశ్రమయందు కూడ వాటిని ద్రావకములుగ వినియోగింతురు.

స్వేదనోత్పన్నములు: డీసెల్ నూనె, గాస్ నూనె, రేంజి నూనె మున్నగునవి. డీసెల్ నూనె లేదా తేలిక గాస్ నూనె అధిక వేగవంతములగు డీసెల్ ఇంజనులకు తగిన ఇంధనము. శుభ్రత, జ్వలన గుణము, ద్రవ్యత, బాష్పశీలత అనునవి దాని ఆచరణలో గల ప్రధాన సుగుణములు. అల్ప వేగములు గల ఇంజనులలో బరువైన నూనెను పోయుదురు.

కందెన నూనెలు: ఇవి మోటారు, ఇంజను, యంత్రము, సిలిండరు, కదురు, గేర్ మున్నగు వాటిలో కందెనగా వాడు నూనెలు. వీటి వినియోగములు అసంఖ్యాకములు. విమానపు ఇంజనులలోను, మోటారుకారులలోను ఉన్నత స్నిగ్ధతాంక సూచి కల నూనెలు వాడబడును. ఆవిరి ఇంజనులలోను, వాయు సంకోచకములలోను, నౌకా ఇంజనులలోను, చల్లార్చుటకు, కోయుటకు ఉపయోగపడు యంత్రములలోను కందెనలను క్రొవ్వు నూనెలతో కలిపి వాడుదురు. అల్ప తాపక్రమములలో పనిచేయు వాటిలో శైత్యశోధనకు ఆగిన నూనెలు వాడబడును. ఆహారము, కాగితము, వస్త్రములు ఉత్పత్తిచేయు పరిశ్రమలలో నూనెలకు రంగు చాల ముఖ్యము.

గ్రీజులు, మైనములు: పారఫిన్ మైనము, వాసలీను, గ్రీజు, పారఫిన్ మైనపు కాగితము, విద్యుత్తు బంధక ద్రవ్యములు, పాకేజి మూతలు, అగ్గిపుల్లలు, క్రొవ్వత్తులు మున్నగు వస్తువుల తయారీకి ఉపయోగపడును. గ్రీజు పదార్థములు, లేపనములు, అంజనములు మొదలైన ఉత్పత్తులకు వాసలీను పనికి వచ్చును.

ప్రత్యేక వస్తువులు: చికిత్సాద్రవ్యములు, హైడ్రోకార్బన్‌లు, రాసాయనిక ద్రవ్యములు, క్రిమిహర పదార్థములు, టాల్యుయిన్, జైలీన్, సైక్లోహెక్సేన్ మున్నగు హైడ్రోకార్బన్‌లు అంశీకరణము వలన వేరు చేయబడి, ఔషధములు, సంయోజిత నారలు, సంయోజిత రెసిన్‌లు, రబ్బరు వంటి వస్తువులు, వర్ణద్రవ్యములు, ప్రేలుడు సామానులు మొదలగు పెక్కు రకములైన ఉత్పత్తులలో ఉపయోగింపబడును. పెట్రో రాసాయనిక పరిశ్రమ ఒక బ్రహ్మాండమయిన క్షేత్రము. వర్మ.

పేరాచూట్: చూ. గుమ్మటము - పు. 335.

పోత ఇనుము: చూ. ఇనుము, ఉక్కు - పు. 235.

ప్రజారోగ్య శాస్త్రము: ప్రజారోగ్య సంరక్షణభారము నేటి ప్రపంచమందు వ్యక్తులనుండి సంఘమునకు సంక్రమించినది. రోగనివారణ, ఆరోగ్య సంరక్షణ ఈ రెండును ఎక్కువగా ప్రజలు నివసించు పరిసరములపై ఆధారపడి ఉండును. ప్రజారోగ్యమును కాపాడుటకు అనువుగ పరిసరములను భారీ ఎత్తున మార్చుట నేటి నాగరకసీమలందు ఆరోగ్య సంరక్షణ శాఖకు చెందిన ఇంజనీరు నెరవేర్చవలసిన కర్తవ్యమై ఉన్నది.

అంతేకాక, ఆతడు ఒక జాతి అంతటి యొక్క ఆరోగ్య సంరక్షణ కార్యక్రమమును చేపట్టవలెను. ప్రజారోగ్య పరిపాలన ప్రణాళికల యందు త్రాగుటకు పరిశుద్ధమైన నీటిని ప్రజానీకమునకు అందజేయుట మొదటి అవసరము.

నీటికి అనేకములగు ప్రభవ స్థానములు ఉన్నవి. వాటిని ప్రక్క పుట (581) యందు పొందుపరచితిమి.

ఈ వేరువేరు రకముల నీటిలోని మట్టి కణములు, కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యములు, సూక్ష్మజీవులు, వర్ణద్రవ్యములు మెండుగ ఉండును. ఈ నీటిలో ఉండు అవాంఛిత ద్రవ్యములను తొలిని రాసాయనిక ద్రవ్యములచే అవక్షిప్తములు గావించి, ఆ నీటిని తేరనిచ్చి, ఇసుక పొరలగుండ వడపోసి

శుద్ధపరతురు. వడపోతలో ఇసుక పొరపై చేరు సూక్ష్మ జీవులు, తక్కిన కణములు ఒక దట్టమైన పొరగా ఏర్పడి, శుద్ధమైన జలము వడపోతనుండి లభించును. ఈ ఇసుక వడపోత సాధనములు రెండు రకములుగ ఉన్నవి: శీఘ్ర కారులు, మందగతిలో పనిచేయు పొరలు; శీఘ్రగలనులు. ఇవి రాసాయనిక క్రియలచే సంస్కరింపబడి తేరిన నీటికి వడపోత పొరలుగాను ఉపయోగించును. ఈ పొరపై ప్రోగైన ద్రవ్యము ఒక స్తరముగ ఏర్పడి మిగత నీటిని వడపోయుటకు సహాయకారి అగును. తరువాతను ఈ మలినగ్రాహి అగు పొరను క్రిందినుండి శుద్ధజలమును పొరగుండ పంపి, నిర్మలము గావింతురు. ఈ ప్రతిక్షాళనము మిక్కిలి వేగము గల పారుదల నీటితోగాని, ఒత్తిడికి గురియైన గాలి నీటి మిశ్రముతో గాని నిర్వహింతురు. ఈ శుద్ధజలమును పెద్ద చెరువులకు ఎక్కించి, అటనుండి కావలసిన స్థలములకు పంపకము చేయుదురు.

సాధారణముగ 44 మి. మీ. (1¾") ఉండును. ఆ గొట్టపు పై చివరకు నీటిని పైకి చేరుటకై చేతి పంపును ఒకదానిని బిగింతురు.

గొట్టపు నూతులు: ఈ పద్ధతి గంగానది పారు సమతల ప్రదేశములలో మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్నది. నిర్మాణమునకు ఎన్నుకొనబడిన స్థలములో కావలసిన వ్యాసము గల గొట్టమును నేలలోనికి బలప్రయోగము చేసి దింపుదురు. గొట్టపు క్రింది చివరను నేలను కోయు పరికరము ఒకటి అమర్చి ఉండును. ఆ గొట్టపు పై చివరకు గిలకపై పై నుండి క్రిందకి - మీదికి ఆడగల ఒక తిరుగుడు చీల ద్రేలాడ గట్టి ఉండును. ఈ తిరుగుడు చీల రబ్బరు గొట్టముగుండ ప్రక్కనే త్రవ్వబడిన ఒక గోతిలోని నీటిని పైకి చిమ్ము ఒక పంపుతో సంధించబడి ఉండును. బలముతో చిమ్మబడు ఈ నీరు దింపబడుచున్న గొట్టము క్రింద ఉన్న నేలను దొల్చి, వదులు చేసి, అందుండు మట్టికణములను తనతోకూడ రబ్బరు

వర్షపు నీరు
- నేలపై ఉన్న నీరు
  - నదులు కాలువలు
  - సరస్సులు జలాశయములు
  - ఊటనీటి కాలువలు
- నేలలోని నీరు (భూగర్భ జలము)
  - రాతికట్టుడు నూతులు
  - గొట్టపు నూతులు
  - ఊటనీటి జలాశయములు

పల్లెప్రదేశములలో తక్కువ జనాభా గల గ్రామములకు నీటిని సరఫరాచేయుటకు నేలక్రింద ఉన్న నీటిని ఉపయోగింతురు. ఈ నీటిని నేలయే శుద్ధపరిచి, విస్తారముగ ధన వ్యయములేకుండగనే శుద్ధ జలమును సిద్ధపరచి ఉంచును. ఇందులకై రాతి (ఇటుక) కట్టుడు నూతులు, గొట్టపు నూతులు, నీటి బుగ్గలు పనికివచ్చును.

కట్టుడు నూతులు: వీటిని కావలసిన లోతునకు త్రవ్వి ప్రక్కలు జారిపోకుండ రాతితోగాని, ఇటుకతోగాని కట్టుదురు.

కన్నపు నూతులు: నేలను కావలసిన లోతునకు తొరపడముతో దొలిచి, వీటిని నిర్మింతురు. ఇట్టి నూతులు నేలలోని ఘటకములు గట్టిగా లేని చోటులనే త్రవ్వ శక్యము అగును. రాతి నేలకు ఈ పద్ధతి పనికిరాదు.

సుత్తిపెట్టు నూతులు: నీరు గలిగి, గట్టిపడని రాయి నేలమట్టమునకు 9-15 మీ. (30'—50') లోతున సంప్రాప్తమైన పక్షమున నేలలోనికి - ఆ లోతునకు - గొట్టములను సుత్తి పెట్టుతో బాది దింపుదురు. ఈ నూతుల వ్యాసము

గొట్టము, నేలగొట్టము మధ్యన ఉన్న ఎడము ద్వారా నేలపైకి చిమ్మి, మరల గోతిలోనికి చేరును. గొలుసు రెంచీలతో ఉక్కు గొట్టమును నిలువుగ త్రిప్పుటవలన గొట్టము నేలలోనికి దిగుచుండును. ఇట్లు కావలసిన లోతులకు గొట్టములను దింపవచ్చును. చిన్న నూతులకు చేతిపంపులు, పెద్దవాటికి పవర్ పంపులు వాడుకచేసి నీటిని బయటకు చేదుదురు [చూ. భూగర్భ జలము].

ఊటనీటి చలమలు: ఇసుకనేల గల నదీ తల్పముల నుండి నీటిని గ్రహించుటకు తగిన నూతులు ఇవి. ఇసుక ద్వారా చక్కగ వడపోయబడిన జలము చలమలో చేరును. ఇసుకను త్రవ్వి తీసివేసినచో ఈ చలమలు నిర్మించబడును. ఇట్టి చాల చలమలనుండి ఊరెడి నీటిని ఒక పెద్ద నూతిలోనికి సంగ్రహించి కావలసిన చోటునకు పంపుచేయుదురు.

నీటిని శుభ్రపరచు విధానములు: నీటిలోనుండు అవాంఛనీయాంశము కాఠిన్యము. ఇది శాశ్వతము, తాత్కాలికము అని రెండు విధములు. నీటిలో లీనమై ఉన్న కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, బైకార్బొనేట్ల

వలన ఈ మొదటిది సంభవించును; రెండవది కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్‌లు, సల్ఫేట్‌లు కలిసి ఉండుట వలన తటస్థించును. నీటిని మరగించుట వలన కాని, సున్నమును కలుపుట వలన కాని తాత్కాలిక కాఠిన్యమును తొలగించవచ్చును. ఈ ప్రక్రియ ఫలముగా నీటిలో లీనమై ఉండు బైకార్బొనేట్‌లు కార్బొనేట్‌లుగామారి అవక్షిప్తముగ (క్రింద మడ్డిగ) దిగిపోవును. శాశ్వత కాఠిన్యము గల నీటికి సోడియమ్ కార్బొనేట్ కలుపుట వలన తొలగిపోవును. ఈ ప్రక్రియలో నీటిలో లీనమై ఉన్న కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ లవణములు సోడియమ్ కార్బొనేట్ చర్యవలన కార్బొనేట్‌లుగామారి, మడ్డివలె క్రిందికి దిగిపోవును. ఈ మడ్డిని వడపోతచే తొలిగించిన ఎడల కాఠిన్యములేని నీరు లభ్యమగును. కాఠిన్యమును తొలగించుటకు లవణాధార వినిమయపద్ధతులు నేడు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. వాటిలో కొన్ని ఇచ్చట చేర్చబడినవి. ఇవి: జియొలైట్ పద్ధతి, రెసిన్ పద్ధతి అని రెండు విధములు.

జియొలైట్ పద్ధతి: కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, అయనులు గల నీటిని సోడియమ్‌అల్యూమినియము సిలికేట్ (జియొలైట్) అను ద్రవ్యము ముతక కణములుగా గల పొరల ద్వారా పంపినచో, జియొలైట్‌లోని సోడియమ్ అయను, కాల్సియమ్ లేదా మగ్నీషియమ్ అయను తొలగించబడగా, కాఠిన్యము అంతరించును. ఇప్పుడు ఈ కాల్సియమ్ అల్యూమినియమ్ సిలికేట్ గల జియొలైట్‌ను సోడియమ్ క్లోరైడ్ (మామూలు ఉప్పు) నీటితో క్షాళనము గావించిన ఎడల మరల జియొలైట్ పొర మునుపటియట్ల నీటియొక్క కాఠిన్య దోషమును తొలగించుటకు సిద్ధముగ ఉండును.

సంయోజిత అయన్, వినిమయక రెసిన్‌లు ఇవి నూతనముగ జలకాఠిన్య నాశకములుగా ఆవిష్కరించబడినవి. అంబర్ లైట్, జియోకార్బ ఇట్టి రెసిన్‌లకు దృష్టాంతములు. ఈ రెసిన్‌లు నీటినుండి ధనాయనులను, ఋణాయనులను కూడ తొలగించును. వీటిద్వారా నీరు సంపూర్ణముగ ఖనిజ ద్రవ్యములు లేకుండ శుద్ధపరుపబడును. ఈ వచ్చిన జలము బట్టి పెట్టిన నీటితో సమాన గుణము కలది.

ఇనుము, మాంగనీస్ ధాతువులను తొలగించుట: నీటి గుండా సామాన్యమైన గాలిని పంపుటవలన ఈ ధాతువుల అయనులు ఫెర్రిక్, మాంగనిక్ ఆక్సైడ్‌ల క్రింద మారి, ఇవి నీటిలో విలయము కాకుండుటచే అవక్షిప్తములుగ బయటకు తొలగును. తరువాత ఈ మడ్డిని వడపోతవలన తీసివేసినచో శుభ్రమైన నీరు లభించును. ఆంధ్రప్రదేశములో తెలంగాణ, రాయలసీమ, నెల్లూరు జిల్లాల నీటియందు ఫ్లోరైడ్‌లు ఉండును. ఇవి కోట్ల భాగముల నీటిలో ఒక భాగమే ఉన్నచో ఎముకల బలమునకు, దంతములు పుచ్చిపోవకుండుటకు కారణముగను ఆచరించును. అంతకన్న ఎక్కువ పాలు ఉన్నచో ఫ్లోరైడ్‌లు దంతములను చెరచును. అందులకై ఫ్లోరైడ్‌లను లవణాధార వినిమయవిధానమున లేదా విశిష్టవిధానమున నిర్మించబడి ఊకబొగ్గు పొరలద్వారా వడపోతవలన తొలగింతురు. ఈ రెండవ విధానము గిండీ, బెంగుళూరు పరిశోధన కేంద్రములలో పరీక్షించబడుచున్నది.

సూక్ష్మ జీవులను తొలగించుట: సూక్ష్మజీవులను తొలగించుటకు క్లోరిన్ వాయువు ప్రధానముగ వాడుకలో ఉన్నది. ఉపయోగించవలసిన క్లోరిన్ రాశి ఆ నీరు ఎంత క్లోరిన్‌ను సహించగలదో దానిని బట్టి ఉండును.

జలదారుల మురికి నీటిని శుభ్రపరచుట: పట్టణములలో మురికి నీటి కాలువలద్వారా గృహములందు వాడిన నీటిని ఒక నియత స్థలమునకు చేర్చి ప్రజారోగ్యమునకు చేటు రాకుండ చేయుదురు. ఇట్టి ఏర్పాట్లు గ్రామములలో సాధ్యములు కావు. మురికినీటి పారుదల పద్ధతులు మూడు ఉన్నవి: 1. కాలువలద్వారా సంగ్రహించుట; 2. దూర స్థలములకు పంపుచేయుట; 3. నిష్ప్రమాదము గావించి పరిహరించుట.

కాలువలు: నేల క్రింద అమర్చబడిన మురికినీటి పారుదల గొట్టములు. ఇవి వీధుల వెంబడి అమర్చబడి గృహములనుండి బయటకు వచ్చు మురికి నీటిని వాటము గల ఈ గొట్టములద్వారా బాగుచేయు స్థానములకు పారింతురు.

హైదరాబాదు నీటి సరఫరా: జంట నగరములకు శుద్ధ జలమును అందించుటకు ఉస్మాన్ సాగరు (మూసీనదికి అడ్డముగా), హిమాయత్ సాగరు అను రెండు బ్రహ్మాండమైన జలాశయములు కలవు. ఈ నీటి సరఫరా పద్ధతి 1932 లో అమలులోనికి వచ్చినది. ఆదిలో ఇది 6 లక్షల జనాభాకు త్రాగునీటివసతిని కల్పించుటకు ఉద్దిష్టమైనది.

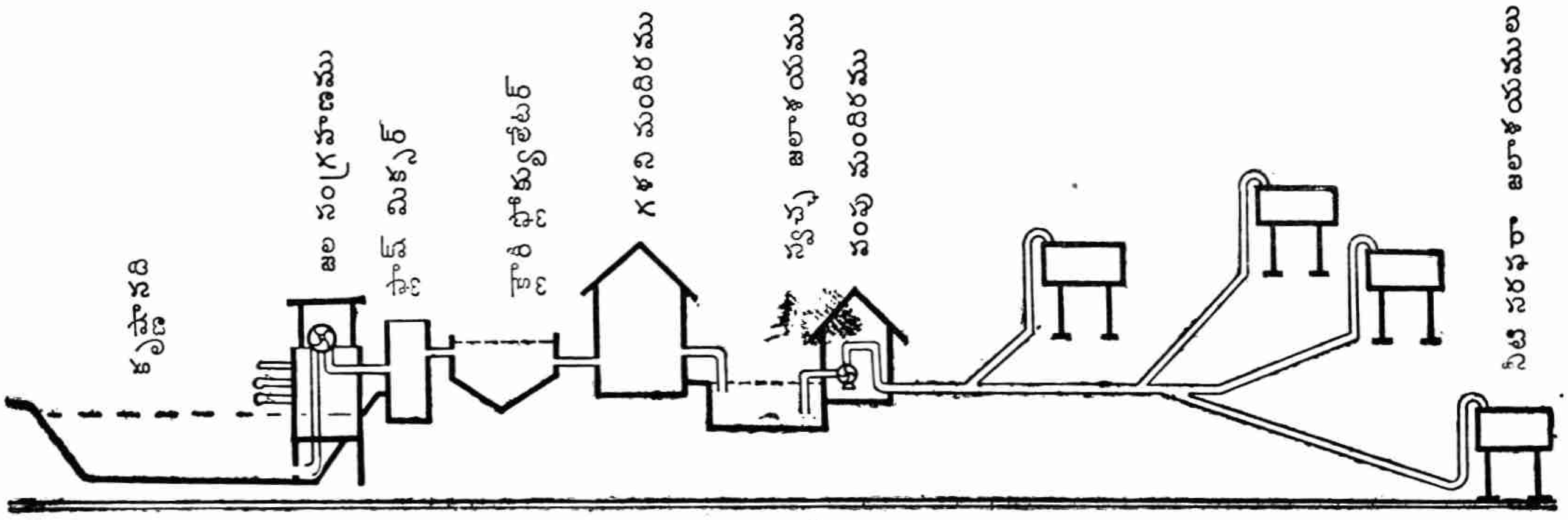
మంజీరా ప్రణాళిక: పైన చెప్పిన రెండు సరస్సుల నుండి లభ్యమగు నీటికి చేకాపుగా మంజీరా పద్ధతి రెండు దశలలో వృద్ధి పొందించబడుచున్నది.

విజయవాడ నీటి సరఫరా: దీనికి మూడు ప్రభవ స్థానములు ఉన్నవి. 1. కృష్ణానది గట్టంట రోజునకు 25 లక్షల గ్యాలన్*ల అందించు చలమ నూతులు గలవు; 2. కృష్ణలంక, పుష్కరము అను ప్రదేశములందు త్రవ్వబడిన

* ఒక గ్యాలనుకు 4.54 లీటరులు.

గొట్టపు నూతులు రోజునకు 15 లక్షల గ్యాలన్ల నీటిని ఇచ్చును; 3. కృష్ణానదీ జలమును శీఘ్రముగా వడపోసి రోజునకు 50 లక్షల గ్యాలనుల నీటిని అందించు వడపోత వ్యవస్థ [చూ. చిత్రము - 1].

విశాఖపట్టణపు నీటిసరఫరా ప్రణాళిక: 1. ముడసరిలోయ జలాశయము; 2. గోస్తని చలమనూతుల ఏర్పాటు; 3. గంభీరంగడ్డ జలాశయము; 4. నిర్మాణములో ఉన్న తాటిపూడి జలాశయము.

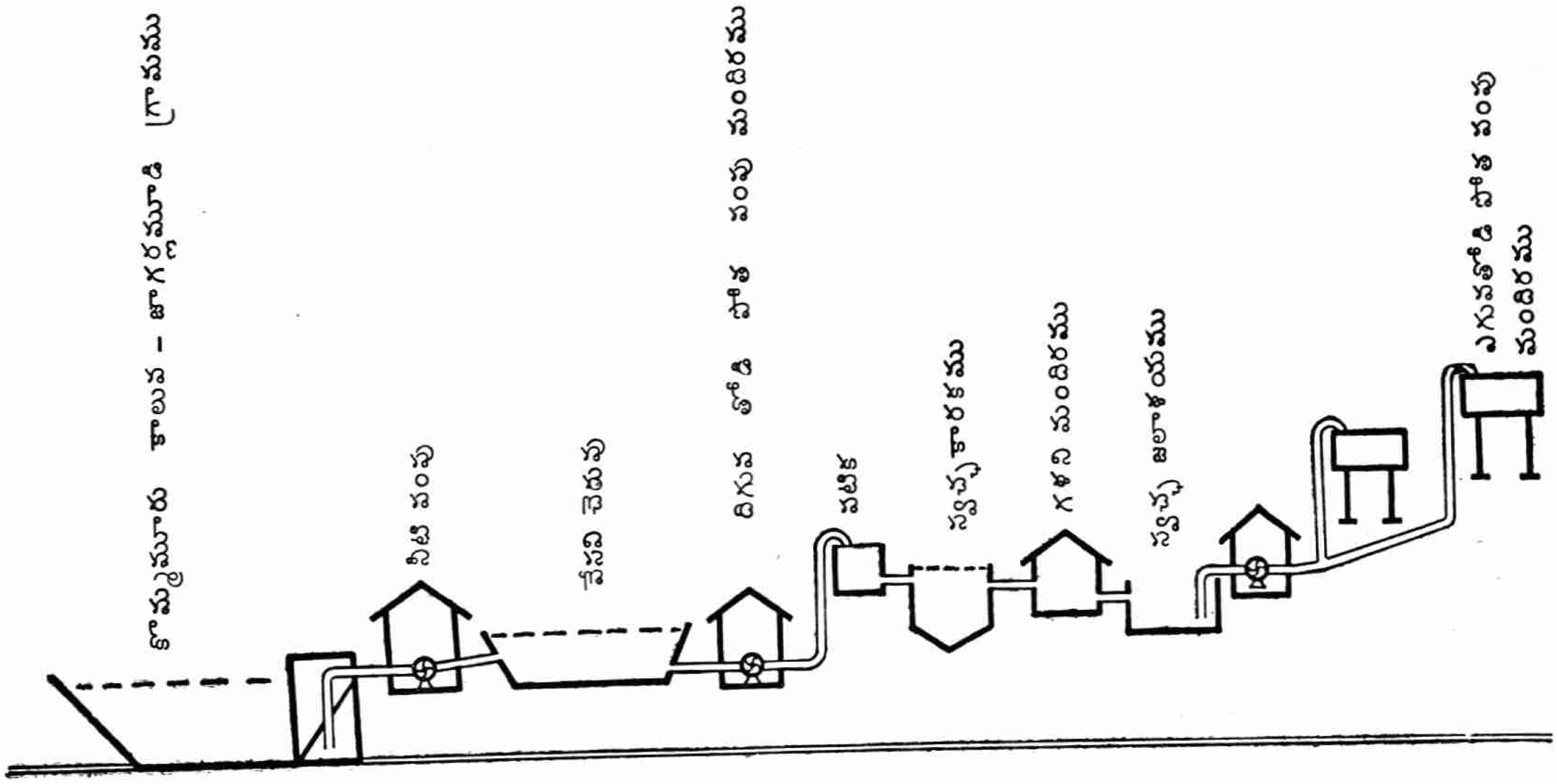


చిత్రము - 1

విజయవాడ నీటి సరఫరా వ్యవస్థ స్వరూపము

గుంటూరు నీటి సరఫరా: పడమటి కృష్ణా డెల్టాలో త్రవ్వబడిన కొమ్మమూరు కాలువనుండి నీటిని గుంటూరునకు 16 కి. మీ. దూరములో ఉన్న జాగర్లమూడి గ్రామము వద్ద కట్టబడిన జలాశయమునకు పంపుచేయుదురు. ఈ నీటిని తీసి, శుభ్రపరచు పరికరముల గుండా పారించి, ప్రజలకు అందింతురు. ఈ పద్ధతి రోజునకు తలకు 25 గ్యాలనుల చొప్పున నీటిని సరఫరా చేయుటకు ఉద్దిష్టమైనది [చూ. చిత్రము - 2].

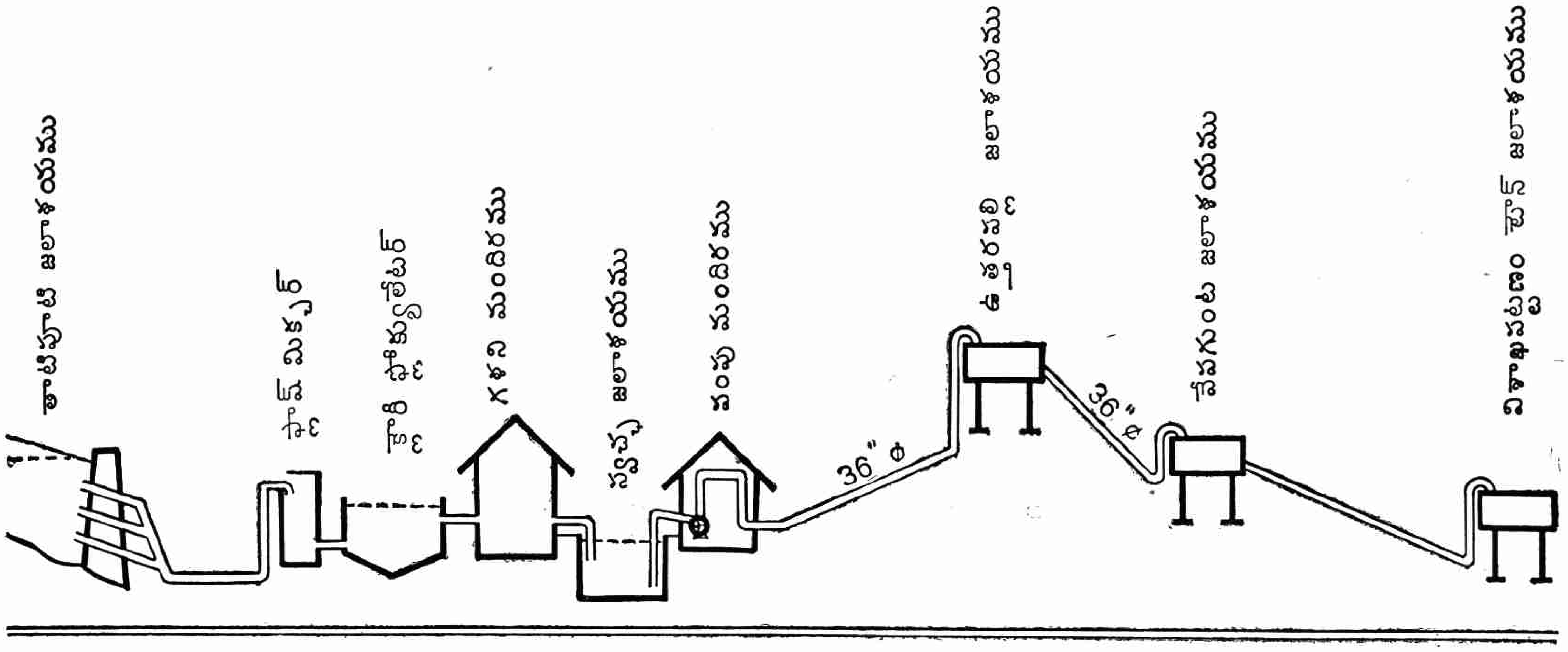
ముడసరిలోయ జలాశయము చాల పాత ఏర్పాటు. రోజునకు 6 లక్షల గ్యాలనుల నీటిని ఇచ్చుచున్నది. ముడసరి నీరు చాలక పోవుటచే గోస్తని చలమ నీటిసంస్థ అమలులోనికి వచ్చినది. ఇది బోని గ్రామమువద్ద నిర్మించబడినది. ఈ జలాశయము 8 లేదా 9 నెలలకు మాత్రము రోజునకు 35 లక్షల గ్యాలనుల నీటిని అందించి, తరువాత వేసవిలో ఈ నీటి సరఫరా రోజునకు 10 లక్షల గ్యాలనులకు తగ్గిపోవును [చూ. 584 పుటలోని చిత్రము - 3].



చిత్రము - 2 గుంటూరు నీటి సరఫరా వ్యవస్థ స్వరూపము

గంభీరంగడ్డ జలాశయము : గడ్డకు అడ్డముగ ఈ జలాశయము నిర్మింపబడినది. గోస్తని చలమ వ్యవస్థనుండి లభ్యమగు నీరు వేసవిలో తగ్గిపోవును గనుక, ఆ లోటును పూర్తి చేయుటకు రోజునకు 18 లక్షల గ్యాలనుల చొప్పున వేసవి నాలుగు నెలలకు నీటిని సరఫరా చేయును.

తాటిపూడి జలాశయము : ఇది నిర్మాణ దశలో ఉన్నది. ఇది గృహావసరములకు, పరిశ్రమలకు నీటిని సరఫరా చేయుటకు ఉద్దిష్టమైనది. తాటిపూడి గ్రామమువద్ద గోస్తనీ నదికి అడ్డముగ కట్టనుకట్టి దీనిని నిర్మించిరి. ఎమ్.వి.ఎస్.పి.



చిత్రము - 3

విశాఖపట్టణము నీటి సరఫరా వ్యవస్థ స్వరూపము

ప్రమాణ కార్యములు (యూనిట్ ఆపరేషన్స్): పారిశ్రామిక ప్రక్రియలను - వాటిలో ఎంత గొప్ప వైవిధ్యము ఉన్నను - రాసాయనిక ఇంజనీర్లు కొన్ని భౌతిక, రాసాయనిక పరివర్తనముల క్రింద వింగడింతురు. అయితే, ప్రక్రియలో ప్రతి పరివర్తనము పదేపదే పలుసారులు జరుగవచ్చును. ఈ భౌతిక పరివర్తనములు ప్రమాణ కార్యములు అనియు, రాసాయనిక పరివర్తనములు ప్రమాణ ప్రక్రియలు [చూ.] అనియు పేర్కొనబడును. ప్రమాణ కార్యములను ప్రమాణ భౌతిక పరివర్తనములు అని కూడ అందురు. ప్రతి ప్రమాణ కార్యము ఒక నిర్దిష్ట కార్యమును నెరవేర్చును. ఉదా : స్వేదనము (డిస్టిలేషన్) పరిశ్రమలలో ఒక ప్రధాన కార్యము. బాష్పశీల ద్రవముల మిశ్రమమునుండి ఆ యా ఘటక ద్రవములను వేరుపరచుటకు అది ప్రయోజనకారి. బాష్పీభవన (ఇవాపొరేషన్), ఘనీభవన (కండెన్సేషన్) ముల ద్వారా ఘటక ద్రవ్యములను వేరుపరచ వీలగును. పెట్రోలియమ్ శుద్ధి, ఆల్కహాల్ ఉత్పత్తి, ద్రవీభవన వాయువు తయారీ, ద్రావకముల శోధన మున్నగు అనేక పరిశ్రమలలో స్వేదనము వినియుక్తమగును. స్వేదన కార్యము యొక్క మౌలిక పరిజ్ఞానము ఆ పరిశ్రమలలో వినియోగమునకు వచ్చును.

ప్రస్తుతము వాడుకలో ఉన్న ప్రమాణ కార్యముల జాబితా క్రింద పొందుపరుపబడినది. అయితే, నూతన కార్యములు చేరుటవలన ఈ జాబితా నానాటికి పెరుగు చున్నది. ప్రమాణ కార్యములు అన్నియు నాలుగు ప్రాతిపదికలను బట్టి వర్గీకరింపబడినవి : 1. ప్రవాహియాంత్రిక శాస్త్రము (ఫ్లూయిడ్ మెకానిక్స్) ప్రాతిపదికగా కలవి : ద్రవములతో పనిచేయుట, వాటిని నిల్వచేయుట, రవాణా చేయుట, నియంత్రించుట, వాయు, ద్రవ, బాష్పముల ప్రసరణమును కొలుచుట, వడపోత, తేటపరుచుట, చిక్కబరచుట, వర్గీకరించుట, కేంద్రాపసారి బలమును ఉపయోగించి ద్రవములనుండి ఘనపదార్థములను, ద్రవములనుండి ద్రవములను వేరు పరచుట; 2. ఉష్ణతా వినిమయము ప్రాతిపదికగా కలవి : ఉష్ణతా వినిమయము, ఘనీభవనము, ద్రవ్యములను అత్యున్నత తాపక్రమములకు వేడిచేయుట, బాష్పీకరణము, క్వథనము, శుష్కీకరణము; 3. రాశి వినిమయము ప్రాతిపదికగా కలవి: స్వేదనము, ద్రవసాధన, చూషణ, అధిచూషణ, అయన్ వినిమయము, ఆర్ద్రీకరణ - నిరార్ద్రీకరణము, వాయుప్రసరణ (డిఫ్యూషన్); 4. యాంత్రిక సూత్రములు ప్రాతిపదికలుగా కలవి : అల్పీకరణము, ఉత్ప్లవనము, అయస్కాంత, స్థిరవిద్యుత్తు శాస్త్రీయ పృథక్కరణము (మాగ్నటిక్ అండ్ ఎలక్ట్రో స్టేటిక్ సెపరేషన్).

రాసాయనిక పరిశ్రమలలో ప్రమాణకార్యముల అనుశీలనము చాల ముఖ్యము. అందువలన ఈ కార్యములు ఏ యే పరిస్థితులలో అత్యుత్తమముగా సంభవించునో గ్రహించి, అందుకు అనువగు పరికర సామగ్రిని రూపొందింప వచ్చును [చూ. ఆర్ద్రీకరణము, వాతానుకూలము - పు. 210]. * * *

ప్రమాణ ప్రక్రియలు (యూనిట్ ప్రాసెసస్): రాసాయనిక ప్రక్రియలను కొన్ని ప్రమాణ రాసాయనిక పరివర్తనముల క్రింద వింగడింపవచ్చును. ఈ పరివర్తనములకు 'ప్రమాణప్రక్రియలు' అని పేరు. వాటిని ప్రమాణ రాసాయనిక పరివర్తనములు అని కూడ అందురు.

ఆల్కిలేషన్ [చూ. పు. 215]. అమోనియా విశ్లేషణ [చూ. పు. 183], ఆరోమటైజేషన్, కాల్సినేషన్, డీహైడ్రేషన్, జ్వలనము, విద్యుత్తు విశ్లేషణము, ఎస్టరీకరణము [చూ. పు. 283], కిణ్వప్రక్రియ, హేలోజెనేషన్, ఉదజనీకరణము [చూ. పు. 247], జలవిశ్లేషణ, అయన్ వినిమయము, ఐసోమరైజేషన్, తటస్థీకరణము, నత్రీకరణము [చూ. పు. 473], ఆక్సీకరణము [చూ. పు. 194] ఆక్సీహరణము, పొలిమరైజేషన్, ఛేదనము, గంధకీకరణము అనునవి ప్రధాన ప్రమాణ ప్రక్రియలు. * * *

ప్రాక్ నిర్మాణములు (ప్రీఫాబ్రికేటెడ్ స్ట్రక్చరు): ప్రాక్ నిర్మాణము రీ ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటును ఉపయోగించు ఆధునిక నిర్మాణ పద్ధతి. ఇందు కట్టడములోని వేర్వేరు భాగములను - అందు కొరకు వేరుచోట్ల - ప్రత్యేకముగ నిర్మింపబడిన పక్కా కర్మాగారములలో గాని, నిర్మాణ స్థలము వద్దనే తాత్కాలికముగ స్థాపితములైన కర్మాగారములలో గాని ఆర్. సి. తో ముందుగా పోతపోసి, తరువాత ఆ భాగములను సంధించి, అమర్చి, సంపూర్ణమయిన కట్టడములుగా రూపొందింతురు. ఇంతవరకు వాడుకలో ఉన్న ఇటుక, రాతి కట్టడములతో సరిపోల్చి చూచితిమేని, ఈ నూతన నిర్మాణ పద్ధతి వ్యయములోను, నిర్మాణము పూర్తి అగుటకు పట్టు కాలములోను, పరంజాలకు వలయు కలపలోను చాల ఆదా అగుటయే గాక, నాణ్యములో కూడ మిన్నగా ఉండును. అందువలన నేడు ప్రాక్ నిర్మాణ పద్ధతి చాల ప్రాధాన్యమును ఆర్జించినది. దీనికి తోడు ప్రపంచ పరివ్యాప్తమైన కలప కొరత కూడ ప్రాక్ నిర్మాణమును ప్రోత్సహించినది. ఇందు పరంజాలకు కలప వాడకము దాదాపు లేదనియే చెప్పవచ్చును. నానాటికి అభివృద్ధి చెందుచున్న ఈ నూతన పద్ధతి కట్టడముల నిర్మాణములో గొప్ప మార్పును కొనితెచ్చుటయే గాక, ఉక్కు అపారముగ దొరకు ప్రదేశములలో సాగు ఉక్కు నిర్మాణములతో సైతము పోటీకి నిలువగలుగుచున్నది.

ప్రాక్ నిర్మాణము క్రొత్త విషయము కాదు. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున ముందుగా పోతపోసిన విడి విడి భాగములను అతికి సైనికావసరములకు గిడ్డంగులు నిర్మింపబడినవి. రెండు ప్రపంచ యుద్ధముల మధ్యకాలమున ఈ కట్టడములు కొంత ప్రచారములోనికి వచ్చినను, ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున, తరువాతి కాలమున వీటి నిర్మాణము క్రమబద్ధముగ పురోగమించినది.

ప్రాక్ నిర్మాణ రీతులు: పని జరుగు ప్రదేశమును బట్టి ప్రాక్ నిర్మాణములలో 1. యంత్రాగార ప్రాక్ నిర్మాణము; 2. స్థానిక ప్రాక్ నిర్మాణము అని రెండు రీతులు కలవు.

యంత్రాగార ప్రాక్ నిర్మాణము: ఇది ఈ పనికొరకు ప్రత్యేకముగ నెలకొల్పబడిన శాశ్వత కర్మాగారములలో నిర్వహింపబడును. ఇందు గల సదుపాయములు: 1. పని పై కప్పు గల గదులలో జరుగును; 2. వాతావరణ అననుకూలత వలన గాని, బాహ్య తాపక్రమము వలన గాని పని నిలిచిపోదు; 3. అనుభవము, నైపుణ్యము కల శాశ్వత కార్మికులు పనిచేయుదురు; 4. పనిని కూడ ఫ్యాక్టరీ విధానమున వ్యవస్థీకరింపవచ్చును. ఈ పద్ధతి భారీ ఉత్పత్తికి, విశేషించి ప్రమాణ బద్ధములైన విడి భాగముల ఉత్పత్తికి చాల అనుకూలము.

స్థానిక ప్రాక్ నిర్మాణము: ఈ పద్ధతిని చేపట్టినపుడు పెద్ద విడి భాగములను నిర్మాణ స్థలమువద్ద - ముఖ్యముగా ఆరు బయట - ఆర్. సి. తో తయారుచేయుదురు. చిన్న చిన్న భాగములలో చాల వాటిని తాత్కాలికముగ వేయబడిన పాకలలో పోతపోయుదురు. ఈ పని అంతయు ఆరు బయట, తక్కువ తాపక్రమ పరిస్థితులలో నిర్వహింపబడవలయును. కాని, ఈ భాగములు ఫ్యాక్టరీలలో తయారు చేయబడిన వాటికి నాణ్యమున తీసికట్టు. కాని, ఈ రీతిలో భాగములను దూర ప్రాంతములకు మోసికొనిపోవలసిన అవసరము లేదు. కావున రవాణా ఖర్చులు ఆదా చేయవచ్చును. సాధారణముగ పెద్ద పెద్ద ప్రధాన భాగములను స్థలము వద్దనే పోతపోసి, వాటిని కేవలము నిలువున ఎత్తి నిలబెట్టుదురు.

ప్రాక్ నిర్మాణముల అనుకూల్యము: ఏ యే పరిస్థితులలో ఇటుకరాతి నిర్మాణము గాని, పై రెండు రీతుల ప్రాక్ నిర్మాణము గాని అనుకూలములో గిరి గీసి, ఇతమిత్థమని చెప్ప వీలుపడదు. పది టన్నుల గరిష్ఠ భాగము కల ప్రమాణ బద్ధమైన చిన్న భాగముల ఉత్పత్తికి

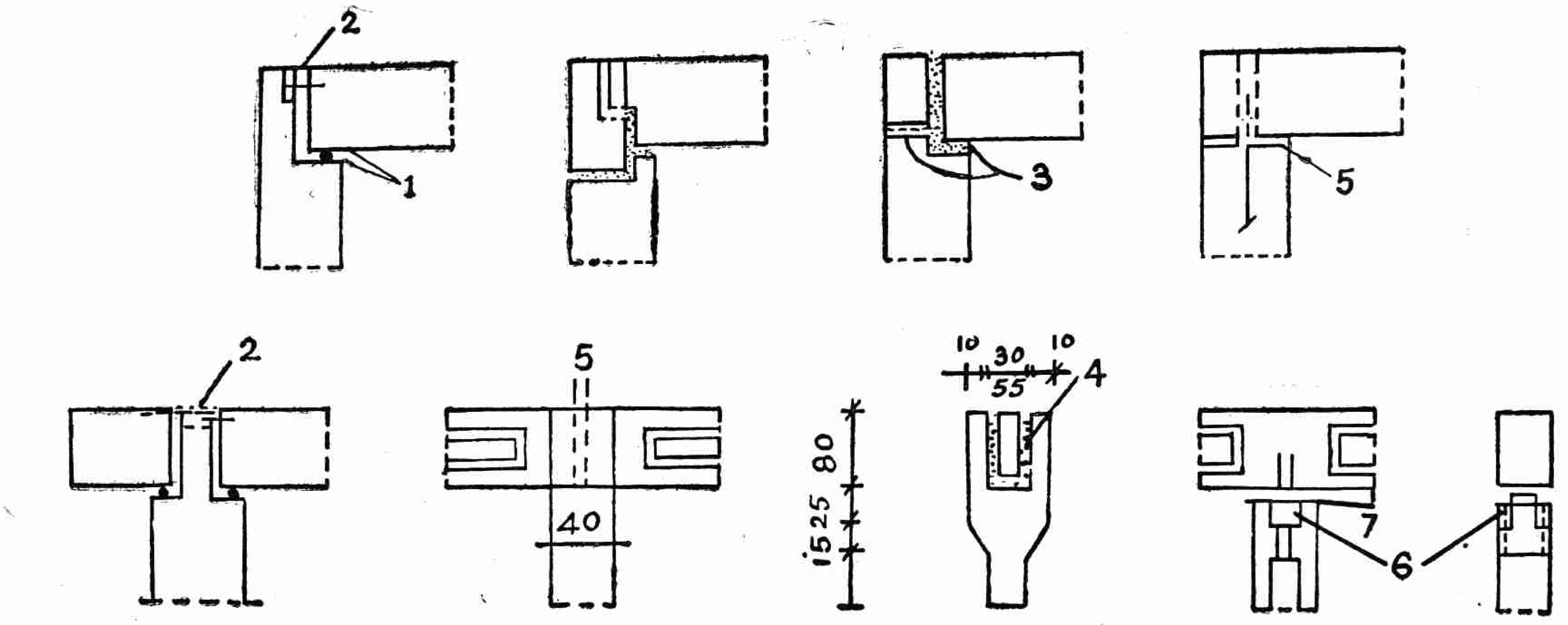
యంత్రాగార ప్రాక్ నిర్మాణము తరుచుగా తగి ఉండును. వాటిని నెంబరు వారీగా తయారుచేసి, నిల్వచేయవచ్చును. వాసములు, డాబా కమ్ములు, ద్వారబంధముల మీద బల్ల రాళ్లు, స్లీపరులు, చిన్న తరహా స్తంభములు, కప్పు భాగములు మొదలైన చిన్న గృహోపభాగములను ఇట్లు నిర్మించవచ్చును.

స్థానిక ప్రాక్ నిర్మాణము పారిశ్రామిక కూటములకు, గిడ్డంగులకు, ఒకే భాగమును మరల మరల వాడవలసిన కట్టడములకు చాల అనుకూలము. విపరీతమయిన సైజు, తూకము కల పెద్ద పెద్ద భవన భాగములను యంత్రాగారములలో నిర్మించి, నిర్మాణ స్థలమునకు రవాణా చేయుట అసాధ్యముకాదు గాని, ఆర్థికముగ గిట్టుబాటు కానేరదు. కాబట్టి దూలములు, స్తంభములు, ఇంటి కప్పులు, గోడల చట్రములు, ఆర్. సి. కిటికీలు మొదలైన భారీ భాగములను స్థానికముగ ముందుగనే నిర్మించుట శ్రేష్ఠము. ఇంటి కప్పులకు పోతపోసిన ఆర్. సి. భాగములను గాని, లఘు భార కాంక్రీటు భాగములను గాని వాడవచ్చును. ప్రస్తుతము అనేక నిర్మాణములలో ఉక్కు స్థానే ముందుగా పోతపోసిన పలకలు విరివిగా వాడబడుచున్నవి. అనేక దేశములలో నేలలకుకూడ పోతపోసిన భాగములు ఉపయోగింపబడుట నేడు పరిపాటి అయినది.

తూర్పు యూరప్ దేశములందు, సోవియట్ రష్యా యందును ఇటుక, రాతి కట్టడపు పద్ధతిని ప్రాక్ నిర్మాణ పద్ధతితో తులనాత్మకముగ పరిశీలించి, రెండవ పద్ధతి ప్రకారము పరంజా కలపలో 90%, మూసకట్టులో 60%, కాంక్రీటులో 30—50%, ఉక్కు ఊచలలో 5—20%, కూలీలో 10—30%, పనికి పట్టు కాలములో 10—50% కలిసి వచ్చునని సోపపత్తికముగ నిరూపింపబడినది.

సంధులు : ప్రాక్ నిర్మిత భాగములను అతుకుట చాల క్లిష్టమైన, దుర్ఘటమైన పని. ఈ సంధుల సన్నివేశమును ముందుగనే యోచించి, ఆ సంధులయందు అతుకబడిన భాగముల పరిమాణములు వాతావరణ పరిస్థితులకు, సంకోచ, వ్యాకోచనలకు లోనై సంధులు చెడకుండునట్లుగ, తగిన జాగాయుంచి భాగములను దగ్గిరగా కూర్చవలెను. సంధులు దృఢ సంధులుగ ఉండవచ్చును. కీళ్లవంటి లేదా జోడువంటివి కావచ్చును [చూ. చిత్రము - 1].

దృఢ సంధులను తరుచుగా స్తంభములను అడుగు మట్టములతో సంధించుటకు వాడుదురు. వాటిని విడి భాగములను పరస్పరము అతుకుటకు గూడ వినియోగింపవచ్చును. కాని, దృఢ సంధులను ఉపయోగించుటకు చాల మంది జనము అవసరమగుట వలన, వాటి వినియోగము ప్రస్తుతము కనిష్ఠ స్థాయికి తగ్గిపోయినది. ప్రాక్ నిర్మాణములలో కీళ్లవంటి సంధులే విరివిగా వాడబడుచున్నవి. వాటిని దృఢ సంధులకంటె ఎక్కువ సులభముగను, తక్కువ వ్యవధిలోను నిర్వహింపవచ్చును. జోడువంటి సంధులు పెద్ద వంతెనల నిర్మాణమునందే అక్కరకు వచ్చును.

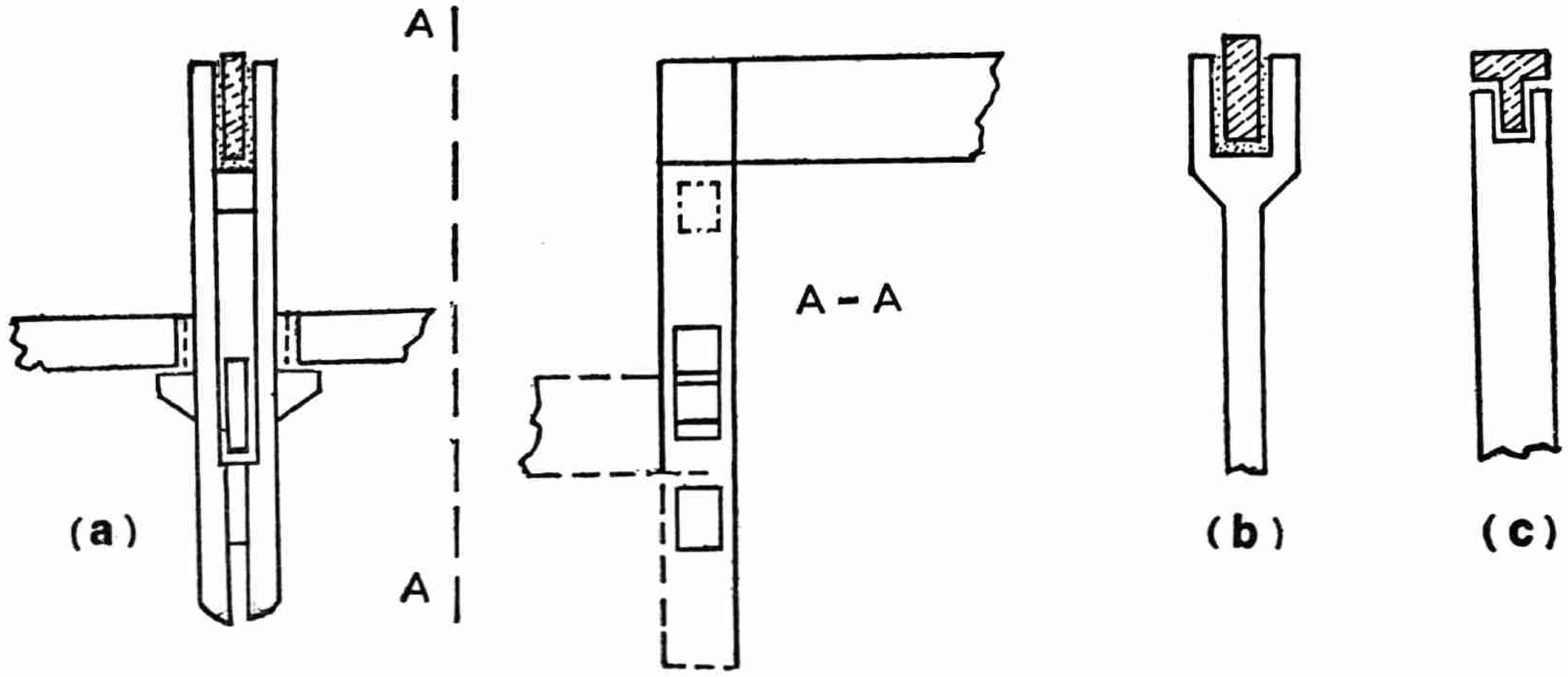


చిత్రము - 1: స్తంభమును గర్డరుకు సంధించు మడతబంధులు వంటి సాధనములు.

1. ఉక్కు రేకు; 2. బోల్టు; 3. ఉష్ణవ్యాప్తిని అరికట్టు రేకు (ఇన్సులేటింగు ప్లేటు); 4. తరువాత కాంక్రీటు చేయుట; 5. గానుగ సున్నపు పొర; 6. వెల్డింగు.

శుష్కములు, ఆర్ద్రములు అని సంధులు రెండు రకములు. అతుకవలసిన రెండు భాగములకు ఒక దానిపై ఇంకొక దానిని పెట్టి, కట్టుకట్టి బిగించుట శుష్కసంధి. దృఢమగు సంధి ఆవశ్యకమగునపుడు అతుకబడు భాగముల నుండి ఉక్కు కడ్డీలు పైకి వచ్చునట్లు పొడవుగా ఉంచి, వాటిని వెల్డ్ చేసి అతుకవచ్చును లేదా సంధి భాగముల

చివరల ఉన్న ఆ కడ్డీలను ఒకదానిలో ఇంకొక దానిని చొనిపి కట్టవచ్చును. తరువాత రెండు పక్షములలోను



చిత్రము - 2: స్తంభముపై దూలమును ఉంచి స్తంభమును గర్డరునకు సంధించుట.

సంధులపై కాంక్రీటు పోయబడును. ఇట్టి సంధికి ఆర్ద్రీ సంధి అని పేరు [చూ. చిత్రములు - 2]. సుబ్రహ్మణ్యం.

ప్రింటింగ్ టెక్నాలజీ: చూ. ముద్రణ పరిశ్రమ.

ప్రీస్ట్రెస్డ్ కాంక్రీటు: చూ. పూర్వప్రపీడిత కాంక్రీటు.

ప్లాస్టిక్కులు: ప్లాస్టిక్కులు అను మాటకు నీటితో పిసికినచో బంకమన్నువలె మృదువై, నొక్కుటవలన సులభముగా ఆకారమును మార్చుకొనగలిగిన ద్రవ్యములు అని అర్థము. అయితే, ఇది సరియైన నిర్వచనము కాదు; ఏలన, సిద్ధ వస్తువులుగా తయారైన తరువాత కొన్ని ప్లాస్టిక్కులకు వాటి మార్దవగుణము అంతరించును. వాటిలో ప్రాకృతికములు, సంయోజితములు (కృత్రిమములు) అని రెండు రకములు. కృత్రిమములలో మరికొన్ని అర్ధ సంయోజనములని కూడ కలవు. కాని, కృత్రిమ ప్లాస్టిక్కులకే నేడు పారిశ్రామిక వినియోగము అధికముగా ఉన్నది. ప్రాకృతిక ప్లాస్టిక్కులు - వాటికి గలమంచి ధర్మముల వలన - నేడును వినియుక్తములగుచున్నవి. అట్టివాటిలో ముఖ్యమైనది లక్క. కృత్రిమ రెసిన్‌ల పోటీని ప్రతిఘటించి, అది నేటికిని గ్రామఫోను రికార్డుల నిర్మాణమున ఉపయోగింపబడుచున్నది. అట్టిదే మరి ఒకటి దినసరి వాడుకలో ఉండు రబ్బరు

సెల్యులోస్ నుండి తయారుచేయబడి, వ్యాపారమున సెల్యులాయిడ్ అని వ్యవహరింపబడు ద్రవ్యము [చూ. సెల్యులోస్, వ్యుత్పన్నములు] మొట్టమొదటి కృత్రిమ ప్లాస్టిక్కు. అలెగ్జాండర్ పార్క్స్ 1865 లో దానిని తొలి సారిగ తయారుచేసెను. సెల్యులాయిడ్ యొక్క జ్వలన శీలతను తగ్గించుటకు చేయబడిన ప్రయత్నముల ఫలితముగా సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ ఆవిష్కృతము అయ్యెను. ఈ ద్రవ్యములు, వీటి పారిశ్రామిక వినియోగమునకు ప్రాతిపదికలైన అనేక రాసాయనిక ప్రక్రియలు చాలకాలమునుండి రాసాయనికులకు పరిచితములై ఉన్నను, యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు బేక్‌లాండ్ 1909 లో బేక్‌లైట్‌ను తయారుచేసిన తరువాతనే ఆధునిక కృత్రిమ ప్లాస్టిక్కుల యుగము ప్రారంభమైనది. ప్రథమ ప్రపంచ యుద్ధకాలము నుండి రాసాయనిక శాస్త్ర నవీన సృష్టిగా మానవోపయోగకరముగా ప్లాస్టిక్కుల పరిశ్రమ పరమోచ్చదశను అందుకొన్నది [చూ. సమీక్ష - పు. 102].

తెర్మో - తెర్మోసెట్టింగ్ ప్లాస్టిక్కులు: ప్లాస్టిక్కులలో తెర్మో ప్లాస్టిక్కులు, తెర్మో సెట్టింగు ప్లాస్టిక్కులు అను ముఖ్య తరగతులు రెండు కలవు. వేడి చేసినపుడు అవి ప్రవర్తించు తీరునుబట్టి ఈ విభజన నిర్ణయింపబడినది. తెర్మో ప్లాస్టిక్కులు గట్టిపడిన తరువాత కూడ వేడికి మరల మెత్తబడి చల్లారిన పిదప తిరిగి గట్టిపడును. వాటినే తెర్మోప్లాస్టిక్ ఘటకములు అని కూడ అందురు. ఇటుల వాటిని పెక్కుసారులు - విసంఘటన, విధ్వంసనములు పొందనంతసేపు - వేడిచే మెత్తబడునటులు చేసి, చల్లార్చి గట్టిపడునటుల చేయవచ్చును. ప్రాకృతిక మైనములు, రెసిన్‌లు, పోలీ వినైల్ క్లోరైడ్, పోలీ స్టయిరీన్, నైలాన్ మొదలగునవి ఈ తరగతికి చెందినవి. తెర్మో సెట్టింగు ప్లాస్టిక్కులను వస్తువులుగా తయారు చేయునపుడు వాటిలోని ఘటకముల రాసాయనిక రచన అపరివర్తనీయముగ

మారి, వాటి స్వభావము, రాసాయనిక గుణములు పూర్తిగా మారిపోవును. అందువలన వేడి చేసినపుడు అది మెత్తబడక బొగ్గయి పోవును. కెసీన్ ప్లాస్టిక్కులు, ఫినోల్ - ఫార్మాల్డిహైడ్ ప్లాస్టిక్కులు, యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ ప్లాస్టిక్కులు, అమినో ప్లాస్టిక్కులు ఈ తరగతిలోనివి.

మోనోమెర్‌లు, పోలీమెర్‌లు : పలు ప్లాస్టిక్కులు రాసాయనికముగా కార్బన్ యౌగికములు ; కార్బన్ మూల ద్రవ్యము హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, క్లోరిన్ మున్నగు ఇతర మూల ద్రవ్యములతో సంయోగింపగా ఏర్పడును. ప్లాస్టిక్కుల రాసాయనిక రచన కూడ చాల సరళమైనది. వాటిలో అనేక సదృశ అణువులు (యూనిట్లు) గొలుసుకట్టుగా సంయోగించి, స్థూలాణువులుగా ఏర్పడును. విడివిడి సదృశ యూనిట్లకు మోనోమెర్‌లు అనియు, వాటి కలయికచే ఏర్పడిన స్థూలాణువులకు పోలీమెర్‌లు అనియు పేరు. ఈ రాసాయనిక ప్రక్రియకు గుణితావయత లేదా పోలీమరీకరణము అని పేరు. అందువలన ప్లాస్టిక్కులు బహుగుణితావయవములు కల పెద్ద అణువులు. ఒక్కొక్క పెద్ద అణువునందు కొన్ని వేల యూనిట్‌లు ఉండును. ఈ స్థూలాణువుల లేదా అణుశృంఖలముల పొడవు, ఆకారము కలసి చివరకు తయారగు ప్లాస్టిక్కుల ప్రవర్తనను చాలవరకు తీర్చిదిద్దును. కాబట్టి, ఉత్పాదన సమయమున కావలసిన ప్రయోజనమునకు అనుగుణముగా స్థూలాణువుల పొడవును, ఆకారమును జాగ్రత్తతో నియంత్రింతురు. పోలీమరీకరణము రెండు విధములలో జరుగును.

అణు సంకలనము : స్థూలాణువులుగ ఏర్పడు యూనిట్‌లు (అణువులు) అన్నియు ఒకే రకమునకు చెందినవి కావచ్చును ; వేర్వేరు రకములు కావచ్చును.

(1) $A \longrightarrow (-A-A-A-A-A-A-A-)n$

మోనోమెర్   పోలీమెర్

(2) $A+B+C \longrightarrow (-A-C-B-C-A-A-B-C-A)n$

మోనోమెర్‌లు ⟶ సహ పోలీమెర్‌లు

మోనోమెర్ మిశ్రమములో వేర్వేరు ఘటకములు ఏ అనుపాతములో ఉండునో సహ పోలీమెర్‌లో వాటి పౌనఃపున్యము (ఫ్రీక్వెన్సీ) కూడ అదే అనుపాతములో ఉండును. ఇందు ఘటక అణువుల రచనలో ఎట్టి మార్పు లేకుండ స్థూలాణువు తయారగును. కావున, ఇది కేవల అణుసంకలనము. సాంద్రీకరణము (కండెన్సేషన్): సాంద్రీకరణము వలన కూడ పాలిమరీకరణము జరుగును. ఇందు అణువుల సంకలనము జరుగదు. స్థూలాణువు, దానితోపాటు నీరు, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, ఆల్కహాల్ వంటి చిన్న అణువులు కూడ ఏకకాలమున ఏర్పడును. ఉదా ; ఫినోల్ ఫార్మాల్డిహైడ్ ఉత్పాదన. ఈ ప్రతిక్రియ ఈ వ్యాసముననే వేరొక చోట వివరింపబడినది.

మోనోమెర్‌లను పోలీమెర్‌లుగా మార్చు ప్రతిక్రియ తరుచుగా ప్రేరక సమక్షమున గాని జరుగదు ; ఒకవేళ జరిగినను మందకొడిగా జరుగును.

ప్లాస్టిక్కు ద్రవ్యములలో విశేషభాగము తెలుపు, మీగడ రంగు వంటి కంటికి ఇంపుగాని రంగులలో ఉండును. కాబట్టి, వాటికి మంచి రంగులు కలిపి, పోతవస్తువులను ఆకర్షకములుగా చేయుదురు. ఇంతేకాక, మార్దవ గుణమును పెంపొందించుటకు ప్లాస్టిసైజర్‌లను, రంపపు పొట్టు వంటి పూరక (ఫిల్లింగ్) ద్రవ్యములను కూడ చేర్చుదురు. కొన్ని రాసాయనిక ద్రవ్యములను కలుపుటవలన ప్లాస్టిక్కు ద్రవ్యములనుండి గాస్ విడుదలయై ప్లాస్టిక్కు నురగలు తయారగును. అవి స్పాంజివలె పైకి తేలును ; తేలికగా ఉండును ; మంచి తాపబంధకములుగా ఉపకరించును.

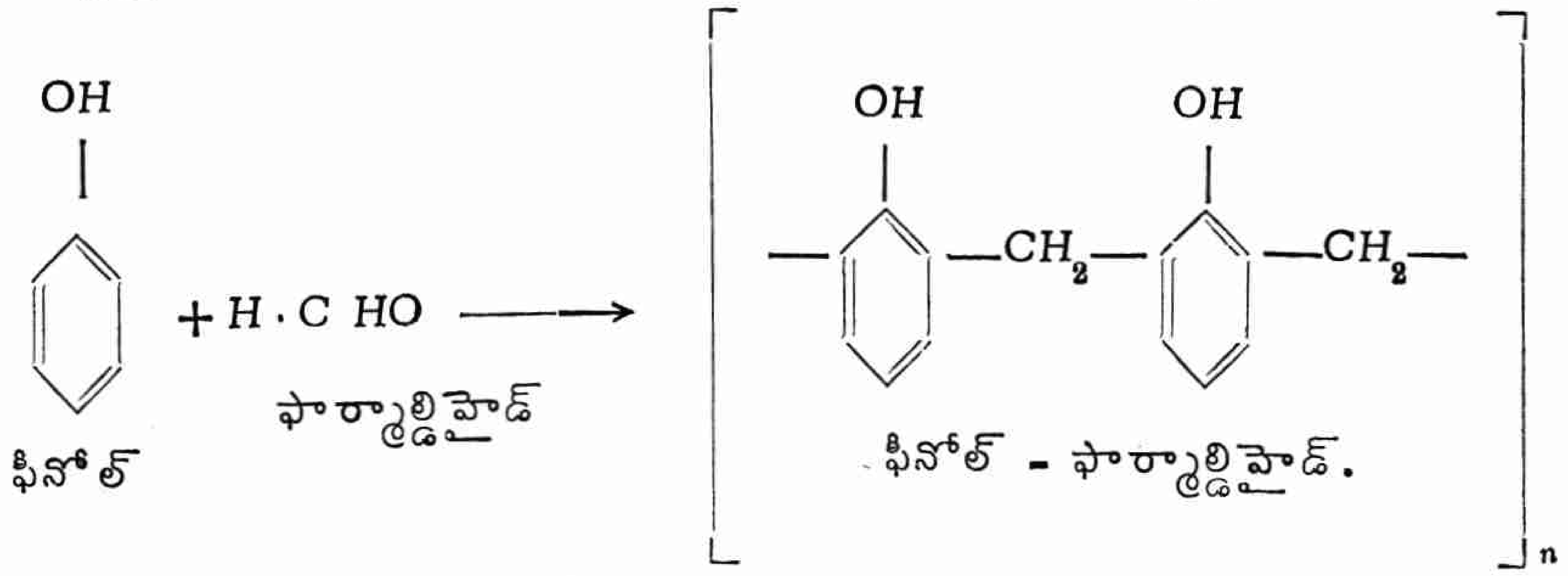
పోతపోయుట : ప్లాస్టిక్కు ద్రవ్యములను వస్తువులుగా తయారు చేయుటకు వాటిని అచ్చులలో పోసి ఒత్తిడిలో నొక్కుదురు. ఇది మూడు భిన్న పద్ధతులలో నిర్వహింపబడును. మొదటి పద్ధతిలో ప్లాస్టిక్కు ద్రవ్యములను అచ్చులలో ఉంచి, అచ్చులను వేడిచేసి నొక్కుదురు. దానివలన ద్రవ్యము కరగి అచ్చు మూలమూలలకు ప్రసరించి, అచ్చునకు సరియైన ఆకారమును స్వీకరించును. రెండవది చూర్ణపద్ధతి. ఇందు ప్లాస్టిక్కు చూర్ణమును అచ్చులలో ఉంచి, వేడిచేసి ఒత్తిడిలో నొక్కుదురు. అప్పుడు ప్లాస్టిక్కు మెత్తబడి అచ్చు ఆకారమును పొందును. మూడవ పద్ధతిలో ప్లాస్టిక్కు ద్రవ్యములను మొదట వేడిచే మెత్తబడునట్లు చేసి, దానిని ఒక సిలిండరు గొట్టములో ఉంచి, మనము టూత్‌పేస్టును బ్రషుమీదికి నొక్కినట్లు అచ్చులోనికి నొక్కుదురు. అచ్చులో ప్లాస్టిక్కు చల్లారి, గట్టిపడి, అచ్చుయొక్క ఆకారమును స్వీకరించును. దీనికి 'ఇంజక్షన్ మోల్డింగ్' అని పేరు. మొదటి రెండు పద్ధతులలో నొక్కుడు అచ్చులను, మూడవ పద్ధతిలో ఇంజక్షన్ అచ్చును వాడుదురు. నొక్కుడు అచ్చులను హైడ్రాలిక్ ప్రెస్సులలో వేడిరేకుల మధ్య ఉంచి నొక్కుదురు. కాలెండరింగ్ (యాంత్రికముగా నునుపుచేయు) అను మరియొక పద్ధతిలో సరియైన దూరమున న్యస్తములైన రెండు వేడి రోలర్ల మధ్య ప్లాస్టిక్కు ద్రవ్య చూర్ణమును కరగించి దానిని పలుచని పొరలుగా చేసి తీయుదురు.

ప్లాస్టిక్కు ద్రవ్యములలో వందలాది రకములు కలవు. వాటిలో కొన్ని ప్రధాన రకముల ఉత్పత్తి విధానములను, ఉపయోగములను సంగ్రహముగా వివరింతుము.

సామాన్యమైన ప్లాస్టిక్కులు

ప్లాస్టిక్కు పేరు	సంవత్సరము	వినియోగములు	ధర్మములు
అక్రిలో నైట్రిల్ - బుటాడీన్‌స్టీరిన్ (తెర్మో ప్లాస్టిక్కులు)	1948	గొట్టములు, గొట్టపు సామగ్రి, వంట సామగ్రి, మోటారుకారు విడి భాగములు.	బలమైన దెబ్బ తగిలినప్పటికిని తట్టుకొనగలది. క్షారములు, లవణములు, ఆలిఫాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌వంటి రాసాయనిక ద్రవ్యములకు లొంగును.
కెయిసిన్ (తెర్మోసెట్టింగ్)	1919	బొత్తాములు, బకిల్స్, ఆట వస్తువులు అడ్ హెసివ్‌లు.	మెరుగు పెట్టుటకు వీలు కలదు. శుభ్రము చేయుట కూడ తేలిక.
సెల్యులోస్ ప్లాస్టిక్కులు.			
సెల్యులోస్ ఆసిటేట్	1927	సులోచనములు, చట్రములు, ఆట వస్తువులు.	తేలిక. ప్లాస్టిక్కు లన్నిటిలోనూ దృఢమైనవి. మంచి ఉష్ణబంధకములు; అనేక రంగులలో లభించును.
సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ - బూటిరెట్	1938	స్టీరింగుచక్రములు,పరికరములకుపిడులు.	డిటో
సెల్యులోస్ ప్రొపియొనేట్	1945	టెలిఫోన్ పరికరములు.	డిటో
ఎతిల్ సెల్యులోస్	1935	విద్యుత్తు సంబంధమయినవిడి భాగములు.	డిటో
సెల్యులోస్ నైట్రేట్	1868	పాదరక్షల మడమ పైభాగము.	డిటో
ఎపాక్సీ (తెర్మో సెట్టింగ్)	1947	పరికరములపై రక్షకపూత అడ్ హెసివ్‌లు, ప్రింటెడ్ సర్క్యూటు.	బాగుగా వంగును. క్షరణబాధ ఉండదు.
మెలామీన్ (తెర్మో సెట్టింగ్)	1939	వంట సామగ్రి,పొరల చెక్క బొత్తాములు, ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములకు.	గట్టితనము, గీతలు పడదు; క్షాళన ద్రవ్యములకు లొంగదు.
నైలాన్ (తెర్మో ప్లాస్టిక్)	1938	గళాసులు, క్లిప్పులు, కుంచెలకు వల త్రాడు, దారములు.	అత్యంత దృఢమైనది, ఆవిరితో ఉడకబెట్టినను చెడదు.
ఫినోల్ (తెర్మో సెట్టింగ్)	1909	రేడియో పెట్టెలు, విద్యుత్తు బంధకములు, పిడులు, ఫలకములు.	గట్టితనము, బలము, మంచి విద్యుత్తు బంధనము కలవి.
పోలీ ఎస్టర్‌లు (తెర్మో సెట్టింగ్)	1942	బట్ట, చాప, ప్రబలిత వస్తుసామగ్రి, నావ, మోటారుకారు పైకప్పు.	క్షారములు,లవణములు,ఆమ్లములు వంటి ద్రావకములకు లొంగదు.
పోలీ ఎతిలీన్ (తెర్మో ప్లాస్టిక్)	1942	వంగుపళ్ళెములు, ఆట వస్తువులు, మెత్తని సీసాలు, బంగీ సంచులు.	బలముగా ఉండి ఎటు కావలసిన అటు వంగును; రాసాయనిక ద్రవ్యములకు లొంగదు.
పోలీ స్టయిరీన్ (తెర్మో ప్లాస్టిక్)	1938	రిఫ్రిజరేటరువంటి సామగ్రి; కొలమాన పరికరములు, గోడ పెంకులు, చిన్న రేడియో పెట్టెలు.	మంచి పార విద్యుతిక ధర్మములు గలది; సాఫుగా రూపొందించవచ్చును; ఏదైనా డిజైను వేయవచ్చును.
పోలీ ప్రొపిలీన్ (తెర్మో ప్లాస్టిక్)	1957	వేడి చేసి కడుగుటకు వీలుగల సీసాలు; బంగీ చేయుటకు ఫిల్ము; వాల్వులు.	వేడిమిని తట్టుకొను రాసాయనిక ద్రవ్యములకు లొంగదు.
యూరియా (తెర్మో సెట్టింగ్)	1929	దీపపు మెరుగు భాగములు; విద్యుత్తు పరికరములు; పిడులు, బొత్తాములు.	గట్టిగా, ఉండి. గోరు దిగదు. క్షాళకములకు లొంగదు. మంచి విద్యుత్తు ధర్మములు గలది.
యూరితేన్‌లు (తెర్మో ప్లాస్టిక్, తెర్మో సెట్టింగ్)	1954	నురుగువలె ఉండు దూదికి బదులు వాడవచ్చును. స్పాంజీ, పరికరములందు బంధకముగాను, ఘర్షణ చక్రములు, కుంచెలు, టైరులు.	ధ్వని బంధక ధర్మము గలది. దెబ్బతగిలినను చెడదు. వేడిమిని కూడ చొరనివ్వదు. అసాధారణ ఘర్షణ ధర్మము గలది. సులువుగా చిరగదు.
వినైల్ (తెర్మో ప్లాస్టిక్)	1927	వర్షాకాలపు దుస్తులు, జలక్రీడా వస్తువులు (పొంగే), గ్రామఫోన్ రికార్డులు, ఎలక్ట్రిక్ ప్లగ్గులు, నేల, గోడ కప్పుటకు, ఫర్నిచరకు అస్తరు వేయుట.	దృఢమైనది. ఘర్షణకు లొంగదు. రంగులు పోవు; నీటిని చొరనివ్వదు.

ఫినోల్ ఫార్మాల్డిహైడ్ : ఇది ఫినోల్‌ను, ఫార్మాల్డిహైడ్‌ను ఒక ప్రేరకము సన్నిధిని సంఘనన ప్రక్రియకు గురిచేయగా ఉత్పాదితమగును. తెర్మో సెట్టింగు ప్లాస్టిక్కులలో బేక్ లైట్ అను పేర ఇది మొట్టమొదట తయారు చేయ బడినది. బేయర్ అను జర్మను రాసాయనికుడు ఫినోల్‌లకు, ఆల్డిహైడ్‌లకు మధ్య జరుగు రాసాయనిక క్రియలో జిగురు వంటి ద్రవ్యము లభించునని 1872 లో కనుగొనెను. ఆ క్రియను పారిశ్రామికముగా ఫలోత్పాదనకు ఉపయోగించి బేక్ లైట్‌ను తయారుచేసినవాడు బేక్‌లాండ్ అను యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు. ఫినోల్‌తో ఫార్మాల్డిహైడ్ సంయోగించు ప్రక్రియ మూడుదశలలో ముగియును.



మొదటిదశ చివర లభించునది బేక్ లైట్ - A అను ద్రవ్యము. ఇది సగము ద్రవము, సగము ఘన ద్రవ్యము. దీనిని వేడిచేయుటవలన బేక్ లైట్ - B అను ఘన ద్రవ్యము లభించును. ఇది నీటిలో ఇంచుమించు కరుగదు; వేడిచేసిన కరుగును. బేక్ లైట్ - B ని వేడికి, ఒత్తిడికి గురిచేసినచో బేక్ లైట్ - C తయారగును. ఇది నీటికి, వేడికి కరుగని ఘన ద్రవ్యము; కొంత పెళుసుగా ఉండును.

$$(H_2N)_2C=O + H\cdot C\,HO \longrightarrow \left[-NH-CO-NH-CH_2-\right]_n$$

యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ ... యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్

బేక్ లైట్ యొక్క ఉపయోగము బహుముఖమైనది. అది హైడ్రో ఫ్లోరిక్ ఆసిడ్‌కు లొంగదు. అందువలన ఆ ఆమ్లమును బేక్ లైట్ పాత్రలలో నిల్వచేయుదురు. ప్లగ్గులు, సాకెట్లు, హోల్డర్లు మొదలగు విద్యుత్తు పరికరములకు; టెలిఫోను భాగములకు; రేడియో పెట్టెలకు బేక్ లైట్ ముఖ్యముగ వినియోగమగుచున్నది. ప్లైవుడ్ పరిశ్రమలో పలుచని కలప పొరలను కలిపి అతుకుటకు అది అడ్‌హెసివ్ [చూ. పు. 169] గా ఉపకరించును.

ఫినోల్‌తో ఫార్మాల్డిహైడ్‌కు బదులు ఫర్‌ఫ్యురాల్‌ను వాడుటవలన లభ్యమగు ప్లాస్టిక్కునకు డ్యురైట్ అని పేరు. ఫినోల్‌కు బదులు దానితో సమానసంఘట్టనము కల యాగికము (హోమోలోగ్) లలో దేనినైనను వాడ వచ్చును. ఫినోల్ - ఫార్మాల్డిహైడ్ ప్లాస్టిక్కులను చూర్ణ విధానమున అచ్చుపోయ వీలగును.

యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు : ఇవి యూరియా, ఫార్మాల్డిహైడ్ జలద్రావణములను వేడిచేయకుండ ఘనీ భవన ప్రక్రియకు గురిచేయుటవలన తయారగును. తరువాత వాటికి కాగితపు గుజ్జు, కర్రపిండి, రంపపుపొట్టు వంటి పూరక ద్రవ్యములను చేర్తురు.

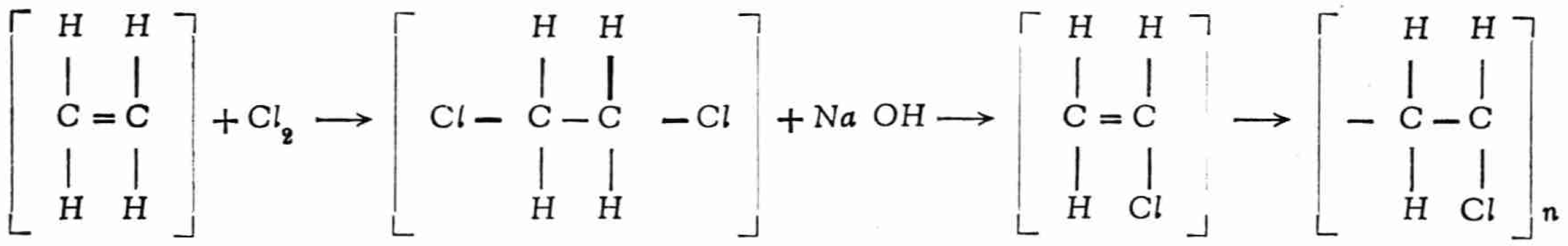
యూరియాతో థయోయూరియా $[CS(NH_2)_2]$ ను కూడ కలిపినచో ప్లాస్టిక్కునకు నీటికి చెడకుండుట, గట్టిదనము అను రెండు సుగుణములు సంక్రమించును. దీనితో 30 – 40% సెల్యులోస్‌ను కూడ కలిపినపుడు అచ్చున పోయుటకు చాల అనువైన మిశ్రమము తయారగును. ఈ మిశ్రమముతో చూర్ణ విధానమున తయారైన ప్లాస్టిక్కు వస్తువులకు అల్డూర్, బీటిల్ సామానులు అను వర్తక నామములు కలవు.

యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు కూడ తెర్మో సెట్టింగు గుణము కలవే; చూర్ణవిధానమున అచ్చుపోయుటకు కూడ వీలైనవే. వాటి చూర్ణములు అలంకరణ వస్తువుల ఉత్పత్తియందు విరివిగా వాడబడును.

పోలీ వినైల్ క్లోరైడ్ (పి. వి. సి.): వినైల్ క్లోరైడ్ వాయువును తాపప్రేషములలో పాలిమరైజేషన్ ప్రక్రియకు గురిచేసి నపుడు తయారగును.

వినైల్ క్లోరైడ్‌కు బదులుగా వినైల్ ఆసిటేట్ $(CH_2=CHOCOCH_3)$ ను గాని, వినైల్ క్లోరో ఆసిటేట్ $(CH_2=CHOOCCH_2Cl)$ ను గాని వాడవచ్చును. ఈ మూడిటినుండి తయారగు పోలీమెర్‌లకు వినైల్ ప్లాస్టిక్కులు అని పేరు. ఇవి తెర్మోప్లాస్టిక్కులు. వీటిలో

పాళ్ళు మార్చి రబ్బరు వలె మెత్తగా ఉండు వస్తువులను గాని, గాజువలె పెళుసుగా ఉండు వస్తువులనుగాని తయారు చేయవచ్చును. వినైల్ ఆసిటేట్ నుండి సిద్ధమైన ప్లాస్టిక్కునకు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 'వినిలైట్ - A' అనియు, కెనడాలో 'గెల్వా' అనియు వ్యాపార నామములు.

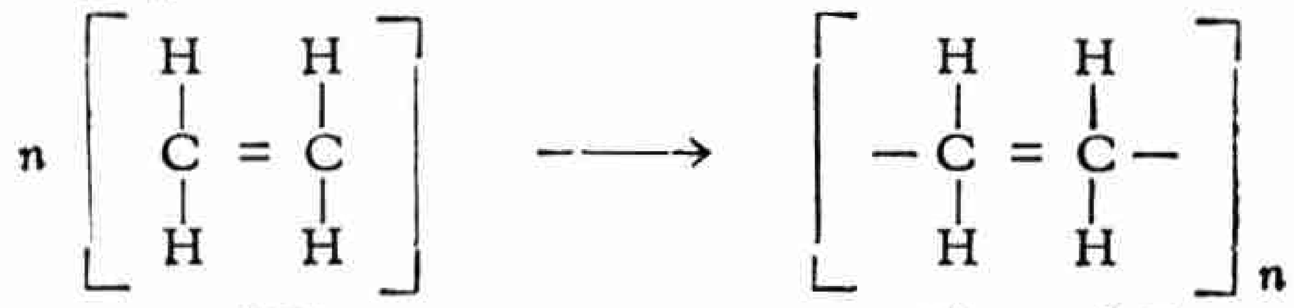


ఎథిలీన్ + క్లోరీన్ ⟶ ఎథిలీన్ డై క్లోరైడ్ + సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ⟶ వినైల్ క్లోరైడ్ ⟶ పోలీ వినైల్ క్లోరైడ్

పోలీ వినైల్ క్లోరైడ్‌నకు ప్రకృతిలో దొరకు రబ్బరుకు కల మంచి గుణములు ఉండుటచే దానిని 'క్లోరోసీల్' అను పేర రబ్బరుకు బదులుగ వాడుదురు. అది ఒక చక్కని విద్యుత్తు బంధకము (ఇన్సులేటరు). అనేక రాసాయనికములకు లొంగదు; నిప్పంటుకొనదు; దానితో వస్తువులను పోతపోయవచ్చును; కమ్మచ్చు తీయవచ్చును; యాంత్రికముగా నునుపుచేయవచ్చును. ప్లాస్టిసైజర్‌లను కలిపి గాని, కలపక గాని దానికి పలుతరగతుల గట్టితనమును కలిగింపవచ్చును.

సెల్యులోస్ నైట్రేట్ - సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ : [చూ. సెల్యులోస్, సెల్యులోస్ వ్యుత్పన్నములు]. ఇవి రెండును మొట్టమొదట కనుగొనబడిన పోలీమెర్‌లు (1850 - 03 మధ్య). సెల్యులోస్ పై సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సమక్షమున నైట్రిక్ ఆసిడ్, ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌ల చర్యవలన ఇవి తయారగును. సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ ద్రావణము రయాన్ నిర్మాణమున వినియోగింపబడును [చూ. దారములు, కృత్రిమ - పు. 452].

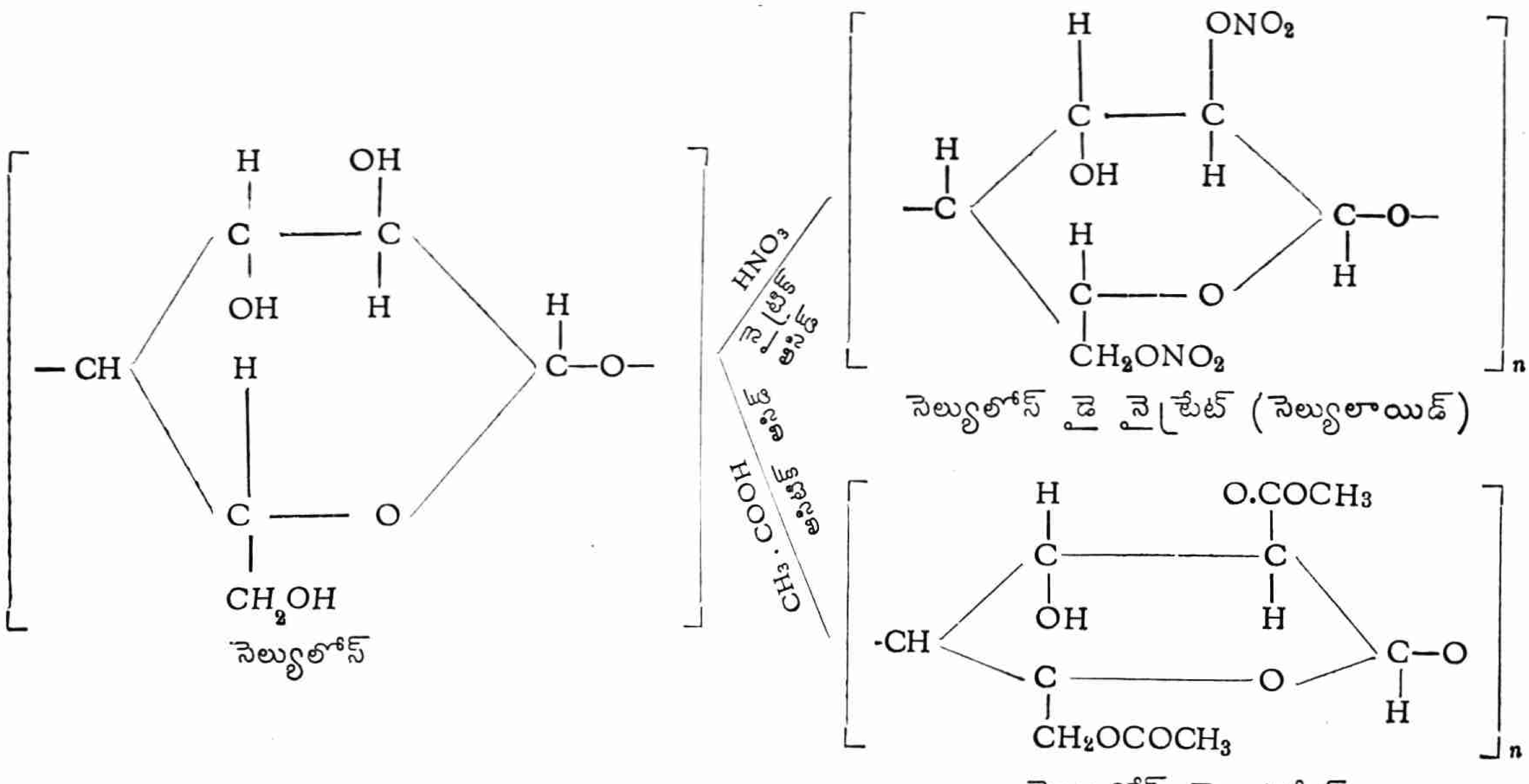
పోలీ ఎథిలీన్: ఇది ఎథిలీన్‌ను అత్యున్నత తాపక్రమ, ప్రేషములలో పాలిమరైజేషన్‌కు గురిచేయగా అణు సంకలన ప్రక్రియద్వారా తయారగును.



ఎథిలీన్ ⟶ పోలీ ఎథిలీన్

ఇది తేలికగా, గట్టిగా, సాగునదిగా ఉండును; నీటికి గాని, రాసాయనిక ద్రవ్యములకుగాని లొంగదు. కాబట్టి, ఇది రాసాయనిక పరిశ్రమలో నిర్మాణద్రవ్యముగను, గొట్టముల తయారీయందును, అస్తరుగను విరివిగవినియోగ్యమగును.

పోలీ మెతిల్ మెతాక్రిలేట్ : ఇది పెట్రోలియమ్‌నుండి ఒక క్లిష్టప్రక్రియాపరంపరద్వారా తయారుచేయబడు ఆక్రిలిక్

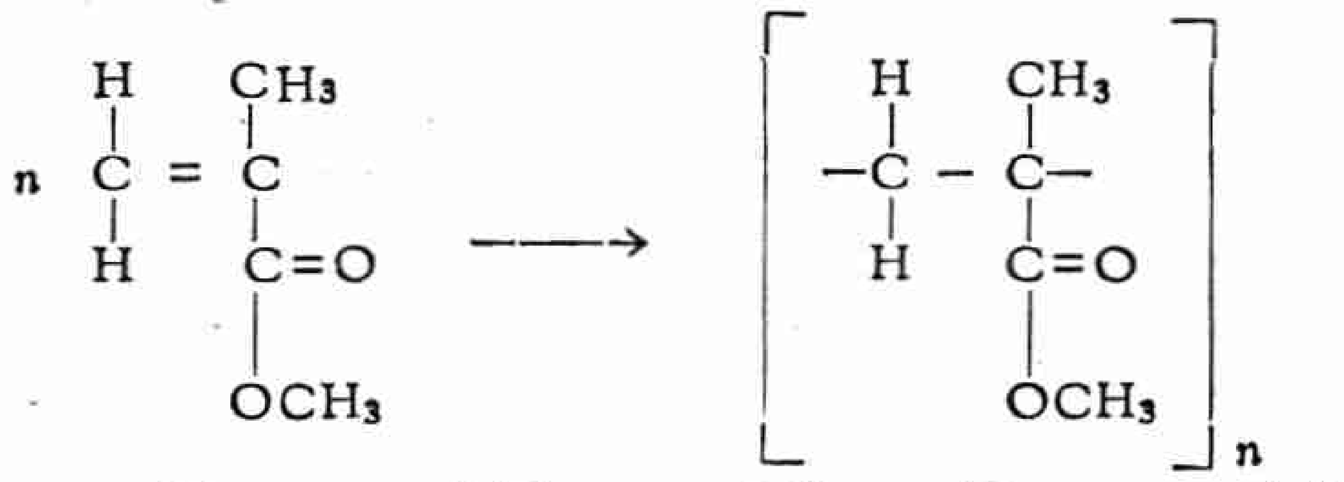


సెల్యులోస్

సెల్యులోస్ డై నైట్రేట్ (సెల్యులాయిడ్)

సెల్యులోస్ డై ఆసిటేట్

ఆసిడ్ నుండి ఉత్పాదింపబడిన ఒక కార్బన్ గాజు. బ్రిటనులో దీని వ్యాపారనామము పెర్స్పెక్స్. దీనికి ఆకర్షకరమైన ఆకారము, ఉన్నత యాంత్రిక శక్తి, నిర్మలముగా, పారదర్శకముగా కనిపించు గుణము కలవు. విమానముల నిర్మాణమున, శస్త్ర చికిత్సాపరికరముల తయారీయందును ఇది విరివిగా ఉపయోగింపబడును.



మెథిల్ మెతాక్రిలేట్ పోలీమెథిల్ మెతాక్రిలేట్

పోలీ స్టయిరీన్: ఇది పోలీమెథిల్ మెతాక్రిలేట్‌ను సన్నిహితముగా పోలి ఉండుటయేగాక, అది ఏయే పరిశ్రమలలో వాడబడుచున్నదో ఇదియు ఆ యా పరిశ్రమలు చాల వాటిలో వాడబడుచున్నది. బెన్జీన్, ఎథిలీన్ సంయోగము నుండి - అనగా నేలబొగ్గు, పెట్రోలియమ్‌లనుండి - స్టయిరీన్ తయారగును.

నేడు సుమారు ముప్పయి భిన్నవిధములయిన రెసిన్‌లు రూపుగొని ఒక్కొక్క రెసిన్‌లోనూ మరల పది వేలకు మించి రకములు సిద్ధమయినవి. ఇంకను ప్లాస్టిక్కు రంగమున ప్రగతి సాగుతునే ఉన్నది.

దాని అణువునుండి ఒక హైడ్రోజన్ అణువు విడిపోయి, వినైల్ బెన్జీన్ ఏర్పడును:

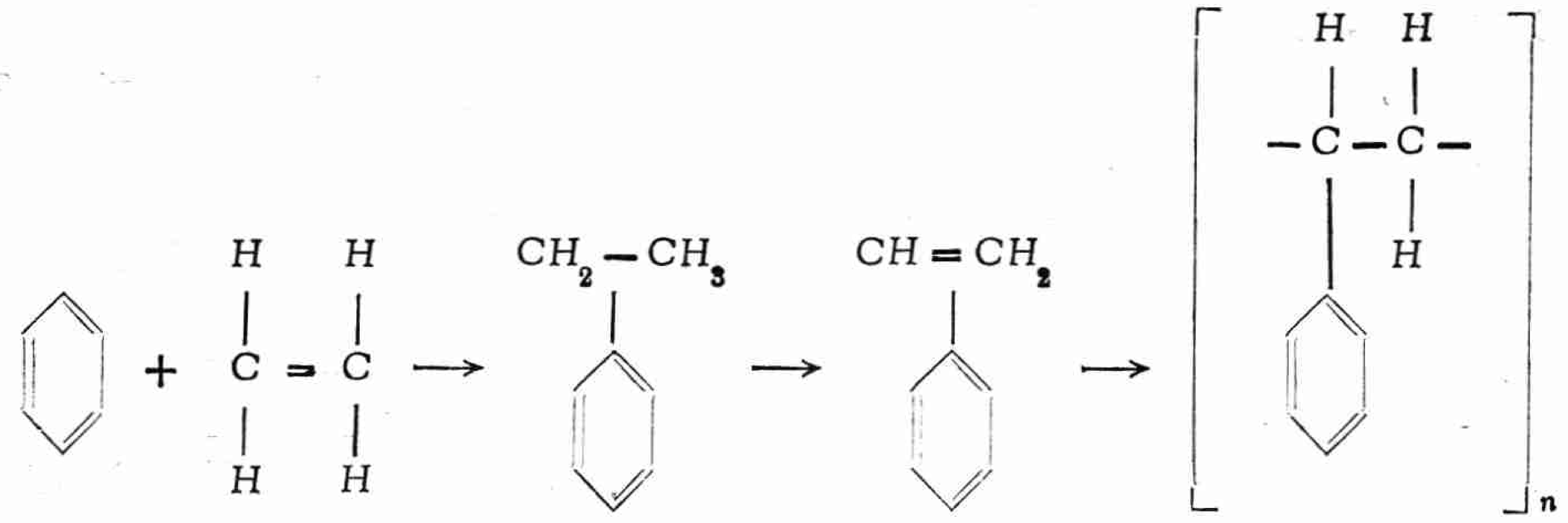
$$C_6H_5-CH_2-CH_3 = C_6H_5\cdot CH-CH_2+H_2$$

ఎథిల్ బెన్జీన్ = వినైల్ బెన్జీన్ + హైడ్రోజన్.

ఇది ఇంజక్షన్ మోల్డింగ్ విధానమునకు చాల అనువైనది. దీని అత్యధిక పార విద్యుతిక (డయలక్ట్రిక్) బలము రేడియో ఉపకరణములందు దీని వాడుకకు కారణమగుచున్నది. గాజువలె నిర్మలముగా, పారదర్శకముగా ఉండుటవలన, దీనితో చాక్షుష పరికరములకు వలయు కటకములను మొదలైనవాటిని తయారుచేయుదురు.

నైలాన్: అనేకములైన సింథటిక్ పోలీ ఎమైడ్ రెసిన్‌లకు ఇది జాతి నామము [చూ. దారములు, కృత్రిమ పు. 452].

ఆధునిక నిరంతర పరిశోధనల మూలమున నూతన ప్లాస్టిక్కులు, మేలు తర గుణములు కలవి అసంఖ్యాకములుగా వెలుగులోనికి వచ్చుచున్నవి. ప్లాస్టిక్కుల ఉపయోగములు ఇదివరకే చెప్పబడినవి. మనకు ప్రస్తుతము బజారులో అగపడు ఆట బొమ్మలు, పాత్రలు, డబ్బీలు, దువ్వెనలు, ఫౌంటెన్ కలములు మొదలుకొని, వాయు విమానములందుండు గదుల కిటికీ తలుపులు, మోటారుకారు భాగములు, ఎలక్ట్రిక్ ప్లగ్గులు, టెలిఫోనులు, ఉక్కుకన్న



బెన్జీన్ + ఎథిలీన్ → ఎథిల్ బెన్జీన్ → స్టయిరీన్ → పోలీ స్టయిరీన్

ఎథిలీన్ ($CH_2=CH_2$) అణువునుండి ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును తొలగించిన లభ్యమగు $CH_2=CH-$ పరమాణు కూటమునకు వినైల్ గణము అని పేరు. ఇక బెన్జీన్ వలయములో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు వినైల్ గణము ఆదేశముగా వచ్చుటవలన వినైల్ బెన్జీన్ లేదా స్టయిరీన్ ఏర్పడును. ఎథిలీన్‌ను బెన్జీన్‌తో సంయోగింపజేయగా ఎథిల్ బెన్జీన్ ఏర్పడును.

$$CH_2=CH_2+C_6H_5H \longrightarrow C_6H_5-CH_2-CH_3$$

ఎథిలీన్ బెన్జీన్ ఎథిల్ బెన్జీన్

ఎథిల్ బెన్జీన్‌ను ఉన్నత తాపక్రమమునకు వేడిచేసినపుడు

గట్టిగా ఉండు యంత్రములందు ఉపయోగించు పండ్ల చక్రముల వరకు ప్లాస్టిక్ ద్రవ్యములు విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఉక్కు అల్యూమినియముకన్న మూడు రెట్లు ఎక్కువ బరువైనది. అల్యూమినియము ప్లాస్టిక్కులకన్న మూడు రెట్లు ఎక్కువ బరువైనది. అందువలన ప్లాస్టిక్కులు ఉక్కుకన్న 9 రెట్లు, అల్యూమినియముకన్న 3 రెట్లు తేలిక. మానవుని ప్రాచీన జీవిత యుగములను శిలాయుగమనియు, తామ్రయుగమనియు, కాంస్యయుగమనియు పేర్కొనినట్లు నేటి కాలమును ప్లాస్టిక్ యుగము అనుట సమంజసము.

జి. వెం.

ఫారడే, మైకేల్ : చూ. సం. 2 - పు. 496.

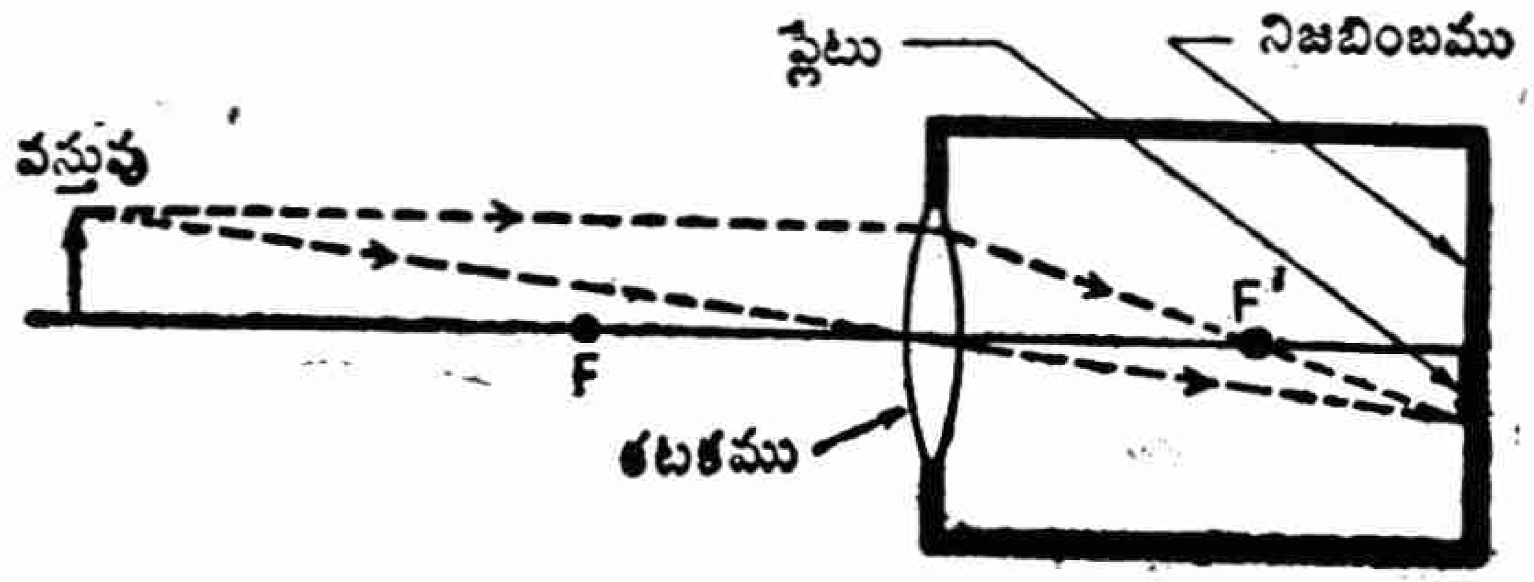
ఫారెస్ట్, లీ. డి. (1873 - 1961) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ వైజ్ఞానికుడు; ఆవిష్కర్త. శబ్ద చిత్రములు, రేడియో, టెలివిజన్ అభివృద్ధి చెందుటకు ఇతడు చేసిన కృషి, నిర్వాహము అద్వితీయములు. 1906 లో ఇతడు కనిపెట్టిన ఆడియన్ ఖండాంతర టెలిఫోను పద్ధతిని సుకరముచేసి, రేడియో పరిశ్రమకు పునాదులు వేసెను. కేథోడ్, ఏనోడ్‌లకు మధ్య గ్రిడ్ రూపమున మూడవ ఎలక్ట్రోడ్‌ను ఉంచి, గ్రిడ్‌పై ప్రయోగించిన సిగ్నల్‌లను విస్తరింప జేయ గల వాల్వును తయారు చేయవచ్చునని ఇతడు కనిపెట్టెను (1907). ఈ వాల్వుకు ట్రయోడ్ అని పేరు. ఇతడు రేడియో పిత అని ప్రసిద్ధి చెందెను. ఉన్నత శక్తిమంతములైన నౌకారేడియో కేంద్రముల రూప రచన, సంస్థాపన ఇతని నిర్వాహములే. అ. వెం.

ఫుల్టన్, రాబర్ట్ (1765 - 1815): యునైటెడ్ స్టేట్స్ ఇంజనీరు; లాభదాయకమైన మొదటి 'స్టీమ్‌బోట్' (ఆవిరి నౌక) నిర్మాత; చిత్రకారుడు. లంకాస్టర్ నగర సమీపమున గల లిటిల్ బ్రిటైన్ (ఫుల్టన్) లో 1765 లో ఇతని జననము. ఇతడు బహుముఖ ప్రజ్ఞాశాలి. అమెరికా విప్లవ సమయమున తుపాకుల తయారీలో నిష్ణాతుడైన ఇతడు, ఆ తరువాత ఫిలడెల్ఫియాలో ప్రకృతి దృశ్య చిత్తరువులు, మూర్తి చిత్రీకరణలో (1782 - 86) నిమగ్నుడయ్యెను. ఇంగ్లండు, ఫ్రాన్సు దేశములందు తన చిత్తరువుల ద్వారా కొంత పేరును పొందినప్పటికి కెనాల్ ఇంజనీరింగు లోను, తత్సంబంధ యంత్ర నిర్మాణములపైన ఫుల్టన్ అభిరుచులు కేంద్రీకరింపబడినవి. జలాంతర్గత టార్పెడోలను, జలాంతర్గాములను, తదితర యంత్రములను తయారుచేయుటకై విశేషముగ కృషిచేసెను. 1802 లో హడ్సన్ నదిపై స్టీమ్‌బోట్ నౌకాయానము (నావిగేషన్) నందు గుత్తత కల రాబర్ట్ ఆర్ లివింగ్‌స్టన్‌కు ఒక స్టీమ్‌బోట్ నిర్మించుటకై ఫుల్టన్ కాంట్రాక్టు కుదుర్చుకొనెను. 1807 లో ఇంగ్లీషు ఇంజన్‌తో కూర్చబడిన 'క్లెర్‌మాంట్' ను నీటిలో ప్రవేశపెట్టబడెను. ఫుల్టన్‌కన్న ముందుగనే జాన్‌ఫిచ్, విలియమ్ శ్యామింగ్‌టన్ మొదలగు పెక్కుమంది స్టీమ్‌బోట్‌లను నిర్మించినప్పటికి అమెరికా జలమార్గములలో వాణిజ్యమునందు విజయవంతమైన దానిని నిర్మించుటచే అమెరికా ప్రజాబాహుళ్యము ఫుల్టన్‌నే స్టీమ్ బోట్ నిర్మాతగా గుర్తించినది. ఫుల్టన్ ఇంకను పెక్కు నౌకలను, ప్రధానముగా ఒక ఆవిరి యుద్ధ నౌక (స్టీమ్ వార్‌షిప్) ను రూపొందించెను. పా. ల. నా.

ఫెర్టిలైజరు : చూ. ఎరువులు.

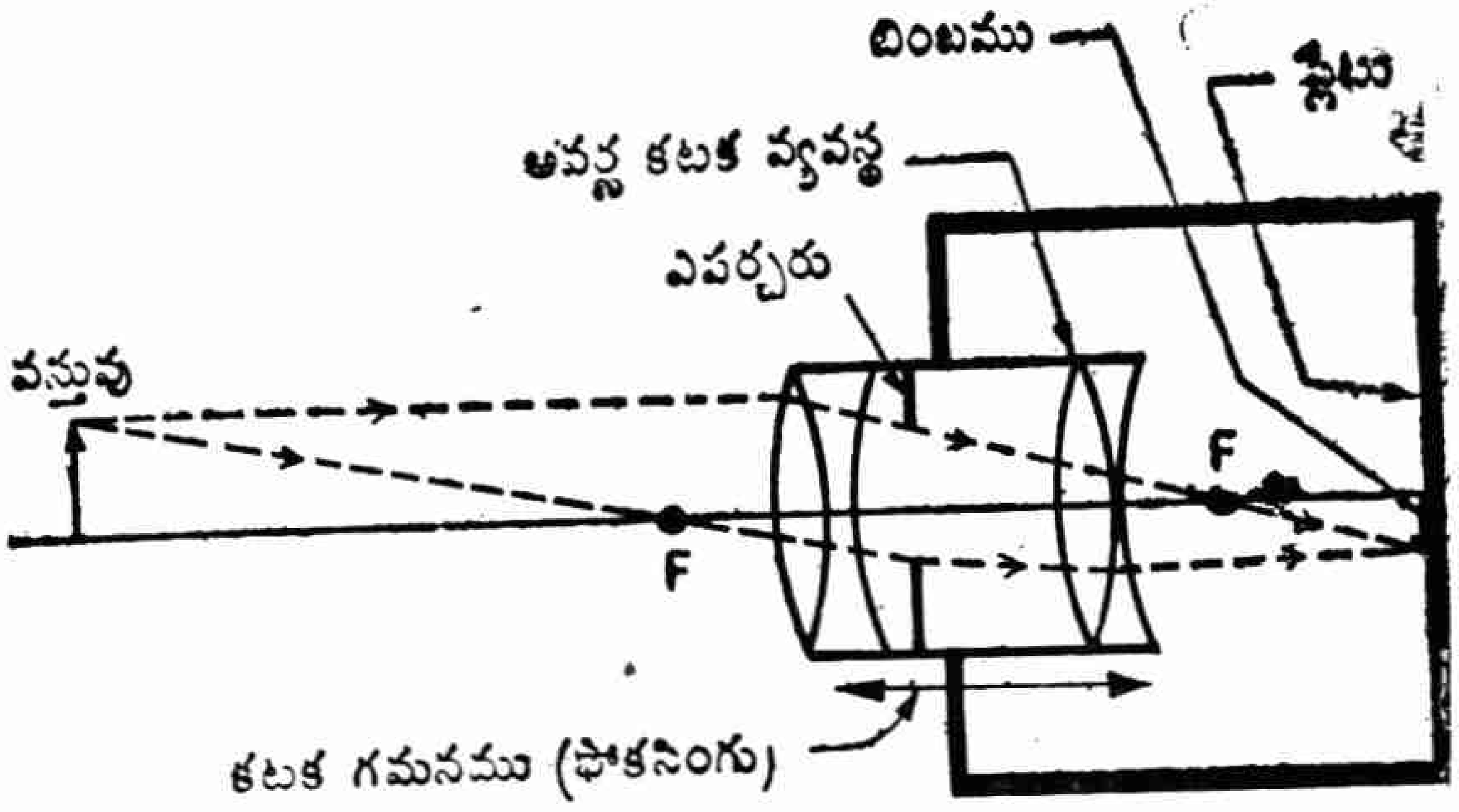
ఫోటోగ్రఫీ : గత శతాబ్దిలో అవతరించిన ఫోటోగ్రఫీ [చూ. సమీక్ష - పు. 70] నేడు విజ్ఞాన సాంకేతిక రంగమునందు బహుళ ప్రయోజన కారిగా వెలయుచున్నది. ఇది సాంకేతిక ప్రధానమైన ఒక కళారూపము. విజ్ఞాన పరిశోధనయందు ఒక పరికరముగను, ముద్రణ పరిశ్రమ [చూ. పు. 642] యందు ఒక ముఖ్యమగు పనిముట్టుగను ఉపయోగించుటయే కాక, తీరిక సమయములలో కాలక్షేపమునకు, సరదాలకు ఫోటోగ్రఫీ అనేకమందికి అత్యంత ఉపయోగకరముగా ఉన్నది.

ఫోటోగ్రఫీ * అనగా కాంతి లేఖనము. ఇందు ముఖ్యమైన పరికరము కెమేరా. కాంతి చొర వీలు లేకుండా నిర్మించిన పెట్టెయే కెమేరా స్థూలస్వరూపము. ముందు భాగమున కటకము (లెన్సు), వెనుక భాగమున ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు ఉండును. కటకమునకు వెనుక భాగమున షటర్ అనబడు కాంతి కవాటము ఉండును. మీట నొక్కినపుడు షటర్ తెరుచుకొని (సెకనులో భిన్నాంశము పాటు) వెంటనే మూసికొనును. అప్పుడు తెరుచుకొన్న అత్యంత సూక్ష్మ వ్యవధిలో వస్తువుకు బదులు కుదించ



చిత్రము - 1

సాధారణమైన కెమేరా స్థూలస్వరూపము



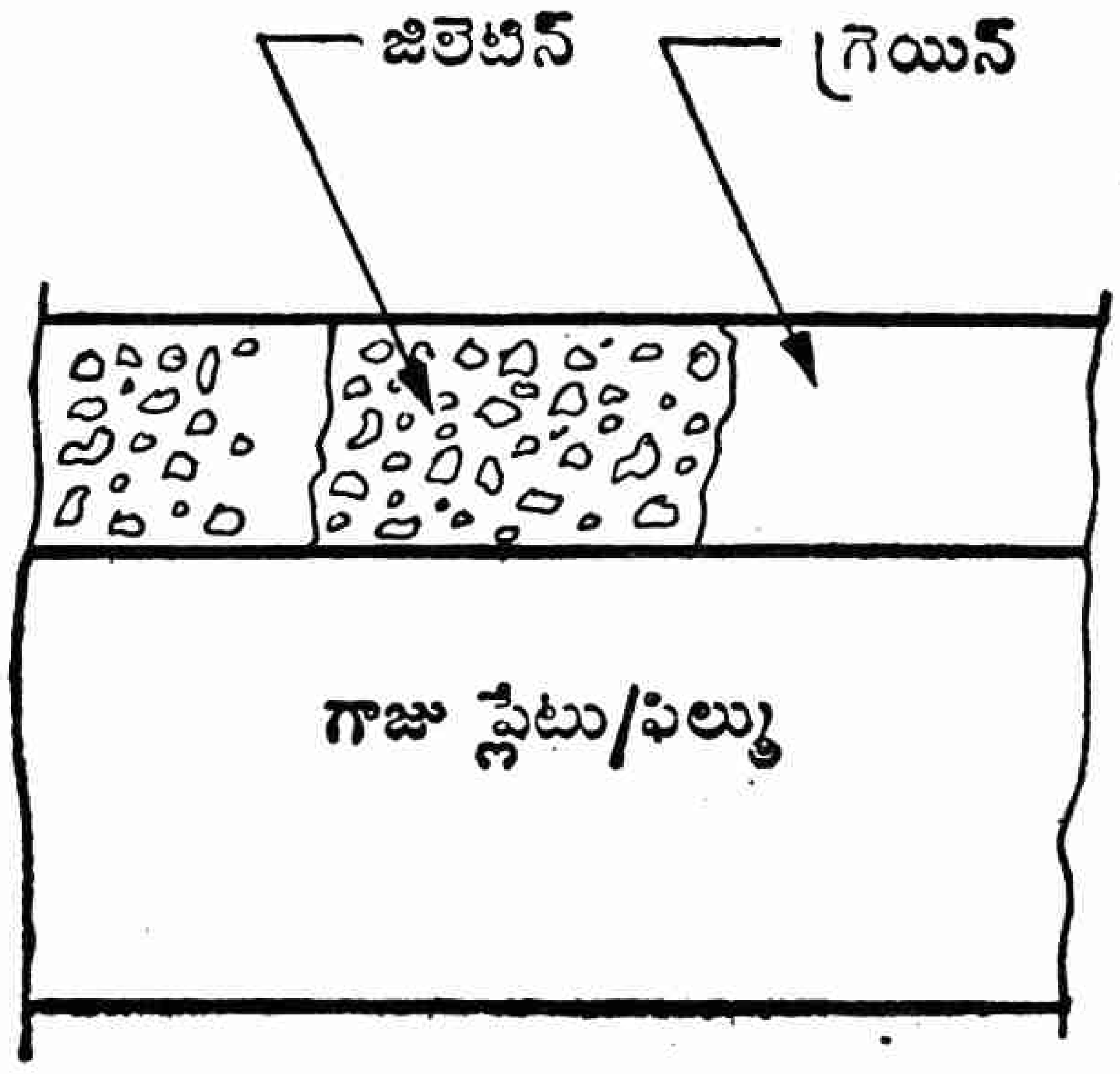
చిత్రము - 2

నేడు వచ్చుచున్న కెమేరా స్థూల స్వరూపము

బడిన బింబము ప్లేటుపై కేంద్రీకరించబడును [చూ. చిత్రము - 1, 2].

* ఫోటో = కాంతి; గ్రఫీ = లేఖనము.

వస్తువు కెమేరాకు దూరముగా ఉన్నప్పుడు బింబముస్పష్టముగా ఉండదు. అప్పుడు కటకము, ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు మధ్య దూరము తగ్గించినపుడు స్పష్టముగా బింబము ప్లేటుపై పడును. వస్తువు కెమేరాకు అత్యంత సమీపమున ఉన్నప్పుడు కటకము - ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు మధ్యదూరము ఎక్కువ చేయవలెను. ఇటువంటి మార్పులు చేయుటకు వీలైన ఏర్పాట్లు ప్రతి కెమేరా వ్యవస్థయందును ఉండును. కటకము ద్వారా కెమేరాయందు ప్రవేశించు కాంతి యందు వర్ణవిపథనము (క్రోమేటిక్ ఎబరేషన్) అను అరిష్టమును పరిహరించుటకు గాను నేడు వచ్చుచున్న

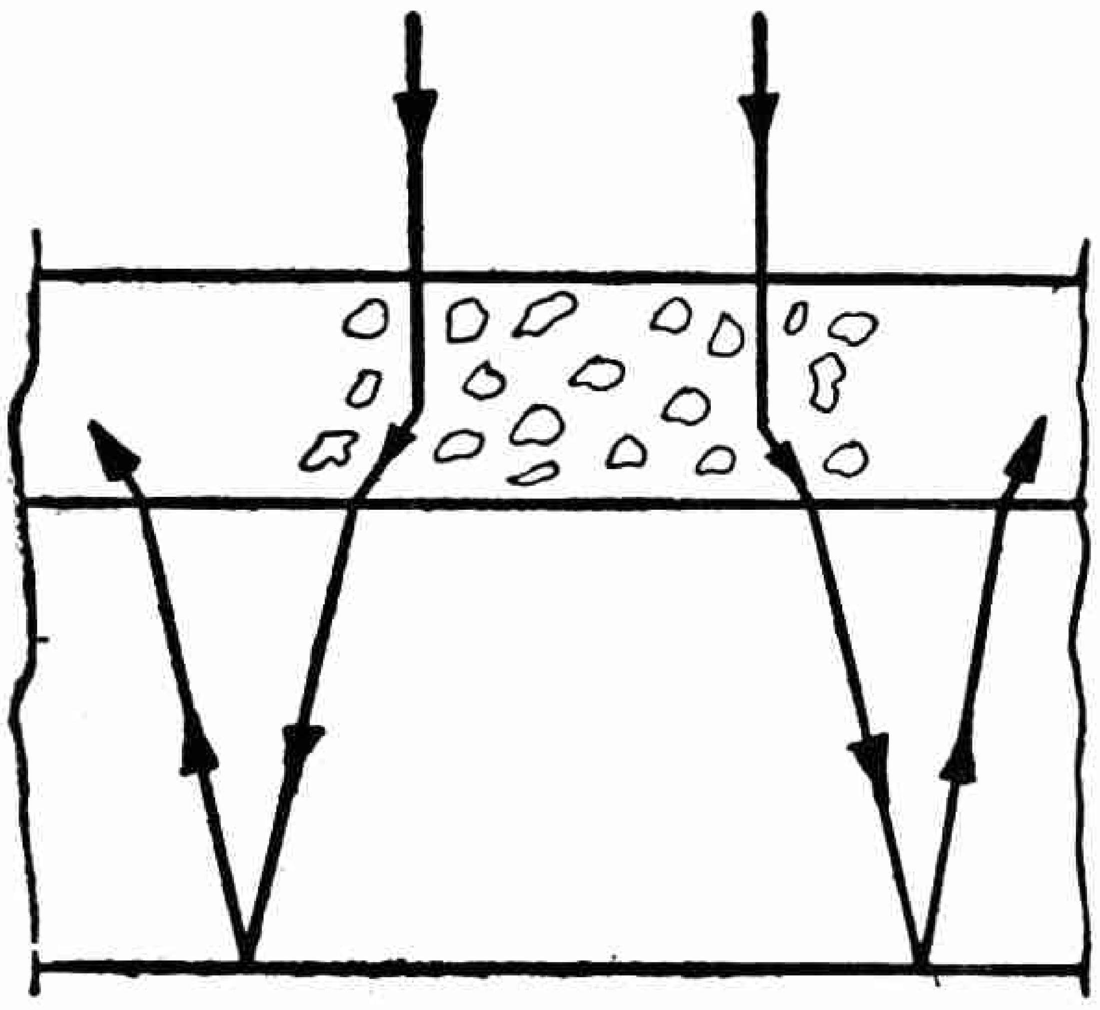


చిత్రము - 3 : గ్రెయిన్‌ను వివరించు చిత్రము

కెమేరాలయందు ప్రత్యేకమైన కటక సమ్మేళనము పొందు పరుపబడి ఉండును. కటకము ద్వారా ప్రవేశించు కాంతి తీక్ష్ణతను బట్టి ప్లేటుపైబడు కాంతి రాశిని నియంత్రించుటకు అపర్చర్ ఉండును. ఈ అపర్చర్ వ్యాసము అవసరమైనపుడు హెచ్చు-తగ్గులు చేయవచ్చును. పైగా కేంద్రీకృత క్షేత్రము (డెప్త్ ఆవ్ ఫోకస్) కూడ మార్చవచ్చును. కేంద్రీకృత క్షేత్రము అనగా ఒక వస్తువును గురిగా చేసినపుడు ఆ వస్తువునకు ముందు వెనుకల ఉండు భాగము. అపర్చర్ తగ్గించినపుడు కేంద్రీకృత క్షేత్రము ముందు - వెనుక విస్తరించి ఉండును. అపర్చర్ హెచ్చించినపుడు - అనగా పూర్తిగా తెరచినపుడు - గురిగా చేసిన వస్తుతలము మాత్రమే స్పష్టముగా ప్లేటుపై పడును.

f - నంబరు : కటక సమ్మేళనము యొక్క నాభ్యంతరము (ఫోకల్ లెంగ్త్) నకును, అపర్చర్ వ్యాసమునకును గల నిష్పత్తి ఆ కెమేరా వ్యవస్థ యొక్క *f* - నంబరు అనబడును. మరొక విధముగా చెప్పవలెనన్న అపర్చరును నాభ్యంతరము యొక్క భిన్నాంశముగా కూడ చెప్పవచ్చును. ఉదా : $f/4$, $f/5 \cdot 6$, ... $f/22$ అపర్చర్ విస్తీర్ణమును బట్టి ప్లేటుపైబడు బింబము యొక్క తీక్ష్ణత ఉండును. అనగా d^1 కు అనుపాతముగా ఉండును. మాటవరుసకు కెమేరా అపర్చరును $f/4$ వద్ద ఉంచినపుడు $f/5 \cdot 6$ వద్ద ఉంచినపుడు కంటె బింబము రెట్టింపు ఉజ్వలతతో ప్లేటుపై పడును. అనగా $f/4$, $f/8$ అనుదానికి నాలుగు రెట్లు; అట్లే $f/11$ కు ఎనిమిది రెట్లు. మరొక విధముగా చెప్పవలెనన్న షటరు వేగము సుమారు 1/60 సెకను. $f/5 \cdot 6$ వద్ద ఫోటో తీసిన ఫలితము షటరు వేగము 1/30 సెకను $f/8$ కి సమానముగ ఉండును. ఈ షటర్ వేగము, అపర్చర్ ఎన్నిక చేయుట యందే ఫోటోగ్రాఫరు కళా నైపుణి చూపి చక్కటి ఫలితమును సాధించును. వస్తువు యొక్క ఉజ్వలత, వస్తువునకు ముందు వెనుక ఉన్న క్షేత్రము ఎంత అవసరము అను విషయములను బట్టి అపర్చర్ వ్యాసమును, షటరు వేగమును మార్చి, షటరును నొక్కి ఫోటోగ్రాఫరు ఎక్స్‌పోజ్ చేయును. ఇట్లు సరియైన బింబమును సాధించ గలిగినచో దాని ఎక్స్‌పోషరు సరిగా ఉన్నదని భావించవగును. ఎక్స్‌పోషరు ఎక్కువగా ఉన్నచో షటరు వేగమును హెచ్చించిగాని, *f* - నంబరును హెచ్చించిగాని (అనగా అపర్చర్ వ్యాసమును తగ్గించుట) సరియైన ఫలితమును సాధించవచ్చును. కెమేరాను ప్రవేశించు కాంతి రాశిని తెలిసికొనుటకు ఎక్స్‌పోషరు మీటరు అనబడు ప్రత్యేక సాధనము కూడ కలదు.

ఫోటో గ్రాఫిక్ ప్లేటు/ఫిల్ము : పారదర్శకమైన గాజు ప్లేటును గాని, సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ వంటి ఫిల్మును గాని

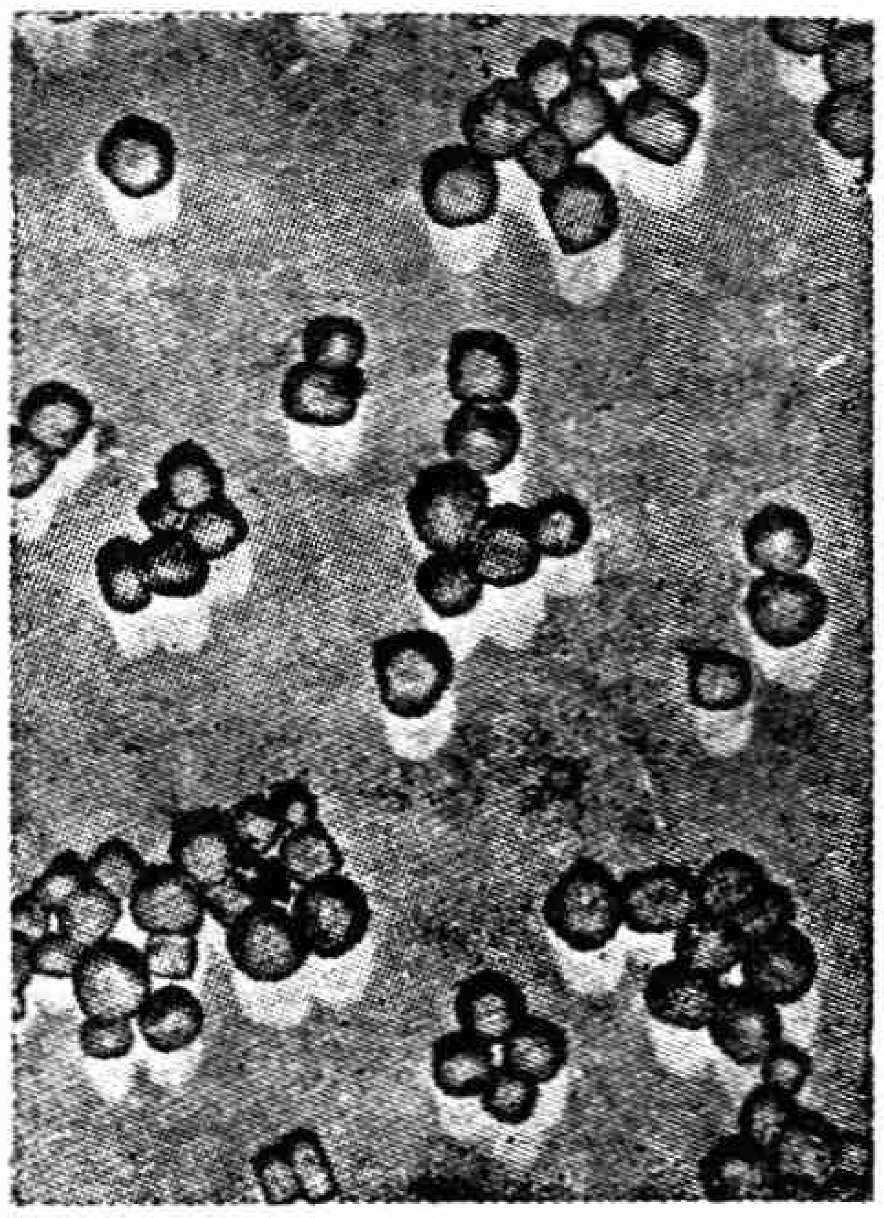


చిత్రము - 4 : హాలేషన్‌ను వివరించు చిత్రము

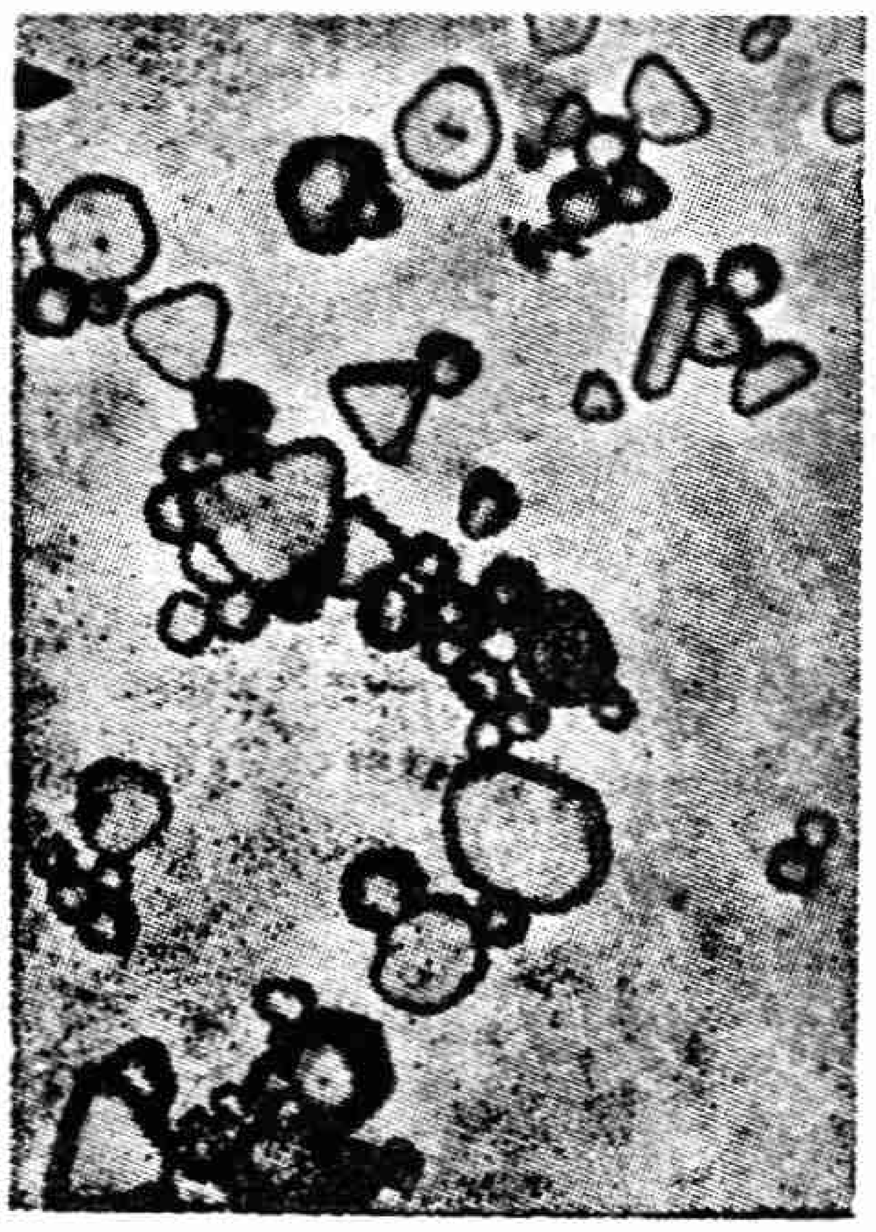
ఆధారముగా గొని ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు/ఫిల్మును సిద్ధపరతురు. అతిసూక్ష్మ పరిమాణములో అనగా సుమారు 1/1000 అంగుళము [2] ల పరిమాణము గల సిల్వర్ హాలైడ్ (అయిడైడ్, బ్రోమైడ్, క్లోరైడ్) అవసరమును బట్టి వాడుదురు. హాలైడ్ లవణములను ప్లేటుపై సన్నగా జెలెటిన్‌తో కలిపి పూత పూయుదురు. సిల్వర్ హాలైడ్

[1] d = అపర్చర్ వ్యాసము ; [2] అంగుళము = 25·4 మి. మీ.

స్ఫటిక పరిమాణము ప్లేటుపై ఏర్పడు గ్రెయిన్ (సైజు) ను నిర్ణయించును. గ్రెయిన్ పెద్దదయిన సునిశితత్వము (సెన్సిటివిటీ) కూడా ఎక్కువయే. దీనికి కారణము గ్రెయిన్ తల వైశాల్యము పెద్ద దగుటచే ఎక్కువ రాశిలో కాంతిని లోగొనుటకు అవకాశము కలుగుటయే. గ్రెయిన్ సైజులో వైవిధ్యము ఉండిన ప్లేటుకు గల కాంట్రాస్టు తగ్గును. తక్కువ కాంట్రాస్టు అనగా గ్రే రంగు ఛాయలు ఎక్కువగా పొడచూపుట. గ్రెయిన్ సైజు ప్లేటునందు ఒకే విధముగా ఉండినచో అట్టి ప్లేటుకు కాంట్రాస్టు అత్యధికము. అనగా నలుపు - తెలుపులు వివరముగా తెలియును. లోతునుబట్టి గ్రెయిన్ సైజు మారుచున్నప్పుడు దాని సాంద్రత (డెన్సిటీ) కూడ మారుచుండును. [చూ. 594, 595 పుటలలోని 3, 4, 5, 6 చిత్రములు].



చిత్రము – 5
ఎక్కువ కాంట్రాస్టును ఇచ్చు ఇమల్షన్



చిత్రము–6 గ్రెయిన్ సైజులో భేదము ఉండుటవలన కాంట్రాస్టు తక్కువగల పటములను ఇచ్చును.

ఫోటో తీయుట : ఫోటో తీయుటయందు కెమేరా ప్రాథమిక పరికరముగా ఉపయోగపడుచున్నది. కెమేరా వెనుక భాగమున ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటును గాని, ఫిల్మును గాని అమర్తురు. ఫిల్ముకు ఉపయోగపడు ఇమల్షన్ అనేక రకములుగా ఉండును. ఇందు ప్రధానమైనవి రెండు రకములు: 1. ఆర్థో క్రోమాటిక్; 2. పాన్ క్రోమాటిక్. ఆర్థో క్రోమాటిక్ ఫిల్ము ఎరుపు కాంతికి ప్రతికరించదు. పాన్‌క్రోమాటిక్ అన్ని రంగులకు ప్రతికరించును. మరల పాన్‌క్రోమాటిక్ ఇమల్షన్ పూసిన ఫిల్ముగాని, ప్లేటుగాని వేర్వేరు స్థాయిలకు వింగడింపబడి ఉండును. ఒక నిర్దిష్టరాశి కాంతి ప్రతికరించు వేగమును బట్టి ఈ స్థాయి ఉండును. ఇట్టివి అంతర్జాతీయముగా ప్రమాణీకరింపబడి, అమలులో ఉన్న విధానములు రెండు కలవు. అవి: A.S.A, D.I.N. మాటవరుసకు A.S A. 400 ఫిల్ము 27 D.I N. కు సమానము. ఇట్లు ప్రమాణీకరింబడిన ఫిల్మును కెమేరా ద్వారా ఎక్స్‌పోజ్ చేయునపుడు అపర్చర్‌ను, షటరు వేగమును సరిచేసి ఏర్పాట్లు సిద్ధపరుపవలెను. వ్యక్తికి గాని, వస్తువునకు గాని ముందు కెమేరా ఉంచి బింబమును ఫోకస్ చేసి, షటరును నొక్కిన ఫిల్ముపై గుప్తబింబము పడును. దీనిని నెగిటివ్ అందురు. ఆ ఫిల్మును రాసాయనిక ద్రావణమునందు డెవలప్ చేయవలెను.

ఫోటో తీయునపుడు వెలుతురు కెమేరాలో ప్రవేశించి ఫిల్ము మీద సిల్వర్ హెలైడ్ భాగమును సిల్వర్ ధాతువుగా మార్చును. కాంతిమంతమైన వెలుతురు పడిన చోట ఎక్కువ సిల్వర్ ధాతువుగా మారును. ఈ దశ కంటికి అగపడదు. అనగా ఈ దశలో గుప్తబింబము ఏర్పడును. ఇట్లు మార్పు చెందినచోట సిల్వర్ నల్ల రంగుగా ఉండును. దీనివలన ఫిల్ము డెవలప్ అయిన తరువాత ఫోటో తీయబడిన వస్తువు యొక్క కాంతిమంత మైన భాగములు నల్లగా కనబడును. కాంతి తీవ్రతను బట్టి నెగిటివ్ సాంద్రతఉండును.

డెవలపింగ్ : గుప్త బింబమును పైకి కనిపించునట్లు చేయు ప్రక్రియయే 'డెవలపింగ్'. ఫిల్మును ఒక రాసాయనిక ద్రావణము (మెటాల్, హైడ్రోక్వినోల్) లో ముంచడము ద్వారా ఫిల్ముమీద వెండి అణువులు రాసాయనికమగు మార్పుకు గురియై వెలుతురు పడిన చోటు నలుపుగా మారి వెలుతురు పడనిచోట ఉన్న సిల్వర్ హెలైడ్ అణువులు కరగి పోవును. వెలుతురు వల్ల మార్పుచెందకుండా ఉన్న ఫిల్ము భాగమును వెలుతురు వల్ల మార్పుకాకుండా ఉండుటకు గాను డెవలప్‌మెంటు పని వెలుతురు చొరని ఒక చీకటి గది (డార్క్‌రూమ్) లో జరుపవలెను. ద్రావణపు రకమును బట్టి, తాపక్రమమును బట్టి డెవలప్‌మెంటుకు సుమారు 5 నుండి 30 నిముషముల వరకు పట్టును. ఇప్పుడు ఫిల్ము మీద ప్రతిబింబము కనిపించును. డెవలప్‌మెంటు అయిన తరువాత ఇందులో ఉపయోగించిన రాసాయనిక ద్రవ్య శేషములు పోవుటకు గాను నీటిలో శుభ్రముగా కడుగవలెను.

ఫిక్సింగ్ : డెవలప్‌మెంటు తరవాత, నీళ్లతో కడుగుట కూడ అయిన తరువాత వెలుతురికి మార్పు చెందకుండా ఫిల్ము మీద పరిశిష్టముగ ఉన్న వెండి యౌగిక భాగమును తీసివేయవలెను. అందుకోసము ఈ ఫిల్మును సోడియమ్ తయో సల్ఫేట్ (హైపో) ద్రావణములో ముంచడము

ద్వారా వెలుతురుకు మార్పు చెందని భాగమున ఉన్న రాసాయనిక అణువులు నీటిలో కరగు లవణములుగా మార్చ బడుతున్నవి. ఈ పద్ధతికి 'ఫిక్సింగు' అని పేరు.

నీళ్లలో కరగి పోవు లవణములను తీసివేయుటకుగాను ఫిల్మును మరల నీటిలో బాగుగా కడగవలెను; గాలిలో ఆరబెట్టవలెను. ఇప్పుడు మనకు నెగిటివ్ లభించును. ఇందులో కుడి ఎడమగాను, ఎడమ కుడిగాను కనిపించును. తెల్లభాగములు నల్లగా కూడా కనిపించును.

ప్రింటింగ్: నెగిటివ్‌ను ఫోటో ప్రింటింగు పేపరుతో జతపరచి ప్రత్యేకముగా తయారైన ఒక చట్రములో అమర్తురు. ప్రింటింగు పేపరు కూడ ఫిల్ములాగనే ఒక వైపు సిల్వర్ హాలైడ్ (క్లోరైడ్ లేదా బ్రోమైడ్) తో పూయ బడి ఉండును. ఒక లైటు ద్వారా వెలుతురు ముందు నెగిటివ్ మీద పడునటుల చేయవలెను. తరువాత వెలుతురు నెగిటివ్‌లో నుండి ప్రింటింగు పేపరు మీద పడుటతో వెండి (ధాతువు) అణువులు రాసాయనికపు మార్పుకు గురి అగును. నెగిటివ్ లోని బొమ్మ సాంద్రతను బట్టి నల్లభాగము గుండా తక్కువ వెలుతురు, మిగిలిన తెల్ల భాగము గుండా ఎక్కువ వెలుతురు వెళ్లి ప్రింటింగు పేపరు మీద పడును. ఇందువల్ల నెగిటివ్‌లో ఉన్న ఎడమ కుడి తారు మారు అగును.

ఎన్‌లార్జింగ్: పై విధముగా లభించిన కాంటాక్ట్ ప్రింటు నెగిటివ్ సైజులో ఉండును. ఎన్‌లార్జర్‌ను ఉపయోగించి ఇంత కంటే పెద్ద సైజు ఫోటోప్రింటు తయారు చేయ వచ్చును. ఎన్‌లార్జర్‌లో నెగిటివ్‌ను ఒక లైటుకు, కటక సమ్మేళనమునకు మధ్య ఉంచుదురు. కటకముల ఫలితముగా నెగిటివ్ మీద చిన్న ప్రతిబింబము పెద్దదిగా ప్రింటింగు పేపరు మీద పడును. అసలు నెగిటివ్ సైజుకంటె చిన్నది కూడ ఈ విధముగనే సిద్ధపరుపవచ్చును.

ఎన్‌లార్జర్ వలన లభించిన ప్రింటులో ప్రతిబింబము కనబడదు కాబట్టి, ఫిల్మును డెవలప్ చేసినట్లుగానే ప్రింటింగు పేపరును డెవలపింగు ద్రావణములో ముంచి కడిగి, హైపోలో ఫిక్స్‌చేసి, కాంటాక్టు ప్రింటువలె తయారు చేయవచ్చును. ప్రవహించు నీటిలో కడగటము ద్వారా ప్రింటు మీద ఏర్పడిన లవణములు నీటిలో కరగి, నీటితో కొట్టుకొని పోవును. నీటిలో ఇంత సేపు ఉండిన ప్రింటును శుభ్రమైన దుమ్ము అణువులు లేని గాలిలో వ్రేలాడదీసి ఆరబెట్టవలెను. గాలిలో దుమ్ము అణువులు ఉండిన అవి గాలికి ఎగిరి తడిగా ఉన్న ప్రింటుమీద అంటుకుపోవు అవకాశము ఉన్నది. ప్రింటును రెండు అద్దుడు కాగితముల మధ్య ఉంచి కూడ ఎండునట్లు చేయవచ్చును.

డెవలప్‌మెంటు, నీటితో కడుగుట సరిగా ఉన్నట్లయిన నెగిటివ్‌లు, ప్రింటులు ఏండ్లతరబడి పాడవకుండా ఉండును. ఫిక్సింగ్ సరిగా లేకపోవుటవల్ల, నీటిలో కడగడములో అశ్రద్ధవల్ల కొన్ని ఫోటోలు త్వరలో కగ్గి (ఫేడ్) పోవును.

కలర్ ఫోటో: జేమ్స్ క్లర్క్ మాక్స్‌వెల్ 1861 ప్రాంతమున రంగులలో చిత్రములను తీయుట సాధ్యమని ప్రదర్శించెను. అయితే, ఈ ప్రయోగస్థాయి అనుభవ స్థాయిని అందుకొనుటకు చాల కాలము పట్టెను. ఎరుపు, ఆకుపచ్చ, నీలము గాజు ఫిల్టరులను ఉపయోగించి వేర్వేరుగా మూడు నెగిటివ్‌లను తయారుచేసి, ఆ మూటిని స్ట్రిపింగ్ ఫిల్ముమీద ముద్రించి రంగువేసి, రిజిస్టరుచేసి కాపీలను తీసెడివారు. అయితే, ఇది వ్యయ ప్రయాసలతో కూడిన క్లిష్టప్రక్రియ. తరువాత లియోపాల్డ్ మానిస్, లియోపాల్డ్ గోడో విస్కీ అనువారు నేటి కొడాక్రోమ్ రంగు ఫిల్మునకు ఆది రూపమును సిద్ధపరచిరి. 1935 లో వ్యాపారసరళిని అందుకొన్న కొడాక్రోమ్ పద్ధతి ఫిల్ము నందు ఇమల్షన్ మూడు పొరలుగా ఉండును. ఆ యా వర్ణ ద్రవ్యములు ఆ ఇమల్షన్ పొరలయందు గర్భితమై ఉండును. పై పొర నీలమును గ్రహించును. దాని క్రింద పసుపు ఫిల్టరు పొర ఉండి ఆకుపచ్చను గ్రహించును. దాని క్రిందఎరుపును గ్రహించుపొర ఉండును. కొడాక్రోమ్ వంటి రంగు ఫిల్ములను డెవలప్ చేయుట అత్యంత సునిశితమైన ప్రక్రియ. డెవలప్ చేయునపుడు పలు జాగ్రత్తలు పాటించిన ఇమల్షన్ యొక్క మూడు పొరలయందు పరిశిష్టముగా ఉండిపోయిన సిల్వర్ హాలైడ్ తొలగింపబడి మూడు వర్ణబింబములు మిగిలి ఉండును. ఇప్పటికిని ప్రధానముగా ఈ పద్ధతినే ప్రాతిపదికగా తీసికొని పలు వ్యాపార సంస్థలు రంగు ఫిల్ములను అమ్మజూపుచున్నవి.

ఫోటోగ్రఫీ వినియోగములు: ఫోటోగ్రఫీ రూపుగొనిన మొదటి రోజులలో కొందరు వృత్తిగా స్వీకరించి ఛాయా చిత్రములను తీయుటకే పరిమితము చేసిరి. రోల్ ఫిల్ము వచ్చిన తరువాత సరదా కాలక్షేపములకు ఔత్సాహిక జనులు ఫోటోగ్రఫీని చేపట్టిరి. రానురాను విజ్ఞాన శాస్త్రాభ్యుదయము వికసించు సమయమున పరిశోధనలయందు, పరిశ్రమలయందు, వైద్యవిద్యారంగములయందు ఫోటోగ్రఫీని బాహాటముగా ఉపయోగింప జొచ్చిరి. ఇంచుమించు నేడు అన్ని రంగములందును ప్రచారమునకు ఫోటోగ్రఫీ ప్రధాన సాధనముగా ఉపకరించుచున్నది. సినిమా ఒక ప్రత్యక్ష నిదర్శనము. ఫోటోగ్రఫీ లేనిచో సినిమా రంగమునకు తావే లేదు. పరిశ్రమలయందు ధాతువులను, రాసాయనిక ద్రవ్యములను విశ్లేషించుటకు, అట్టి విశ్లేషణ

ఫలితములను రికార్డు చేయుటకు ఫోటోగ్రఫీ సూత్రమును ఆధారముగా సిద్ధపరుపబడిన స్పెక్ట్రోగ్రాఫ్, మెటలోగ్రాఫ్ వంటి సాధనములు అత్యంత ప్రయోజనకరములుగా ఉన్నవి. రోగ నిదానమునందును, రోగ నివారణ మందును వైద్యరంగమున ఎక్స్ (X) - రే సాధనములు అత్యంత ఉపయోగకరములుగా ఉన్నవి. అంతరిక్షము నందున్న గాలక్సీలను, గ్రహములను పరిశోధించుటకు ఖగోళశాస్త్రమున దూరదర్శనులయందు ఫోటోగ్రఫీ అంతర్భాగముగ ప్రముఖ స్థానము వహించినది. ముద్రణ పరిశ్రమ యందు ముఖ్యముగా బ్లాకుల తయారీ లోను, ఫోటో ఆఫ్ సెట్ ప్లేటులు సిద్ధపరచుటకును, గ్రావ్యూర్ పద్ధతియందును ఫోటోగ్రఫీకి ప్రముఖ స్థానము కలదు [చూ. ముద్రణ పరిశ్రమ - పు. 642]. భారీ గ్రంథము లను కుదించి భద్రపరచుటకు మైక్రోఫిల్మ్, మైక్రోఫిచ్, మైక్రోకార్డ్ ద్వారా ఫోటోగ్రఫీ వినియోగపడుచున్నది. జీవశాస్త్రమున మైక్రోఫోటోగ్రఫీ ద్వారా జీవకణము లను, అందలి విభాగములను పరిశోధించుటకు వీలగు చున్నది. జోగ్రఫీ, జిరోగ్రఫీ వంటి ఇటీవలి ముద్రణ పరిణామములు కూడ ఫోటోగ్రఫీ ఆధారముగనే అవత రించినవి. ఫోటోగ్రఫీ మానవ ప్రగతికి అత్యంత ప్రయోజనకారి అయినదని చెప్పుట అతిశయోక్తి కాదు.

తంబా.

బంకమన్నులు : అతి సూక్ష్మకణముల రూపమున ఉండి, తడిగా ఉన్నపుడు ప్లాస్టిక్కులుగా ఆచరింపగల విశిష్ట ధర్మము కల మృత్తికలకు 'బంకమన్నులు' అను పేరు వర్తించును. ప్రపంచమున అనేక ప్రాంతములలో అత్యధిక వ్యత్యస్త స్వభావములు కల బంకమట్టి నిక్షేపములు కలవు. ఏ రెండు నిక్షేపములలోను ఒకే రకమునకు చెందిన మన్ను ఉండదు సరికదా ఒకే నిక్షిప్తమునుండి మచ్చులలో కూడ తేడాలు ఉండవచ్చును. బంకమన్నులు సోదక అల్యూమినియము సిలికేట్ల ($Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O$) తో సంఘటితములై ఉండునని స్థూలముగ చెప్పవచ్చును. అయితే, అవి సర్వదా మరికొన్ని ఇతర అదనపు ఘటకము లతో కూడ సమ్మిళితములై ఉండవచ్చును. ఈ అదనపు ఘటకముల వలన బంకమన్నుల స్వరూపము, ధర్మములు చాలవరకు మారవచ్చును. ఖనిజశాస్త్ర రీత్యా బంక మన్నులు అనేక బంకమట్టి ఖనిజముల మిశ్రములు; వాటి ఖనిజశాస్త్రీయ సంఘట్టనము వాటి ఉత్పత్తి విధానముపై ఆధారపడి ఉండును.

వర్గీకరణము : ఉత్పత్తి విధానమును అనుసరించి బంక మన్నులను రెండు వర్గముల క్రింద విభజింపవచ్చును.

ప్రాథమిక (అవశిష్ట) బంకమన్నులు : చూర్ణీకృతశిలలు కొన్ని సందర్భములలో వాటి యథాస్థానములలోనే నిలిచి ఉండును. అప్పుడు వాటినుండి ఏర్పడిన బంకమన్ను లకు ప్రాథమిక (అవశిష్ట) బంకమన్నులు అని పేరు. అవి విసంఘటిత జనక శిలలతోను, విసంఘట్టన ఫలిత ద్రవ్య ములతోను కలిసి ఉండును. ఉదా : చీనా బంకమట్టి.

సెకండరీ (నిర్వాసిత) బంకబన్నులు : నీరు మున్నగు చూర్ణీకరణ కర్తలు తరుచుగా శిలలనుండి చూర్ణీకృత కణ ములను దూరప్రాంతములకు కొనిపోవును. అవి అచ్చట ఇతర విధముల వచ్చిన ఇతర ద్రవ్యములతో కలిసి నిక్షేపింపబడును. ఇట్టివి సెకండరీ (నిర్వాసిత) బంక మన్నులు అని పేర్కొనబడును. ఇవి పొరలు పొరలుగా ఉండును; అవశిష్టముల కంటె తక్కువ శుద్ధమైనవి. ఉదా : అగ్నిమృత్తికలు, ఘంటామృత్తికలు.

ధర్మములు : బంకమన్నులు అల్యూమినా సిలికేట్ ఖనిజముల విజాతీయ మిశ్రములు. అవి అతి సూక్ష్మకణ ములతో కూడి ఉండును. కణములలో చాల భాగము సైజులో ఒక మైక్రాన్ కన్న సూక్ష్మముగ ఉండును. ఘంటామృత్తికలలోని కణములలో రమారమి 60% తరుచుగా 0.2 మైక్రాన్ కన్న తక్కువ. చీనా మట్టిలో అట్టివి 10—15% వరకు మాత్రమే ఉండును.

క్షార వినిమయ సామర్థ్యము : బంకమట్టి కణములకు విద్యుదావేశము కలదు. అందువలన ఋణ అయన్లు ఉపరితలమున అతిశీఘ్రముగ అధిచూషింపబడును. ఈ ఋణ అయన్ల (లేదా క్షారముల) స్థానమున ఇతర ఋణ అయన్లను (ధాతు, హైడ్రోజన్, అమోనియమ్ ఋణ అయన్లు) ప్రవేశ పెట్టవచ్చును. క్షారవినిమయ సామర్థ్యము లేదా ఋణ అయన్ వినిమయ సామర్థ్యము ఏ బంకమట్టి ఖనిజమునకైన ఒక లాక్షణిక ధర్మము. ఈ ధర్మము బంకమట్టి ఖనిజములను గుర్తించుటకు కొంతవరకు తోడుపడును.

ప్లాస్టిక్కు ధర్మము : కొద్దిగా నీరు చేర్చి కలిపినచో బంక మన్నులు ప్లాస్టిక్కు ద్రవ్యములుగ తయారగును. తడిగా ఉన్న బంకమన్నులపై కొద్దిపాటి ఒత్తిడిని కలిగించిన అవి విరిగిపోక ఏ రూపమునైన స్వీకరించును; ఒత్తిడిని తొలగించిన తరువాత కూడ నూతన రూపము అట్టే నిలిచి ఉండును. పింగాణీ పరిశ్రమ [చూ. పు. 94] ఈ సూత్రమును అనుసరించియే పెంపొందినది.

స్లిప్‌లు : నీరు ఎక్కువగ చేర్చినచో బంకమన్నులు స్లిప్ లుగ తయారగును. పింగాణీ పరిశ్రమలో వీటి విని యోగము చాల హెచ్చు.

ఉష్ణ ప్రయోగము : బంకమన్నులను క్రమానుసారముగ వేడి చేసినచో ప్రతిక్రియలు కొన్ని వరుసగా జరుగును. మొదట అవి ఆరిపోవును; తరువాత అందుండి నీరుపూర్తిగా ఇగిరిపోయి, అవి చిక్కని సరంధ్ర ద్రవ్యములుగ ఏర్పడును. తదుపరి అవి గాజుగామారి గట్టి ముద్దగా ఏర్పడును. చివరకు అవి మెత్తబడి కరగును. ఈ ప్రతిక్రియా పరంపరలోని వివరములు వేరువేరు బంకమన్నులకు వేరువేరు విధముగ ఉండును. ఇందుకు కారణము వాటి ఖనిజ శాస్త్రీయ, రాసాయనిక సంఘట్టనములలోని వ్యత్యాసము. కెయొలిన్‌ను వేడిచేసినపుడు జరుగునవి : 20 — 150°C వద్ద తేమను కలిగించు నీరు ఇగిరిపోవును. ఎండోథెర్మిక్ ప్రతిక్రియ; 450 — 500°C వద్ద రాసాయనికముగ చేరిన నీరు ఇగిరి పోవును; 177°C వద్ద ద్రవీభవనము జరుగును.

గాజుగా మారుట : బంకమన్నులు గాజుగా మారుట సాంకేతికముగ చాల ప్రాధాన్యము కలది. ఈ దశలో అది ఆంశిక తప్త స్థితియందు ఉండును [చూ. గాజు - పు. 331].

బంకమట్టి ఖనిజముల ప్రధాన ధర్మము వాటి కణముల అత్యంత సూక్ష్మత. అవి కొల్లాయిడ్‌ల స్వభావము కలవనియు, అస్ఫాటికములు అనియు చాలకాలము భావింపబడినవి. బంకమట్టి ఖనిజముల అనుశీలనకు X - కిరణ స్ఫటికశాస్త్రము అధికతమ నిర్వాహము చేసినది. బంకమట్టి ఖనిజములలో మూడు విస్పష్ట వర్గములు గుర్తింపబడినవి. : కెలోనైట్ వర్గము (Al_2O, $2SiO_2$, $2H_2O$): ఇందు కెయొలిన్, నాక్రైట్, డిక్కైట్ మున్నగునవి చేరి ఉండును. మాంట్మోరిల్లోనైట్ వర్గము (Al_2O_3. $2SiO_2$, $4H_2O$): ఇందు మాంట్మోరిల్లోనైట్, మాంట్రోనైట్, సపోనైట్ ప్రధానములు; ఇల్లైట్ వర్గము : అభ్రకముల వంటిది.

వి. కృ. మూ.

బంగారము : బంగారము మానవజాతి యొక్క ఆర్థిక, సాంస్కృతిక చరిత్రలో అతి ప్రధాన భూమిక నిర్వహించినది; నిర్వహించుచున్నది; నిర్వహింపనున్నది. శతాబ్దముల తరబడి అది సంపన్నతకు, స్తోమతకు, భద్రతకు చిహ్నముగా నిలిచినది. బంగారముతో పరిచయము లేని, బంగారపు విలువను గుర్తింపని ప్రాచీన నాగరకతలు లేవు. క్రీ. పూ. 3000 కు పూర్వమే అది ఈజిప్టులో వాంఛనీయమైన అపురూప వస్తువు. 'గోల్డెన్ ఫ్లీస్' అను గ్రీకుల ఇతిహాసమున అది అజరామరత్వమును సంతరించుకొనినది. చీనాలో మహాకుడ్య నిర్మాణమునకు పూర్వమే అది రాజవంశముల అభ్యుదయ పతనములకు కారణభూతము కాగలిగినది. భారతదేశమున ఋగ్వేదము, ధర్మసూత్రములు, పురాణములు, రామాయణము, మహాభారతము మున్నగు వాఙ్మయ ప్రపంచమున విస్తారముగా సువర్ణము మొదలగు నామములతో ప్రశంసింపబడినది.

విశిష్ట ధర్మములు : బంగారము నిగనిగలాడు కాంతి, మంచి పసుపుపచ్చ వన్నె కల ధాతువు. అది మిగుల బరువైనది; దానిని విశిష్ట గురుత్వము 15·6 మొదలు 19·3 వరకు మారును (మేలిమి బంగారమునకు 19·33). దాని సంకేతము *Au*, పరమాణ్వంకము 79, పరమాణు భారము 197.2. దాని లాక్షణికమైన పసుపు పచ్చని రంగు బహుగుణిత పరావర్తనమువలన నారింజ రంగుగను, ఎరుపు రంగుగను మారగలదు. బంగారములో వెండి అల్పరాశులలో చేరి ఉన్నను దాని పసుపు రంగులోని వన్నె తగ్గును. వెండి గనుక 30 - 40% వరకు ఉన్నచో దానికి విస్పష్టమైన లేత ఆకుపచ్చని ఛాయ అలవడును. రాగి మాత్రము దాని సహజవర్ణమును అధికీకరించును. బంగారము సరళఘన (క్యూబిక్) పద్ధతిలో స్ఫటికీకరించును. కాని, సలక్షణములైన స్ఫటికములు లభించుట చాల దుర్లభము. సామాన్యముగ అది గడ్డలుగ, పలుచని రేకులుగ, చదును గింజలుగ దొరుకును. అది పగులు చూపదు. మేలిమి బంగారము ధాతువులు అన్నిటికన్న అధికముగ నిడుపు తీగెగా లాగబడగలదు; పలుచని రేకులుగ సాగగొట్టబడగలదు. దానిని 0·00001 మి. మీ. సన్నమునకు సాగగొట్ట వచ్చును. ఒక గ్రాము బంగారమును 3 కి. మీ. పొడవు కల తీగెగా సాగగొట్టవచ్చును. ఇతర ధాతువుల సంపర్కము లేశముగా ఉన్నను దాని పై గుణములు రెండింటిలోను చాల వరకు తగ్గుదల కనిపించును. దాని కాఠిన్యము 2·5 నుండి 3 వరకు మారుచుండును. అది వెండికన్న మిక్కిలి మెత్తనిది; మెత్తదనములో జింకు, తగరముల మధ్య స్థానమును ఆక్రమించును. ఇటీవలి పరిశోధనల ప్రకారము దాని ద్రవాంకము 1063°C, క్వథనాంకము 2500°C. సాధారణ తాపక్రమములవద్ద దాని ఉష్ణవాహక గుణము స్వచ్ఛమైన వెండియొక్క ఉష్ణవాహక గుణములో 75% ఉండును. ధాతువులలో వెండి గరిష్ఠ ఉష్ణవాహక గుణము కలది. బంగారపు మధ్యమాన విశిష్టోష్ణత 0·03; దైర్ఘ్య వ్యాకోచన గుణకము 1°C కి. 0·000014.

బంగారము ఏ పరిస్థితులలోను గాలి, నీరు, నిప్పు వలన మారదు. అది హైడ్రోక్లోరిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో కరగదు. కాని, మూడుపాళ్లు సాంద్ర హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్, ఒకపాలు గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్ కలిసి ఏర్పడిన 'ఆక్వారెజియా' అనబడు మహా ద్రావకములో వేగముగ కరగును. అది వేడి సిలీనిక్ ఆసిడ్‌లో కూడ

కరగి గోల్డ్ సిలీకేట్ గా తయారగును. ఆల్కలీ సైనైడ్‌లు అత్యంత విలయనద్రావణములలో నైతము బంగారముతో ప్రతిక్రియించును. బంగారము, ఆక్సిజన్ ఏ పరిస్థితులలోను ప్రత్యక్షముగా సంయోగింపవు. కాబట్టి, దాని ఆక్సైడ్‌లను, హైడ్రాక్సైడ్‌లను పరోక్ష సాధనముల వలననే తయారుచేయవలయును. అధికోష్ణస్థితి యందు తప్ప ఫ్లోరిన్ బంగారముతో కలియదు. ఆరస్‌క్లోరైడ్ ($Au\ Cl$), ఆరిక్‌క్లోరైడ్ ($Au\ Cl_3$) అని ఇంతవరకు తెలియవచ్చిన గోల్డ్‌క్లోరైడ్‌లు రెండు కలవు. ఆరిక్‌క్లోరైడ్ ద్రావణమునకు స్టానస్‌క్లోరైడ్ ద్రావణమును చేర్చినచో 'పర్పుల్ ఆవ్ కాసియస్' అని పిలువబడు లేత ఊదారంగు కల అవక్షిప్తము లభించును.

ప్రకృతిలో బంగారము తరుచుగా వెండి, బెరిలియమ్, రాగి, ఇనుము, బిస్మత్తు, పాదరసము, పెల్లేడియమ్ అను మూలద్రవ్యములతో మిశ్రితమై ఉండును. వెండి తప్పని సరిగా కలసి ఉండును. బంగారము, వెండి కలిసి ఉన్న నాటు ధాతుమిశ్రములకు 'ఎలక్ట్రమ్‌లు' అని పేరు. బంగారము, పాదరసము కలసి ఉన్న ముడి ఖనిజమునకు 'అమాల్గమ్' అని పేరు. 'స్పాంజ్ - బంగారము' అనునది ఇంతవరకు తెలియవచ్చిన విశుద్ధతమమైన బంగారము. అది ఆస్ట్రేలియాలోని కాల్‌గూర్లీ వద్ద లభించును. అందులో బంగారము 90.91%, వెండి 0.09% ఉండును.

ఉనికి - వ్యాప్తి: బంగారము భూపృష్ఠమున విరివిగా వ్యాప్తిచెంది ఉన్నది. అది పలురకముల అగ్నిశిలలలో తరుచుగను - పంక, రూపాంతరశిలలలో కొంత అరుదుగను కనుగొనబడినది. సముద్ర జలములో అది ఒక ఘటకము. క్వార్ట్జ్ శిలాస్ఫటికముల మధ్య ఈనె(వెయిన్)ల రూపమునను, కొన్ని నదుల ఇసుకలోను, పలురకములగు ప్లాసర్ నిక్షేపములలోను అది చాల తరుచుగా పరిగణనీయ పరిమాణములో దొరకును. క్వార్ట్జ్‌లో అది తరుచుగా దారముల, పొరల, రేకుల రూపమున వాడి వరుస తప్పి విభక్తమై ఉండును లేదా సమీకృత స్ఫటికములైన గడ్డలుగ ఉండును.

భౌగోళికముగ బంగారపు ఉనికి: ప్రపంచమున అన్ని ఖండములలోను బంగారము ఆర్థికముగా ఉపయుక్తమగు మొత్తములలో లభించుచున్నది. అట్టి ప్రాంతములలో ప్రధానమైనవి దిగువ సంగ్రహముగ వివరింపబడును.

ఆఫ్రికా: యావత్ప్రపంచమున బంగారము లభించు ప్రాంతములలో ప్రధానతమమైనది ట్రాన్స్‌వాల్‌లోని విట్‌వాటర్స్‌రాండ్ మండలము. జోహాన్స్‌బర్గ్ సమీపమున 90 కి. మీ. పొడవున ఈ గనులు తూర్పునుండి పడమరకు విస్తరించి ఉన్నవి. ఇందు నిటారుగా చొచ్చుకొని ఉన్న క్వార్ట్జ్ శిలాపరంపరలలో చిన్నచిన్న మొత్తములలో బంగారము చెదురుమదురుగ కనిపించును. ఈ బంగారములో 10% వెండి, రాగి కలసి ఉండును. బంగారము చాల భాగము పైరిటీస్‌తో సమ్మిశ్రితమై ఉండును. బంగారమును శుద్ధిచేయునపుడు ఏటేట ప్లాటినమ్ కూడ అనుజ ధాతువుగ లభించును.

ఆసియా: సోవియట్ రష్యాలో స్మెరల్ పర్వతముల తూర్పు చరియలలో 800 కి. మీ. ప్రాంతమునను, కొన్ని ప్రధాన ప్లాసర్ నిక్షేపములందును బంగారము లభించును.

ఆస్ట్రేలియా & న్యూజీలండ్: న్యూసౌత్‌వేల్స్‌లోను, విక్టోరియా రాష్ట్రములోను ప్రపంచఖ్యాతిగాంచిన పెద్ద బంగారు గనులు కలవు. పశ్చిమ ఆస్ట్రేలియాలో కాల్‌గూర్లీ సమీపమున కల సువర్ణక్షేత్రము కూడ అటువంటిదే. న్యూజీలండ్‌లో హౌరాకీ ద్వీపకల్పమున గల ప్రధాన మండలములలో వైహీగని అతి సుప్రసిద్ధమైనది.

యూరపు: యూరపులో యూరల్ పర్వత బంగారు నిక్షేపములు దక్క మిగతవి అప్రధానములే.

కెనడా: యూకాన్ ప్రాంతములోని క్లోన్‌డైక్, బ్రిటిష్ కొలంబియాలోని అట్లిన్, కారిబో అనునవి మూడు ముఖ్య ప్లాసర్ మండలములు. కాని, బ్రిటిష్ కొలంబియాలో బంగారమును విశేషముగా ఉత్పత్తిచేయు ఈనెల నిక్షేపములే ప్రధానమైనవి. అందులో పార్కుపైన్, కిర్కలందు, హోమ్‌స్టాక్ బంగారపు నిక్షేపములు జగద్విఖ్యాతిగాంచినవి.

యునైటెడ్ స్టేట్స్: ఈ దేశమున ముఖ్యముగా పశ్చిమ రాష్ట్రములలో పర్వత పంక్తుల పొడవున బంగారము దొరకును. కాలిఫోర్నియా రాష్ట్రమునను, కొలరాడో రాష్ట్రమున పలుతావులను, అలాస్కాలోను ప్రపంచ ఖ్యాతిగాంచిన పసిడి నిక్షేపములు గలవు.

భారతదేశము: భారతదేశమున బంగారము విస్తృతముగా ఉన్నను ఉత్తర భారతదేశమున లభించు అనేక బంగారు నిక్షేపములు అప్రధానములే. దక్షిణమున మైసూరులో, ఆంధ్రప్రదేశ్, మహారాష్ట్రములలో ఉన్న నిక్షేపములు మాత్రము ముఖ్యమైనవి. ఇందు నిక్షేపములు అతి ప్రాచీనతమ రూపాంతర శిలలలో పొదుగబడి ఉన్నవి. వాటిలోని ముడి ఖనిజము అధిక తాపక్రమ పరిస్థితులలో నిక్షేపింపబడినదిగా కనిపించును. నీలివాక క్వార్ట్జ్‌లలో మంచి విలువ గల బంగారము ఉండును. తెల్లనివాటిలో సాధారణముగా దొరకదు. భారతదేశ

మున అతి ప్రాచీన కాలమున (బహుశా క్రీ. పూ. 100 నాడు) ఖని పరిశ్రమలోను, ధాతు సాధనలోను మంచి కౌశలము సంపాదించిన ఒకజాతి దక్షిణ భారతములోని బంగారపు క్షేత్రములను గాలించి, బంగారమును సాధించి ఉండిరనుటలో సందేహములేదు. ఏమాత్రము బంగారము గల రీఫ్ గాని, ఈనె గాని వారి దృష్టినుండి తప్పించుకొనలేక పోయినది. వారు బంగారముతోకూడిన శిలలను కాల్చి, చన్నీళ్లలో తడుపగా, శిలలు బ్రద్దలయి బంగారపు ముడి ఖనిజము విడివడి ఉండెడిదని తోచుచున్నది. తరువాత ఆ ఖనిజమును చితుకగొట్టి, నీటి సహాయమున బంగారమును సాంద్రీకరించుట జరిగి ఉండును.

మైసూరు రాష్ట్రములోని కోలారు బంగారుగనుల అభివృద్ధి వికాసముల చరిత్రయే భారతీయ బంగారపు పరిశ్రమ చరిత్ర అని చెప్పవచ్చును. ఈ ప్రాంతము శతాబ్దముల తరబడి బంగారము దొరుకు ప్రాంతముగా ప్రసిద్ధికెక్కినది. మొహెంజోదారో త్రవ్వకములలో బయటబడిన బంగారములో విశేషభాగము కోలారు బంగారమే అని చాలమంది చారిత్రకుల విశ్వాసము. ఇచటి గనులనుండి శాస్త్రీయ పద్ధతిలో బంగారమును సాధించు కృషి 1873 లోనే ప్రారంభమైనను 1886 నుండియే అది విజయవంతమయ్యెను.

ఈ గనులు ఉత్తర దక్షిణముగా 60 కి. మీ. మేర విస్తరించి, 3 – 6 కి. మీ. వెడల్పు గల పురాకాంబ్రియన్ కాలపు రూపాంతర శిలాగర్భితమైన క్షేత్రమున నెలకొని ఉన్నవి. ఇందు ఖనిజము ఒక రాతి పొర రూపమున భూమి మీది నుంచి, క్రిందకు చాల లోతువరకు విస్తరించి ఉన్నది. నందిద్రుగ్, ఓర్గమ్, చాంపియన్, మైసూరు అనునవి ప్రధాన గనులు. వాటిలో ఓర్గమ్ మొదటిది, 3,012 మీ. (9,876′) లోతునకు విస్తరించి ఉన్నది. ప్రస్తుతము నందిద్రుగ్ మాత్రమే విలువైనది.

రాయచూరు జిల్లాలోని హట్టీ గని మరియొక ప్రధాన గని. ప్రాచీన కాలమున ఇచట 195 మీ. (640′) లోతువరకు క్వార్ట్జ్ శిలలలో కల బంగారము అంతయు సాధింపబడినది. ఇటీవలనే తిరిగి ఈ గనినుండి నిక్షేప సేకరణకు ప్రారంభము జరిగినది. వైనాడ్‌లోను, మలబారులోను, చోటా నాగపూర్‌లోను కూడ బంగారముతో కూడిన ఈనెలు కలవని తెలియుచున్నది. అయితే, అవి ఆర్థికముగా ప్రయోజనకరములా అను విషయము రూఢిపడవలసి ఉన్నది.

పూర్వకాలమున బంగారము క్వార్ట్జ్ ఈనెలనుండి నేరుగా సేకరింపబడలేదు; నదీ లోయలలోను, పర్వత చరియలలోను నిక్షిప్తములైన ఇసుకనుండి, కంకరనుండి సాధింపబడుచుండెడిది. ఇట్టి నిక్షేపములకు ప్లాసర్ నిక్షేపములు అని వ్యవహారము. వాటిపై నీరు పారింపగా తేలిక ఇసుక, కంకర కణములు, ఇతర వస్తువులు నీటితో కొట్టుకొనిపోయి, ఉన్నత విశిష్ట గురుత్వము కల బంగారపు కణములు నిలిచి ఉండెడివి. ప్రస్తుతము బంగారము సేకరణకు ప్లాసర్ నిక్షేపములపై ఆధారపడుట విరమింపబడినది; పూర్తిగా శిలలనుండియే సాధింపబడుచున్నది.

ధాతు సాధన : గనినుండి త్రవ్విన ముడిఖనిజమును భూమి మీదికి చేర్చి, నలగగొట్టు కేంద్రమునకు పంపుదురు. ఇచట దానిని ఇనుప జల్లెడలలో జల్లించి సూక్ష్మకణరూపమున ఉన్న భాగమును వేరుపరతురు. మిగిలిన ముతక కణములనుండి పనికిరాని శిలలను ఏరి తీసివేసి, అవశిష్టమును దౌడల వంటి నలగగొట్టు యంత్రములలో బాగుగా చితుకగొట్టుదురు. ఈ విధముగ లభించిన గుజ్జును కంబళులు కప్పిన బల్లలపై పారనిత్తురు. విడిగా ఉండు బంగారపు కణములు కంబళులలో చిక్కుకొని ఉండును; వాటిని గంటకు ఒకసారి కడగి, సంగ్రహింతురు. గుజ్జులోని ముతక భాగమును చివరకు గొట్టపు మిల్లులలో నలగగొట్టి, తిరిగి కంబళుల మీదుగా పంపుదురు. ఇటుల ముడి ఖనిజములోని బంగారములో 75% సాంద్రీకరింపబడి నిలిచిపోవును. మిగత దానికి గాలిచే ఎత్తబడు శంకువులలో సైనైడ్ ద్రావకమును చేర్చి కలియబెట్టగా బంగారము ఆ ద్రావణములో కరగును. 12 గంటలసేపు కలియబెట్టుట సాగించి, తరువాత బంగారముతో కూడిన ద్రావణమును వడపోసి, ఇసుక మొదలయిన అవశిష్టములను తొలగింతురు. ఈ స్వచ్ఛద్రావణమును ధాతుసాధన పేటికలలో ఉంచబడిన జింకు తునకలపై పారింపగా బంగారము నల్లని బురద రూపమున అవక్షేపింపబడును. ఈ అవక్షేపమును కాల్చి, ఫ్లక్సులను చేర్చి కొలిమిలలో కరగించి బంగారమును కడ్డీల రూపమున పోయుదురు [చూ. పు. 320; సం. 2, పు. 500].

విశ్వనాథ్.

బస్సు : చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు - పు. 197.

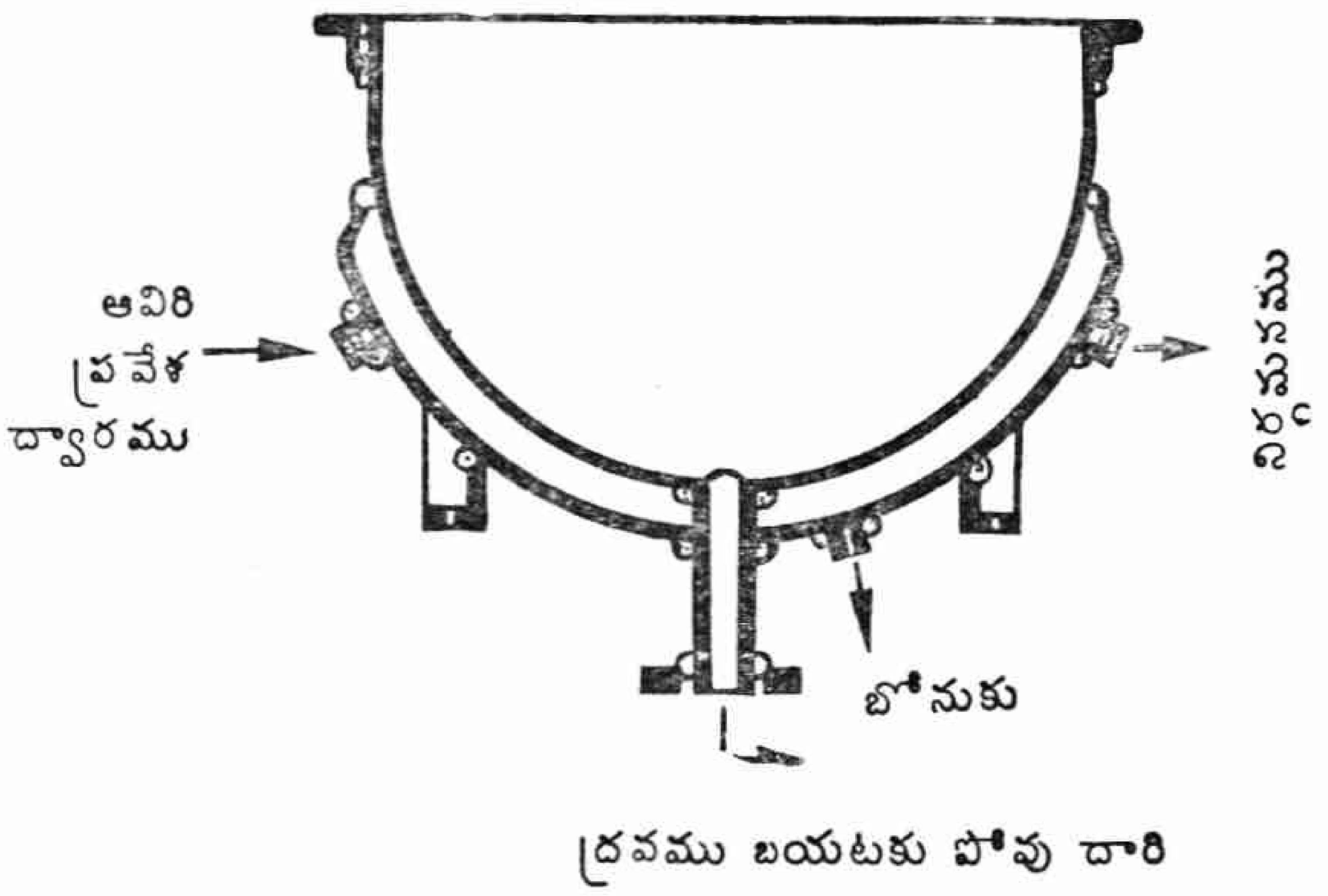
బాంబులు : చూ. అటంబాంబు - పు. 196

బాష్పీకరణము (ఇవాపొరేషన్) : ఇది ఒక ప్రమాణ కార్యము (యూనిట్ ఆపరేషన్). ద్రవస్థితినుంచి బాష్పస్థితిలోనికి మార్చుటను ' బాష్పీకరణము ' అందురు. అయినను జలద్రావణమునుండి నీటిని ఇగిరింప జేయుటకే ఈ పదమును తరచుగావాడుదురు. ఉదా : విలీన కాస్టిక్ ద్రవముల సాంద్రీకరణము [చూ. పు - 296]. బాష్పమును తిరిగి ద్రవీకరించి వాహకలోనికి తెచ్చు పద్ధతిని స్వేదనము

(డిస్టిలేషన్) లేదా 'బట్టీ పద్ధతి' అని అందురు. ఉదా: ఆల్కహాల్ - నీరు మిశ్రమును వేరు చేయుట.

కర్పూరము, నాఫ్తలీన్, ఉండలు, అయిడీన్ వంటి ఘనపదార్థములు ద్రవాంకమున కన్న చాల తక్కువ తాపక్రమములో కూడ ఉత్పతనమునకు లోనై అవలీలగా ఆవిరియై హరించిపోవుట అందరు ఎరిగినదే. అలాగనే ద్రవములు అన్ని తాపక్రమముల వద్ద బాష్పీకరణము వలన ఇగిరిపోవును. తాపక్రమము హెచ్చినకొలది బాష్పీకరణపు రేటు కూడ హెచ్చును. తాపక్రమము క్వథనాంకము వద్ద ద్రవపదార్థపు లోపలి భాగమునందంతయు కూడ 'స్వేచ్ఛా బాష్పీకరణము' జరుగును. బాష్పీకరణము రేటు 1. స్వేచ్ఛాతల విస్తీర్ణము మీదను; 2. ద్రవ ఉపరితలమునుండి బాష్పమును దూరముచేయు సౌకర్యము మీదను; 3. వాతావరణ, వాయు ప్రేషమునకు, బాష్ప ప్రేషమునకు మధ్య కల వ్యత్యాసము మీదను ఆధారపడి ఉండును. ఒకే ద్రవము - బాష్పము సమతా స్థితిలో ఉన్నప్పుడు ఉండు బాష్పప్రేషము తాపక్రమముతో హెచ్చుచు క్వథనాంకమువద్ద వాయుప్రేషముతో సమానము అగును. గాలివంటి ఇతర వాయువులు ఉండుటవలన బాష్పప్రేష అంకము మారదు గాని సమతల స్థితిని పొందు కాలము హెచ్చగును.

బాష్పీకరణ కార్యములో ఉష్ణము చాల పెద్ద మొత్తములలో (బాష్పీకరణ గుప్తోష్ణతవలన) లీనమగును. అందువలన మిగిలిన ద్రవము, దాని పరిసరములు తరుచుగ కొంతవరకు, అప్పుడప్పుడు అతిమాత్రముగ చల్లబడుట కద్దు. ఒక పాత్రలో నీరు పోసి, దానిని ఒక గాలి పంపు సంగ్రాహకము (రిసీవర్) క్రింద ఉంచి, ఆవిరిని విలీనము చేసికొనుటకు కొద్దిగా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను కూడ ఉంచినచో, సంగ్రాహకమును అతివేగముగ ఖాళీ చేయించి, నీటిని గడ్డకట్టించవచ్చును. ఇటులనే జంతువు లేదా వృక్షము యొక్క కణజాలము (టిస్యూ) పై ఎతిల్ క్లోరైడ్ జల్లును కురిపించినచో ఎతిల్ క్లోరైడ్ అతి వేగముగ ఇగిరిపోయి కణజాలముగడ్డకట్టును. చిన్నతరహా శస్త్రచికిత్సలో స్థానికముగ మత్తును కలిగించుటకు ఈ ప్రక్రియను వినియోగింతురు.



చిత్రము - 1

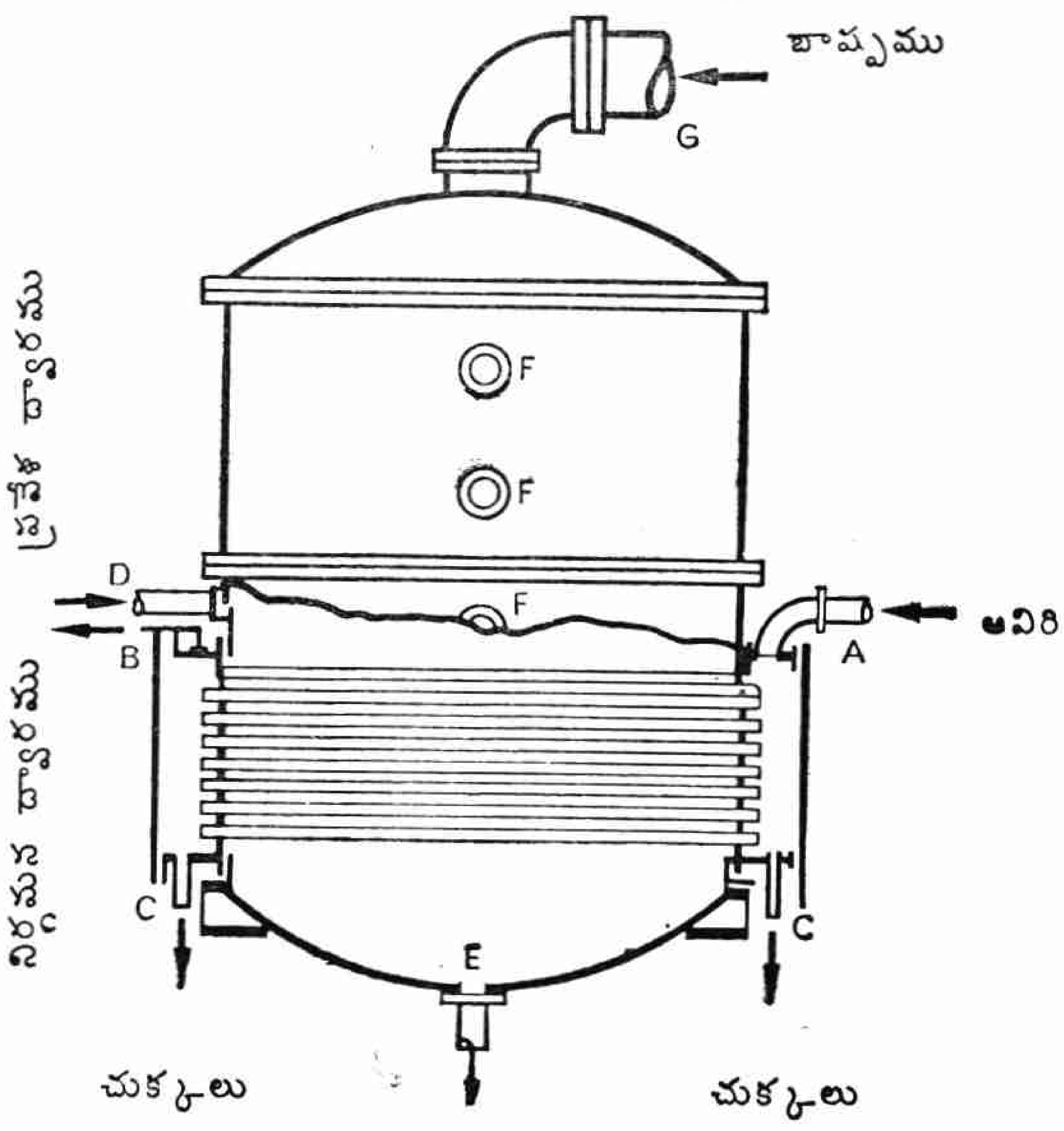
తొడుగు వేసిన బాష్పీకరణి

బాష్పీకరణమును విభిన్న పరిస్థితులలో జరుపవలసి వచ్చును. ఇగిరింపవలసిన ద్రవము నీటి కన్న తక్కువ చిక్కగా ఉండవచ్చును లేదా ప్రవహింప వీలుకానంత ఎక్కువ చిక్కగ (బెల్లపు పాకమువలె) ఉండవచ్చును; తప్తతలముపై పెచ్చులు కట్టించవచ్చును; స్ఫటికములను అవక్షేపించవచ్చును లేదా నురుగు కట్టునదిగా ఉండవచ్చును; అత్యున్నతమగు క్వథనాంకోన్నతి కలది కావచ్చును; అత్యున్నత తాపక్రమమువలన చెడిపోవును. ఇటుల విస్తృత వైవిధ్యము కల సమస్యా స్థితిగతులను బట్టి, వివిధ పరిశ్రమలలోని రివాజులను బట్టి, ప్రాయోగిక సౌలభ్యములను బట్టి పలు రకముల బాష్పీకరణు (ఇవాపొరేటర్) లు రూపకల్పన చెంది, రాసాయనిక పరిశ్రమలలో సమయానుకూలముగ వినియోగ్యములు అగుచున్నవి.

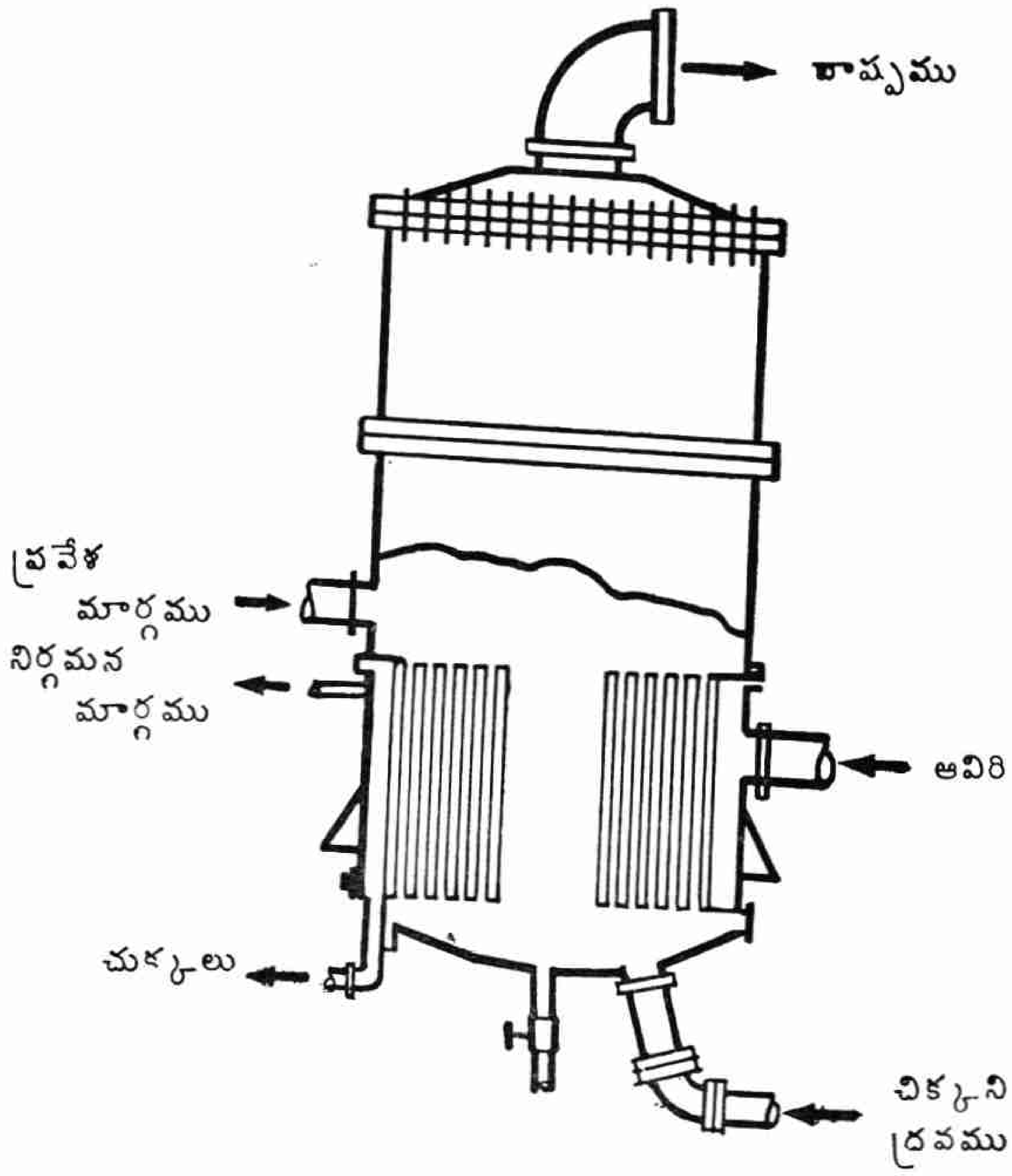
బాష్పీకరణులలోని రకములు : బాష్పీకరణులను క్రింది విధముగ వింగడింపవచ్చును : 1. అగ్ని (నిప్పు) చే సూటిగా వేడి చేయబడునవి ; 2. తొడుగులు, జంటగోడలు మొదలగు ఆవరణలలో ఆవిరిచే వేడి చేయబడునవి ; 3. నాళాకారపు తలములతో ఆవిరిచే వేడి చేయబడునవి. ద్రావణముల ప్రసార ప్రక్రియను బట్టి సహజ ప్రసరణ బాష్పీకరణులు, నిర్బంధ ప్రసరణ బాష్పీకరణులు అని కూడ రెండు వర్గములు కలవు. సరళతర బాష్పీకరణమునకు బహుగుణ బాష్పీకరణములలో సహజ ప్రసరణ రూపకల్పన వినియోగింపబడును. బహు చిక్కని ద్రవములకును, లవణములు అవక్షేపించు చోటను, వేడితలముపై పెచ్చులు కట్టించు చోటను నిర్బంధ ప్రసరణ పరికరములు ఆవశ్యకము. సహజ ప్రసరణ బాష్పీకరణులలో అడ్డు గొట్టపు రకము; కాలెండ్రియాతో నిలువు గొట్టపు రకము; బాస్కెట్ గొట్టపు నిలువు రకము; పొడవుపాటి నిలువు గొట్టపు రకము అని నాలుగు ఉపకరణములు కలవు.

అగ్నిచే సూటిగా వేడి చేయబడు బాష్పీకరణులు : వీటిలో ప్రధాన రకము ఆవిరిబాయిలర్ [చూ. పు. 218]. ఆవిరి బాయిలర్ ఇంధనశక్తిని బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత (లేటెంట్ హీట్ ఆఫ్ వేపరైజేషన్] గా మార్చును.

తొడుగు వేసిన బాష్పీకరణి: ద్రవములను లఘు స్థాయిలో ఇగిరించుటకు సాధారణముగ తొడుగువేసిన పాత్రలను వాడుదురు. ఈ పాత్రలను తరుచుగా పోత ఇనుముతో తయారుచేయుదురు. కాని, ఆహారములను, ఔషధములను, కొన్ని రాసాయనికములను ఉత్పత్తి చేయు పరిశ్రమలలో అల్యూమినియము, రాగి, స్టెయిన్ లెస్ స్టీలు, ఎనామిల్ పాత్రలు వాడబడును. నమూనా ప్రాయమైన అట్టి పాత్రను 601 పుటలోని చిత్రము-1 లో చూడవచ్చు. పాత్రకు క్రింద వేసిన తొడుగును చిన్న సైజు ఏకాండపు ధాతు రేకుతో గాని, చిన్న సైజు రేకులను అతికిగాని నిర్మింతురు. తొడుగును టంకము వేసి పాత్రకు అతుకుదురు. తొడుగుకు పై భాగమున ఒక ప్రక్కనుండి ఆవిరి లోనికి ప్రవేశించుటకు, రెండవ ప్రక్కనుండి ద్రవీకృతములు కాని వాయువులు నిర్గమించుటకు ద్వారములు ఏర్పాటు చేయబడును. తొడుగు అడుగు భాగమున రెండు గొట్టములు ఉండును. ఒకదానినుండి చిక్కబడిన ద్రవము తీయబడును; రెండవ దానినుండి తొడుగు లోని ఆవిరి నుంచి వచ్చిన ద్రవము తొలగింపబడును. ఈ పాత్రలలో ఉష్ణతావినిమయము ఒక చదరపు మీటరు తలమునకు ఒక డిగ్రీ ఉష్ణతాప్రకమపు భేదమునకు గంటకు 250-1500 కిలో కేలోరీల రేటున జరుగును (రేటు : 250 - 1500 కి. కే./మీ^{2}/°C). ఈ రేటు ఇగుర వలసిన ద్రావణము యొక్క స్నిగ్ధతను బట్టి, ద్రావణమును కలియబెట్టుటను బట్టి, పాత్ర ఏ ద్రవ్యముతో నిర్మింపబడి



చిత్రము - 2 : అడ్డుగొట్టపు బాష్పీకరణులు



చిత్రము - 3 : కాలెండ్రియా రకపు బాష్పీకరణి

నదో ఆ ద్రవ్యపు స్వభావమును బట్టి మారుచుండును [చూ. ఉష్ణతా వినిమయము - పు 252].

అడ్డుగొట్టపు బాష్పీకరణులు: ప్రాచీనతమమైన పరికరము చిత్రము - 2 లో చూపబడినది. గొట్టములలోని ఆవిరిని వాడు రాసాయనిక బాష్పీకరణులలో విశిష్టపరికరము ఇది ఒక్కటే. ఈ పరికరము యొక్క ముఖ్య సుగుణములు ఏమనగా - 1 దీనికి కావలసిన శీర్షస్థలము (హెడ్ రూమ్) సాపేక్షముగ తక్కువ; 2 గొట్టములను కట్టగా ఏర్పరచవచ్చును; 3. నీటి ఆవిరితో కలిసివచ్చిన గాలి ప్రోగై ఉపయుక్త స్థలమును ఆవరింపదు. చిక్కగా ఉండని ద్రావణములకు, పెచ్చులు లేదా స్ఫటికములను నిక్షేపింపని ద్రవములకు, ఈ బాష్పీకరణి అత్యుత్తముగా ఉపకరించును. దీనిలో ఒక యూనిట్ తాపన తలమునకు అగు ప్రారంభ ఖర్చు ఇతర రకముల ఖర్చుల కన్న తక్కువ.

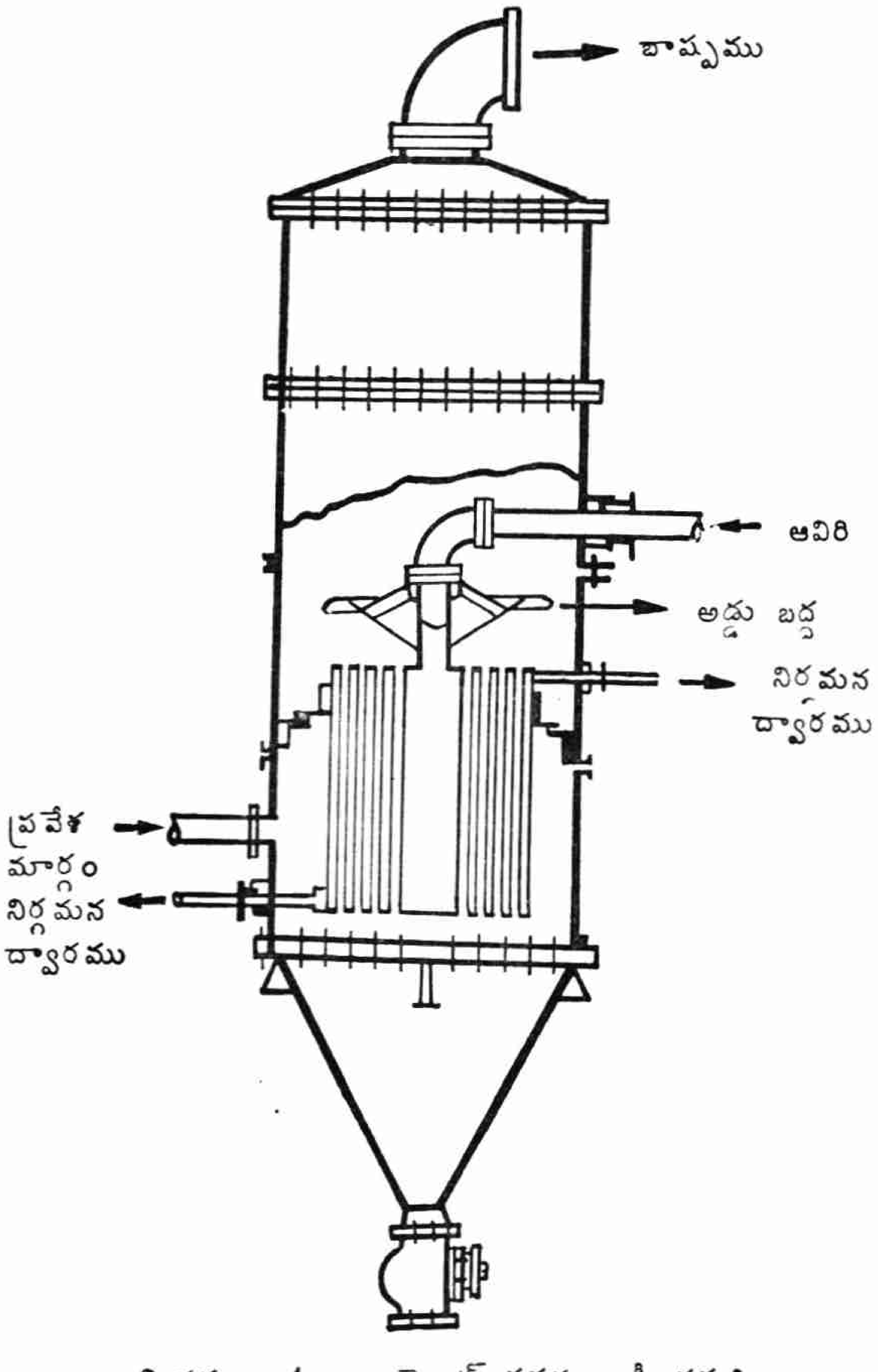
కాలెండ్రియా రకపు బాష్పీకరణి: దీని నమూనా చిత్రము - 3 లో చూపబడినది. ఇందు రెండు మీటరులకు తక్కువ నిలువు గొట్టముల కట్టలు రెండు దళసరి రేకుల మధ్య అమర్చబడి ఉండును. ఈ గొట్టములకు వెలుపల, కాలెండ్రియాకు లోపలగా ఆవిరి ప్రసరించును. మధ్య స్థలమున అమర్చబడిన వర్తులమైన పెద్ద గొట్టము ద్వారా ద్రవము (కొద్దిగా చల్లారినది) గొట్టము అడుగు భాగమునకు ప్రవహించును. ఈ గొట్టము యొక్క అడ్డుకోత వైశాల్యము మొత్తపు చిన్న గొట్టముల అడ్డుకోత

వైశాల్యములో తరచుగా 75 - 150% వరకు ఉండును. కాలెండ్రియా బాష్పీకరణులు సర్వసాధారణముగా వాడబడి, ప్రామాణిక బాష్పీకరణులు అను ప్రసిద్ధి పొందినవి. గొట్టముల వ్యాసము 20 - 60 మి. మీ. వరకు, పొడవు 1 - 2 మీ. వరకు ఉండును. అయితే, 50 మి. మీ. వ్యాసము, 1 - 5 మీ. పొడవు కల గొట్టములే ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్నవి.

బాస్కెట్ రకపు బాష్పీకరణి: దీని నమూనా చిత్రము-4 లో చూపబడినది. ఇందు ద్రవము గొట్టములలోను, నీటి ఆవిరి గొట్టపు వెలుపలను ఉండును. క్రిందికి తీసికొనిపోవు గొట్టము రింగు వలయాకారమున ఉండును. పరికరము అడుగు భాగము మరమ్మత్తులకు విడదీయ వీలయినదిగా శంకు ఆకారమున ఉండును. ప్రసరణమును మెరుగు పరచుటకు ఒక ప్రొపెల్లరును కూడ ఏర్పాటు చేయవచ్చును.

బాస్కెట్ రకపు బాష్పీకరణి యొక్క ప్రముఖ లక్షణము ఏమనగా ద్రవము చిమ్ముటమును తగ్గించుటకు ఒక విచాలకము(డిఫ్లెక్టర్)ను సుళువుగ అమర్చవచ్చును. నిడుపు గొట్టపు బాష్పీకరణిలో ద్రవము ఉద్ధోలముగా మరుగును; బాష్పముతో ద్రవము నష్టమగును. బాష్పీకరణిలో ద్రవము తక్కువ మట్టములో ఉన్నప్పుడు ఉద్ధోలము మరింత హెచ్చును. చిత్రము - 4 లో చూపిన ప్రకారము ఒక అడ్డుబద్ద (బాఫిల్) ను అమర్చి ద్రవము చిమ్ముటవలన కలుగు నష్టములను చాలవరకు నివారించ వచ్చును. ప్రమాణ పరికరములో కన్న బాఫిల్ పరికరములో ఆ సాధనమును అమర్చుట తేలిక. ఇక ఈ రెండు రకముల మధ్య గల వ్యత్యాసములు చాలవరకు నిర్మాణమునకు సంబంధించినవే.

నిడుపు గొట్టపు బాష్పీకరణి: ఇది 604 పుటలోని చిత్రము-5 లో చూపబడినది. ఇందు ద్రవము నిడుపైన గొట్టములలో వేడి చేయబడును. వీటిగుండా ద్రవము సహజ ప్రసరణము ద్వారా ఒక్కసారి మాత్రమే ప్రసరించును. గొట్టముల వ్యాసము 30-60 మి. మీ ; పొడవు 3 - 6 మీ. ఉండును. ద్రవమట్టము అడుగు రేకునుండి 0.5 - 1 మీ. వరకు ఉంచబడును. నీటి ఆవిరి, ద్రవము వీటి మిశ్రమము గొట్టము పై భాగమునుండి వెలువడి అత్యధిక వేగముతో విచాలకమును తాకును. విచాలకము ద్రవమును దిగువగా బాష్పశీర్షము యొక్క అధోభాగమునకు త్రోయును; అచ్చట నుండి వెలుపలికి పోవును. ఈ పరికరమందు ద్రవమును క్రిందికి కొనిపోవు గొట్టము ఉండదు. ద్రవము పరికరముగుండా ఒకేసారి ప్రసరించును. నురుగు కట్టు ద్రవములను బాష్పీకరించుటకు ఈ బాష్పీకరణి ఉత్తమమైనది.



చిత్రము - 4: బాస్కెట్ రకపు బాష్పీకరణి

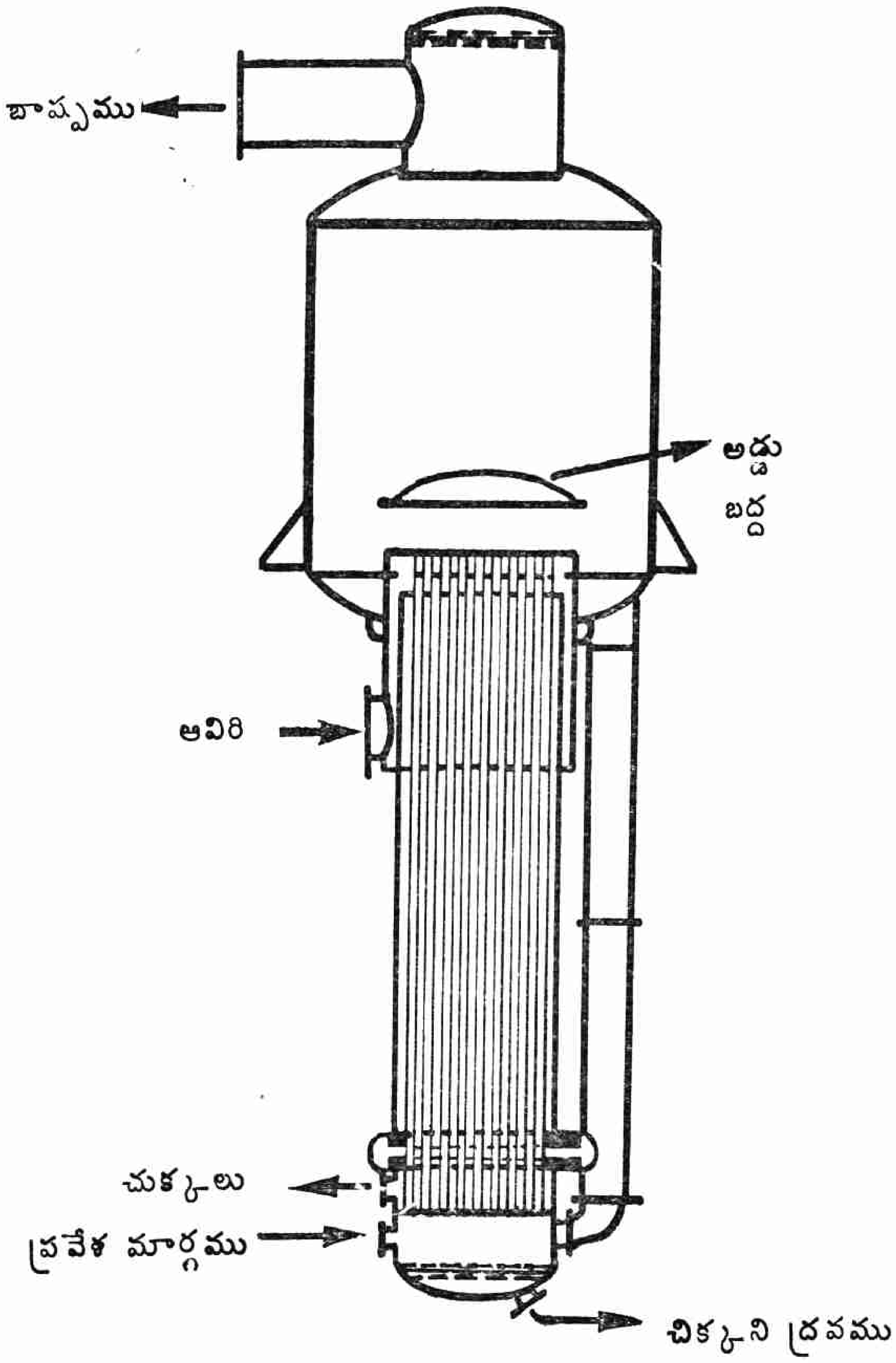
నిర్బంధ ప్రసరణ బాష్పీకరణులు: వీటిని అనేక రకముల ఏర్పాటులతో నిర్మింతురు. ఈ పరికరములలో బాష్పీకరణము జరుగు పాత్రకు, తాపకమునకు మధ్య ఒక ప్రసారక పంపు ఏర్పాటు చేయబడును. ఈ పంపు బాష్పీకరణము జరుగు పాత్రనుండి ద్రవమును తాపకము గుండా పంపు చేసి, తరువాత ఆ ద్రవమును స్పర్శరేఖా కృతి కల ఆదాన మార్గము గుండా మరల మొదటి పాత్రకే పంపించును. సహజ ప్రసరణ పరికరముల వలె కాక, ప్రసరణ పరికరముల వాడకమునకు వ్యయము ఎక్కువ అయినను, చక్కగా ప్రవహింపక, పెచ్చు కట్టుచు అతిగా నురుగువేయునట్టి, ఉష్ణధర్మములు గడ్డుగా కల చిక్కని ద్రావణముల సాంద్రీకరణమునకు అవి అనివార్యములు.

బహుగుణ ఫలిత బాష్పీకరణులు: పరిశ్రమలలో పెద్ద ఎత్తున జరుగు సాంద్రీకరణములలో బహుగుణ ఫలిత బాష్పీకరణమును చేపట్టుదురు. ఒకే ఫలితము కల బాష్పీకరణములో కంటె ఇందులో ఆవిరి వ్యయము ఆదా

అగును. 605 వ పుటలోని చిత్రము - 6 లో మూడు బాష్పీకరణులు సంధింపబడి ఒక బహుగుణ ఫలిత పరికరముగా ఏర్పడినవి. దీనిలోని సాధారణ సూత్రము ఏమనగా ఒక బాష్పీకరణి నుండి నిర్గమించు ఆవిరి తరువాతి బాష్పీకరణిలో తాపకముగా పనిచేయును. ఇందుకు అనువుగా ఆ పరికరములు సంధింపబడును.

మొదటి ఫలితపు బాష్పీకరణిలో బయటనుండి ఆవిరి ప్రవేశపెట్టబడును. చివరి ఫలితపు పరికరములో అత్యున్నత నిర్వాతస్థితి నెలకొల్పబడును. మొదటి బాష్పీకరణినుండి నిర్గమించు ఆవిరి తన వేడిని రెండవ బాష్పీకరణిలోని ద్రవమునకు సంక్రమింపజేసి, నీరుగా మార్చును. ఇటులనే రెండవదానినుండి మూడవదానిలోనికి ఆవిరి ప్రసరించుట, ద్రవమును వేడిచేయుట జరుగును. పలుచని ద్రావణము మొదటి పరికరములోనికి, దానినుండి రెండవదానిలోనికి, తదుపరి మూడవదానిలోనికి అవిచ్ఛిన్నముగా ప్రసరింపజేయబడును. చిక్కబడిన ద్రావణము మూడవ పరికరము నుండి అవిచ్ఛిన్నముగ సంగ్రహింపబడును.

బహుగుణ ఫలిత బాష్పీకరణులవలన లాభము: ఒక కిలోగ్రాము నీటిని ఆవిరిగా మార్చుటకు అవసరమగు గుప్తోష్ణత ఒక కిలోగ్రాము నీటి ఆవిరిని సాంద్రీకరించునపుడు విడుదలయగు గుప్తోష్ణతకు దాదాపు సమానము. కాబట్టి, మొదటి ఫలితములో ఆవిరిగా మార్చబడి రెండవ ఫలితములో తాపనతలముపై సాంద్రీకరింపబడిన ప్రతి కిలోగ్రాము నీటికిని, ఇటులనే రెండవ ఫలితములో ఆవిరిగా మార్చబడిన ప్రతి కిలోగ్రాము నీటికిని మూడవ ఫలితములో దాదాపు ఒక్కొక్క కిలోగ్రాము నీరు ఏర్పడును. అందువలన N - ఫలితపు బాష్పీకరణిలో సప్లయిచేసిన ఒక కిలోగ్రాము ఆవిరికి దాదాపు N - కిలోగ్రాముల నీరు ఉండును.



చిత్రము - 5: నిడుపు గొట్టపు బాష్పీకరణి

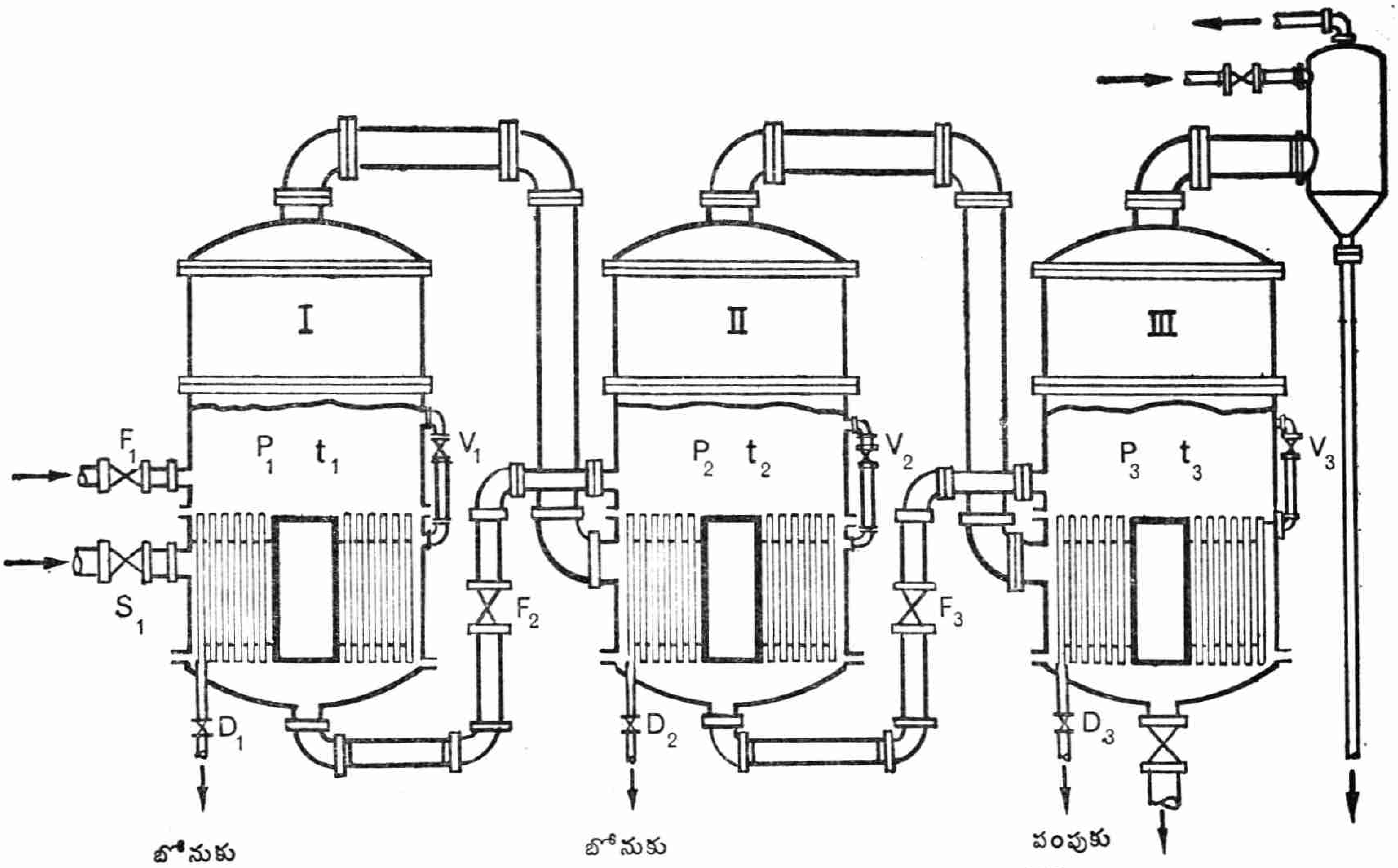
బహుగుణ ఫలిత బాష్పీకరణివలన ఆవిరి వాడకమును పొదుపు చేయగలుగుట నిజమే అయినను కొన్ని పరిహారక నష్టములుకూడ లేకపోలేదు. కె. సు. రా.

బున్‌సెన్, రాబర్ట్ విల్‌హెల్మ్ (1811 - 1899): జర్మనీ రాసాయనిక శాస్త్రవేత్త, గాటింగన్ యూనివర్సిటీలోని ఒక ఆచార్యుని కుమారుడు. గాటింగన్ పాఠశాలలోను, యూనివర్సిటీలోను విద్యాభ్యాసము చేసి, డాక్టరేటు పట్టాను పొంది, ఈయన వరుసగా కాసెల్, మార్‌బర్గ్, బ్రెస్లా యూనివర్సిటీలలోను, తదుపరి హైడెల్‌బర్గ్ యూనివర్సిటీలోను (1852 - 1899) రాసాయనికశాస్త్ర ఆచార్య పదవిని నిర్వహించెను. బ్రెస్లాలో ఈయనకు కిర్కాఫ్ [చూ. సం. 2 - పు. 288) తో మైత్రీబంధము కుదిరినది. ఈయన ప్రోద్బలముపై కిర్కాఫ్ గాటింగన్ యూనివర్సిటీలో భౌతికశాస్త్ర ఆచార్యుడుగా నియమితుడగుటతో, ఇరువురును సంయుక్తముగ కృషిచేసి, కొన్ని ముఖ్య ఆవిష్కరణలు కావించిరి. ఈయన ఆజన్మ బ్రహ్మచారి; శాస్త్ర పరిశోధనయే ఏకైక ధ్యేయముగ యావజ్జీవితము కడపెను.

కిర్కాఫ్ సహాయముతో బున్‌సెన్ వర్ణమాలాదర్శని నిర్మించి, రాసాయనిక విశ్లేషణ కళను పెంపొందించెను; వర్ణమాలా విశ్లేషణ పద్ధతిని వినియోగించి సీజియమ్, రుబిడియమ్ అను క్షారధాతువుల ఉనికిని ఆవిష్కరించెను [చూ. సం. 2 - పు. 41]. నేడు సర్వత్ర పరిశోధనాగారములలో వాడుకలో ఉన్న బున్‌సెన్ దీపమును [చూ. సం. 2 - పు. 593] ఈయనయే నిర్మించెను. ఈయన ఉల్లి పాషాణ యౌగికములలో కొన్నింటికి కాకొడిల్ అను గణము సామాన్యము అని చూపించి, కార్బన్‌శాస్త్రములో గణ సిద్ధాంతమును బలపరచెను [చూ. సం. 2 - పు. 101]. ఇతని ఇతర నిర్మాణములలో బున్‌సెన్ సెల్ అని వ్యవహరింప

బడుచున్న కార్బన్ - జింక్ ఎలక్ట్రిక్ సెల్ (1841), మంచు కేలోరీ మీటరు (1870), ఆవిరి కేలోరీ మీటరు (1887), ఫిల్టర్ పంపు (1888) గణనీయములు. జర్మనీలోని బట్టీ (కొలిమి) లలో ఇంధనము వలన ఉత్పత్తియగు ఉష్ణములో రమారమి సగపాలు వ్యర్థవాయువుల ద్వారా పైకి పోవుచున్నదని నిరూపించి, తత్పరిశోధనా ఫలితముగ వాయురూప ద్రవ్యముల ఆయతనములను కనుగొనుటకు పద్ధతులు రూపొందించి, వాటిపై ఇతడు ఒక గ్రంథమును కూడ వ్రాసెను.

అ. వెం.



చిత్రము - 6 బహుగుణ ఫలిత బాష్పీకరణులు [చూ. పు. 604]

F_1, F_2, F_3 ద్రవ ప్రవేశ కవాటములు; D_1, D_2, D_3 సాంద్రీకారక కవాటములు; S_1 ఆవిరి కవాటము; T చిక్కని ద్రవ కవాటము; V_1, V_2, V_3 నిర్గమన కవాటములు; P_0, P_1, P_2, P_3 ప్రేషములు; T_0, T_1, T_2, T_3 తాపక్రమము.

భాక్రా - నంగల్ డాము : భారత దేశములో వాయవ్య ప్రాంతమున అత్యధిక ప్రాంతమునకు పంట నీటి సదుపాయమును, విద్యుత్తు ఉత్పత్తికి నూతనాధారమును సమకూర్చుటకు భాక్రా - నంగల్ ప్రణాళిక రూపొందింపబడినది. హర్యానాలోని హిస్సార్ వంటి ఆగ్నేయజిల్లాలతోను, వాటిని ఆనుకొని ఉన్న రాజస్తాన్ భూభాగముతోను కూడిన ఈ విశాల ప్రాంతమున చాల ఏండ్లనుండి వర్షాభావమువలన తరుచుగా వినాశకర క్షామపరిస్థితులు దాపురించుచున్నవి.

భాక్రావద్ద సట్లైజ్ నదిపై (పంజాబు) కాంక్రీటుతో గ్రావిటీ డామును నిర్మించుటకు ఒక ప్రాజెక్టు నివేదిక 1919 లోనే తయారు చేయబడినప్పటికి, 1945 వరకు ఆ పథకమును అమలుపరచుటకు ఎట్టి చర్యయు గైకొనబడలేదు. తరువాత అది సవివర పరీక్షల ఫలితముగా పునర్వ్యవస్థీకరింపబడి, ఆధునిక అవసరముల దృష్ట్యా సట్లైజ్ నదీజలములను గరిష్ఠ వినియోగమునకు తెచ్చుటకు క్రింది నిర్మాణములు చేర్చబడినవి. 1. భాక్రాడాము; 2. నంగల్ డాము; 3. నంగల్ హైడెల్ కాలువ; 4. నంగల్ హైడెల్ కాలువ వద్ద గంగూవాల్, కోట్లా జల విద్యుత్తు కేంద్రములు; 5. భాక్రా ఎడమకాలువ గట్టు జలవిద్యుత్తు కేంద్రము; 6. భాక్రా కుడిగట్టు జలవిద్యుత్తు కేంద్రము - ఇందు ఇంకను నాలుగు యూనిట్లు నెలకొల్పబడవలయును (1969); 7. భాక్రా కాలువల వ్యవస్థ; 8. భాక్రా - నంగల్ విద్యుత్తు ప్రసారణ, పంపిణీ వ్యవస్థ.

భాక్రాడాము, జలవిద్యుత్తు కేంద్రములును సింధునది ఉపనదులలోకెల్ల పెద్దదైన సట్లైజ్ నదిమీద రూపార్ కు 64 కి. మీ. ఎగువగా రెండు కొండల మధ్య ఒక ఇరుకు ప్రదేశమున నిర్మింపబడినవి. డాము కాంక్రీటుతో నిర్మింపబడిన గ్రావిటీరకపు తిన్నని డాము. ఇది దిగువ పునాదితో సహా 222 మీ. ఎత్తు, పై భాగమున 517 మీ. పొడవు కలిగి రెండు కొండలను కలుపుచున్నది. భారతదేశమున

నిర్మింపబడిన డాములలోకెల్ల ఇదియే ఎక్కువ ఎత్తయి నది. దీనివద్ద ఏర్పడిన జలాశయమున 99,000 లక్షల ఘ. మీ. (80 లక్షల ఎకరపు టడుగుల) నీరు అరికట్టబడి నిల్వ చేయ బడును; అందుండి ఏడాదికి 70,000 లక్షల ఘ. మీ. (63 లక్షల ఎకరపు టడుగుల) నీరు సాగుబడికి లభించును. డాముకు ఎగువన ఏర్పడిన ఈ జలాశయమునకు 'గోవిందసాగరు' అని పేరు. ఇది 1690 మీ. ఎత్తున దాదాపు 168 చ. కి. మీ. ప్రాంతమున విస్తరించి ఉన్నది. డాముకు దిగువన చెరియొక గట్టున రీ ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటుతో నిర్మింపబడిన పెక్కు అంతస్తులు కల భారీ విద్యుత్తు కేంద్రములలో విద్యుత్తు జనిత్రములు నెలకొల్పబడినవి. ఎడమ కేంద్రములో ఒక్కొక్కటి 90,000 కి. వా. ఉత్పాదింప గల 5 ఏ. సి. జనిత్రములు, ఒక్కొక్కటి 1,20,000 కి. వా. సామర్థ్యము గల నాలుగు యూనిట్లు ఉండును. వీటిలో మొదటి యూనిటు ఇటీవలనే పనిచేయ ప్రారంభించినది. బియాస్ - సట్లెజ్ కాలువ, పండాడాము పూర్తి చేయబడిన పిదప కుడి కేంద్రమున 1,20,000 కి. వా. సామర్థ్యము కల మరి యొక జనిత్రము స్థాపింపబడును.

భాక్రా డాముకు దాదాపు 13 కి. మీ. దిగువన, కొండల చివర నంగల్ వద్ద సట్లెజ్ నదిపై 28 మీ. ఎత్తు, 304 మీ. పొడవు కల తరలింపు డాము నిర్మింపబడినది. దీని ఎడమ వైపునుండి బయలుదేరి 12,500 క్యూసెక్కుల నీరు పారించగల నంగల్ హైడెల్ కాలువ 64 మీ. పొడవున సిమెంటు చప్టా చేయబడినది. ఈ కాలువగట్టున డాము నుండి 19 - 28 కి. మీ. దూరమున గంగూవాల్, కోట్లా అను గ్రామములవద్ద రెండు జలవిద్యుత్తు కేంద్రములు ఏర్పాటు చేయబడినవి. రెండు కేంద్రములకు నీరు పారించిన తరువాత ఈ హైడెల్ కాలువ రూపార్ దిగువన భాక్రా పంట కాలువలో కలియుచున్నది. అన్ని విధముల సమానములైన పై రెండు విద్యుత్తు కేంద్రములలో 24,000 కి. వా. సామర్థ్యముకల రెండు యూనిట్లు, 29,250 కి. వా. సామర్థ్యముకల ఒక యూనిటు నెలకొల్పబడినవి.

భాక్రా కాలువ అని పిలువబడు అసలు పంటనీటి కాలువ రూపార్ వద్ద హైడెల్ కాలువ చిట్టచివరనుండి 12,457 క్యూసెక్కుల నీటితో బయలుదేరును. దీని మొత్తము పొడవు 174 కి. మీ.; శాఖా కాలువల పొడవు 817 కి. మీ. ఇతర పంపకపు కాలువల పొడవు 3,370 కి. మీ.

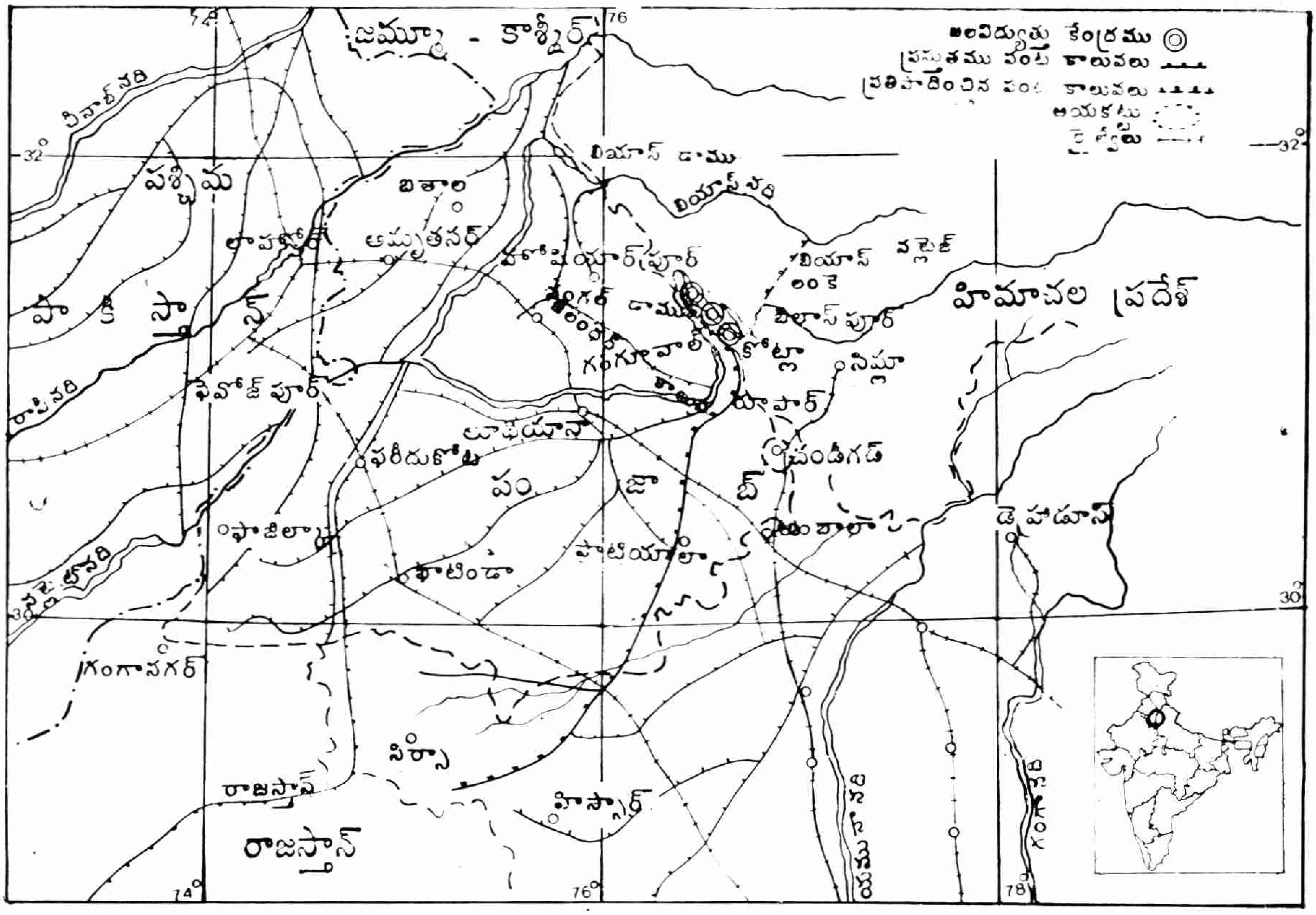
ఈ కాలువలు అన్నియు కలసి పంజాబు, హార్యానా రాష్ట్రములలోని లూజియానా, పాటియాలా, అంబాలా, కార్నల్, సాంగ్రూర్, హిస్సార్, భాటిండా, ఫిరోజ్ పూర్, హోసియార్పూర్, జలంధర్, కపర్తాలా జిల్లాల లోను, రాజస్తాన్‌లోని గంగానగర్ జిల్లాలోను రమారమి 20·4 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి నీరు పారించును.

ఈ బహుళార్థ సాధక ప్రణాళికకు రూ. 175·6 కోట్లు ఖర్చయినది. ఇందులో సేద్యపు నీటిపనులకు ఖర్చయిన మొత్తము రూ. 103·2 కోట్లు. దీనివలన ఏటేట 11 లక్షల టన్నుల ఆహారధాన్యములు, 8 లక్షల టన్నుల ప్రత్తి అదనముగా పండును. ఇంతేకాక మధ్య, చిన్న రకపు అనేక పరిశ్రమలకు, 128 పెద్ద నగరములకు, 5,000 గ్రామములకు విద్యుత్తు సరఫరా జరుగు చున్నది.

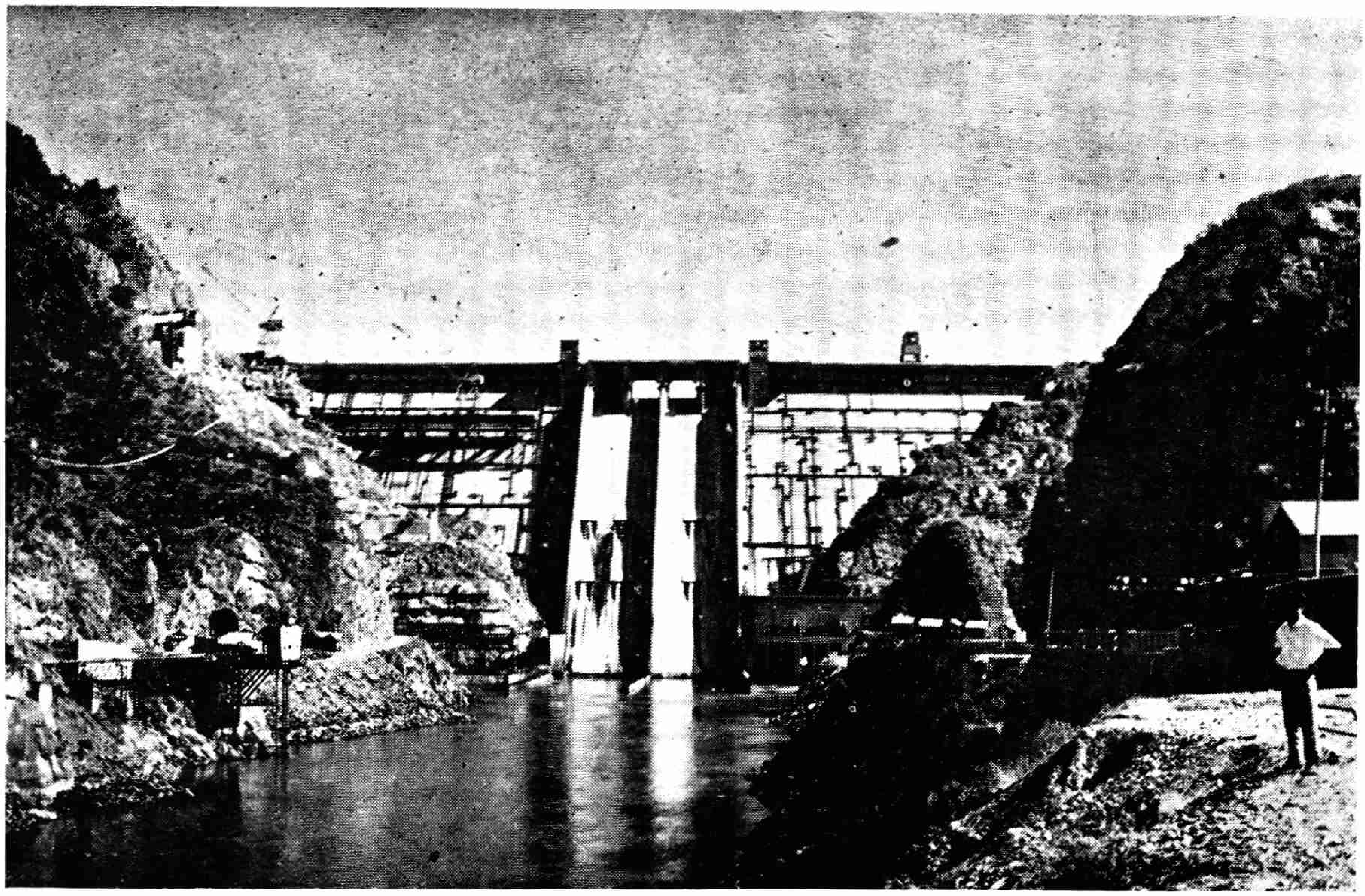
కె. వి. కృ.

భాభా అటామిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్ : పూర్వము ఈ కేంద్రమును అటామిక్ రీసెర్చ్ ఎస్టాబ్లిష్‌మెంట్ అనెడి వారు. అసలు 1948 లో రూపుగొనిన భారత దేశపు పారిశ్రామిక విధానమును చర్చించు నిర్ణయము పర్యవ సానముగ భారత ప్రభుత్వము 1948 లో అటామిక్ ఎనర్జి కమీషన్‌ను నెలకొల్పినది. పరమాణుశక్తిని శాంతియుత ప్రయోజనములకు వినియోగించుటయే ఈ కేంద్రము యొక్క ప్రాథమిక బాధ్యత. వ్యవసాయము, జీవ శాస్త్రము, పరిశ్రమలు, వైద్యము వంటి రంగములందు పరమాణుశక్తి వినియోగమునకై రేడియో సమస్థానీయ ములను ఉత్పత్తిచేసి ప్రయోగించుట కార్యక్రమములోని భాగము. పరమాణుశక్తి విద్యుత్తు ఉత్పత్తికి ఆధారముగా అభివృద్ధి చేయుట కూడ ఈ కేంద్రము చేపట్టిన పనియే. 1954 లో పరమాణుశక్తి విభాగము కేంద్ర మంత్రిత్వ శాఖలో ఒకటిగా స్థానము సంతరించుకొనినది. 1965 లో బొంబాయి సమీపమున ఉన్న ట్రాంబే వద్ద యురేని యమ్‌ను ఇంధనముగా ఉపయోగించు సరస్సు మాదిరి రియాక్టరును నిర్మించుటకు నిర్ణయమైనది. మొదటి నుండియు ఈ కేంద్రమునకు (1966 వరకు) హోమీ జహాం గీర్ భాభా డైరెక్టరుగా ఉండి, కేంద్రమును ఇతోధికాభి వృద్ధి చేసెను. 1966 లో ఆయన ప్రమాదమునకు గురియై గతించుటతో ఈ కేంద్రమునకు 'భాభా అటామిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్' అని పేరిడిరి.

భాభా అటామిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్ యందు అయిదు ప్రముఖ విభాగములు కలవు. అవి : భౌతికశాస్త్రము, రాసాయనిక శాస్త్రము, ఎలక్ట్రానిక్స్, ధాతుసాధన శాస్త్రము, జీవశాస్త్రము. ఈ అయిదు శాస్త్రశాఖలు మరల నిర్వహణ సౌలభ్యమునకై 15 అంతర్విభాగము లుగా వింగడింపబడినవి. 1956 నుండి ఈత కొలను మాదిరి 'అప్సర' అను రియాక్టరు పనిచేయసాగినది. ఇది విద్యుత్తు ఉత్పత్తిచేయు భారీ కేంద్రమునకు నమూనా మాత్రమే.



భాక్రా - నంగల్ ప్రణాళిక



భాక్రాడాము: సట్లెజ్ నదిమీద స్ట్రెయిట్ గ్రావిటీ పద్ధతిని కాంక్రీటుతో నిర్మించబడినది-పొడవు 518 మీ.; ఎత్తు : 226 మీ.

Blank Page

1965 నుండి 40 మెగా వాట్ల సామర్థ్యము గల కెనడా - ఇండియా రియాక్టరు పనిచేయుచున్నది. 1961 నుండి జర్లీనా అను మరొక రియాక్టరు పనిచేయుచున్నది.

మహారాష్ట్రలోని తారాపూర్ వద్ద నిర్మింపబడిన (జనవరి 1970) పరమాణు విద్యుత్తు కేంద్రమునకును, రాజస్థాన్‌లో కోటావద్ద నిర్మింపనున్న రాణాప్రతాప సాగర్ కేంద్రమునకును, తమిళనాడులో మద్రాసు సమీపమున కలప్పాక్కం వద్ద నిర్మింపనున్న విద్యుత్తు కేంద్రమునకును అవసరమగు సాంకేతిక సిబ్బందికి శిక్షణను ఇచ్చుటకు భాభా అటామిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్ అనేక విధముల తోడ్పడుచున్నది. బొంబాయిలో ఉన్న తాతా ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ ఫండమెంటల్ రీసెర్చ్, కలకత్తాలో ఉన్న సాహా ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ న్యూక్లియర్ ఫిజిక్స్, అహమ్మదాబాదులో ఉన్న ఫిజికల్ రీసెర్చ్ లేబొరేటరీ వంటి పరిశోధనా కేంద్రములకును, భాభా కేంద్రమునకును పరస్పరము సంబంధము కలదు. తిరువేంద్రము (కేరళ) నకు సమీపమున ఉన్న తుంబా (1963) వద్ద నెలకొనిన రోదసీ పరిశోధన కేంద్రముయును, ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని శ్రీహరికోట (నెల్లూరు) వద్ద నెలకొల్పబోవు రోదసీ పరిశోధన కేంద్రముయును భాభా కేంద్రమునకు అనుబంధ సంస్థలే. ఈ కేంద్రమునకు ఇప్పుడు డైరెక్టరు విక్రమ శారభాయ్.

* * *

భూకంపములు : భూకంపము అనగా భూమిలోని రాతిపొరలు ఒక్కమారుగా స్థానభ్రంశము చెంది తత్ఫలితముగా పై భూభాగము కంపించుట అని చెప్పవచ్చును. రాతిపొరలలోని కొద్దిపాటి చలనమువలన, అటులనే సముద్రతరంగముల చలనము వలన కలిగిన భూభాగపు కంపనములను సైతము సున్నిత పరికర సహాయమున కనిపెట్టవచ్చును. కాని, పరికర సహాయము లేకుండ మానవుడు తనంతటతాను తెలిసికొనగల వాటినే భూకంపములు అని అనుట పరిపాటి.

భూకంపము వచ్చినపుడు భూమిలోపలి నుండి బ్రహ్మాండమైన శక్తి - అటంబాంబు ప్రేలుడువలన విడుదలయగు శక్తి కన్న ఎక్కువైనది - ఒక సెకను (అంతకు తక్కువ) కాలవ్యవధిలో విడుదల అగుటవలన భూమి కంపించును ఆ శక్తి అంతయు తరంగముల ద్వారా భూమి ఉపరిభాగమునకు వ్యాపించును. ఈ తరంగములు, వాటి వేగమును బట్టి *P* (ప్రాథమిక) తరంగములు, *S* (గౌణ, సెకండరీ) తరంగములు, *L* (దీర్ఘ) తరంగములు అని మూడు రకములు. *P* తరంగముల సరాసరి వేగము సెకనుకు 8 కి. మీ. ఇవి వ్యాపించునపుడు ముందున్న భూభాగము మీద ఒత్తిడిని కొనితెచ్చును. వీటి తరువాత *S* తరంగములు బయలుదేరి, అవి వ్యాపించు ప్రదేశమంతటను అదటు కలిగించును; వీటి సరాసరి వేగము సెకనుకు 5 కి. మీ. అన్నిటిలోను దీర్ఘతమములైనవి *L* తరంగములు. ప్రారంభదశలో వీటి చలనము అవకతవకగ ఉండి, క్రమేణ మామూలు పద్ధతిలోనికి మారును. వీటి సరాసరి వేగము సెకనుకు 4 కి మీ ఈ తరంగముల పరిశీలనను బట్టి ఎప్పుడు భూకంపములు వచ్చినది మొదలైన విషయములను తెలిసికొనవచ్చును. పై మూడు రకముల తరంగములు బయలుదేరు కేంద్రమునకు తరంగ ప్రసార కేంద్రము (ఫోకస్) అనిపేరు ఈ తరంగములు తమ ప్రసార కేంద్రము నుండి అన్ని వైపులకు బయలుదేరి, గోళాకృతిగ ఉండు రాతిపొరల గుండా చొచ్చుకొనిపోయి, పరావర్తనము గాని, వక్రీభవనము గాని చెంది, మరల భూమి ఉపరిభాగమును చేరును. తరంగ ప్రసారకేంద్రము 8 మొదలు 800 కి. మీ. లోతున ఉండవచ్చును. దీనికి సూటిగా పైన భూమి మీద ఉండు ప్రదేశమునకు 'భూకంప కేంద్రము (ఎపిసెంటర్)' అని పేరు. ఇది కేవలము ఒకే బిందువుకాక కొంతమేర ఆక్రమించును. ఈ ప్రదేశమునందు భూకంపన తీవ్రత ఎక్కువగా ఉండి, నలుమూలలకు పోనుపోను తగ్గును. ఒకే కంపన తీవ్రత కలిగిన ఊహారేఖలకు సమకంపన రేఖలు (ఐసో సీస్మల్ లైన్స్) అనిపేరు. *L* తరంగములు భూమిపై వ్యాపించునపుడు ఆ ప్రదేశమును అటునిటు కదలించును. ఈ కదలికకు కంపనము అనిపేరు. మొత్తము కదలికలో సుమారు సగభాగము కంపనము యొక్క ఆంప్లిట్యూడ్‌కు సమానమగును. ఇది సాధారణముగ 4·7 మి. మీ. ($\frac{3}{16}''$) నుండి 19 మి. మీ. ($\frac{3}{4}''$) వరకు, చాల అరుదుగా 305·8 మి. మీ. (12″) మొదలు 380 మి. మీ. (15″) వరకు ఉండవచ్చును. భూకంపన తీవ్రత దీని మీదనే ఆధారపడి ఉండును.

సీస్మోగ్రాఫ్‌లు : భూకంపములు ఎప్పుడు ఎక్కడ వచ్చినవి తెలిసికొనుటకు ఏర్పరుపబడిన పరికరములకు సీస్మోగ్రాఫ్‌లు అనిపేరు. మొట్టమొదటిసారిగ క్రీ. శ. 130 లోనే చీనాలో భూకంపములను తెలిసికొనుటకు కావలసిన పరికరములు నిర్మింపబడినవి. నవీన పరికరములవలె గాక ఇవి తలక్రిందులుగా నిర్మింపబడిన రాగి స్తూపమువలె ఉండును. దీని అంచు చుట్టున సమాన దూరములలో ఎనిమిది తలలు అమర్చబడును. వీటి నోళ్లు ఎల్లపుడును తెరచికొని ఉండును. ప్రతి నాలుక చివరిభాగమందు ఒక రాగిబంతి దొర్లిపోకుండ ఉంచబడును భూకంపము సంభవించినపుడు ఆ కదలికకు సమాంతరముగ ఉన్న

దిక్కున కల రాగిబంతి దొర్లి క్రింద వేచి ఉన్నట్లుండు కప్ప ఆకారమును పోలిన కంచు బొమ్మలో పడును. దీనిని బట్టి భూకంపము ఏ దిక్కున నుండి వచ్చెనో తెలియును.

ప్రస్తుత సీస్మొగ్రాఫ్‌లలో భూమిలోనికి గట్టిగా బిగింపబడిన ఒక ధాతు చట్రము, దీనికి వ్రేలాడగట్టబడిన బరువైన లోలకము ముఖ్యభాగములు. లోలకమునకు బిగింపబడిన ఒక కలము చట్రమునందు అమర్చబడిన ఒక కాగితమును తాకుచుండును. భూకంపము వచ్చినపుడు తరంగముల అదటునకు భూమిలో బిగింపబడిన చట్రము మాత్రమే కదలును. వ్రేలాడగట్టబడి ఉన్న లోలకము భూమ్యాకర్షణ శక్తి వలన నిశ్చలముగ ఉండును. చట్రము, దానికి అమర్చబడిన కాగితము కదలుటవలన, లోలకము, దానికి బిగింపబడిన కలము కదలక పోవుటవలనను తరంగముల కదలిక కాగితముపై రేఖా చిత్రముగ గీయబడును. కొన్ని సీస్మొగ్రాఫ్‌లు అసలు తరంగముల అదటును సుమారు పదివేల రెట్లు పెంచి రేఖా చిత్రముగ గీయును. ఈ రేఖా చిత్రములను పరిశీలించి భూకంపపు తీవ్రత, తరంగ ప్రసార కేంద్రము, భూకంప కేంద్రము - వీటికి సంబంధించిన వివరములను తెలిసికొనవచ్చును.

పైన చెప్పిన పరికరములు కల పరిశోధనాలయములు ప్రపంచమున పలుచోట్ల కలవు. వీటిని బట్టి ప్రపంచమున ఏదో ఒక ప్రదేశమున గంటగంటకు భూకంపము వచ్చుచున్నదని, వారమునకు ఒకసారి పెద్ద భూకంపము వచ్చుచున్నదని తెలియుచున్నది. అయితే, ఈ లెక్కలను బట్టి భయపడనక్కరలేదు ; ఏలన, భూకంపములలో మూడింట రెండు వంతులు సముద్రపు అడుగు భాగమునను, మిగిలిన వాటిలో చాలభాగము నిర్మానుష్య ప్రదేశములందో, జనాభా తక్కువగా ఉన్న ప్రదేశములోనో వచ్చును. జన సాంద్రత ఎక్కువగా ఉన్నచోట భూకంపపు తీవ్రతను బట్టి నష్టము సంభవించును.

రోసీ - ఫోరల్ భూకంపన తీవ్రతల పట్టిక : రోసీ, ఫోరల్ అను ఇద్దరు శాస్త్రవేత్తలు భూకంపముల వలన నష్టమును బట్టి వాటి తీవ్రతలను ఉజ్జాయింపుగా 10 తరగతులుగ వింగడించిరి : 1. అన్నిటికంటె తక్కువ తీవ్రత : ఇది ఏదో ఒక సీస్మొగ్రాఫ్ వల్లనే తెలియును; మేటి అనుభవజ్ఞులకు మాత్రమే తెలియును ; 2. కొన్ని సీస్మొగ్రాఫ్‌ల వల్ల తెలియును ; కొంతమందికి మాత్రమే తెలియును ; 3. చాలమంది తెలిసికొనగలరు ; 4. కదలుచున్న వారు తెలిసికొనవచ్చును. తలుపులు, కిటికీలు వాటి అంతట అవి అటునిటు కొట్టుకొనును. డాబా ఇండ్ల పై భాగములందు బీటలు ఏర్పడును ; 5. భూకంపము వచ్చినట్లు అందరకు తెలియును. గంటలు వాటి అంతట అవియే కొట్టుకొనును ; 6. నిద్రపోవుచున్నవారు మేలుకొనుట, గంటలు వాటి అంతట అవియే ఎక్కువగా మ్రోగుట, గడియారములు ఆగిపోవుట, చెట్టుచేమలు కంపించుట మొదలగునవి సంభవించును ; 7. కదలుచున్నవి క్రిందపడుట, గోడల గచ్చు రాలిపోవుట, ప్రజలలో అల్లకల్లోలము సంభవించుట జరుగును ; 8. గోపురములు, పొగగొట్టములు మొదలైన ఎత్తయిన కట్టడములు కూలిపోవును. గోడలు బీటలు వేయును. ఇది పైవాటి అన్నిటికంటె పెద్ద భూకంపము ; 9. ఇండ్లు కూలిపోవును ; 10. భూమి ఎర్రెలు విచ్చును. రాతిపొరలు స్థానభ్రంశము చెందును. పర్వతాగ్రములనుంచి రాళ్లు క్రిందికి దొర్లును. ఇది అన్నిటిలోను తీవ్రతమమైన భూకంపము.

భూకంపములు కొన్నికొన్ని ప్రదేశములలోనే తరుచుగా వచ్చునట్లు కనుగొనబడినది. విజ్ఞానుల అంచనాలను బట్టి భూకంపములలో 53% ఆల్పైన్ - కకేషిన్ - హిమాలయ పర్వత పంక్తులలోను, 41% పసిఫిక్ తీరప్రాంతమందును, మిగిలినవి ఇతర ప్రదేశములలోను సంభవించునని తెలియుచున్నది. జపానులోను, ఇటలీలోను భూకంపములు ఏటేట సుమారు 1,500 సంభవించుచుండును.

భూకంపము మూలమున భూమి కంపించు కాల వ్యవధి చాల తక్కువ. భూమి కొన్ని సెకనులు మొదలుకొని ఒక నిముషమువరకు - చాల అరుదుగా 5 నిముషముల వరకు - కంపించును. భూకంపముల తరువాతి కదలికలు మాత్రము చాలసేపు ఉండవచ్చును. ఇంత తక్కువ వ్యవధిలో ఇండ్లు, చెట్లు కూలిపోయి ఎంతో బీభత్సము జరుగుటకు కారణము ఏమనగా భూకంపము వచ్చినపుడు ఇండ్ల, చెట్ల క్రింది భాగములు పై భాగములకన్న ఎక్కువ వేగముగ కంపించుటవలన అవి పడిపోవుటో, విరిగి పోవుటో సంభవించును. ముందు జాగ్రతలు తీసికొని నష్టమును కొంత తగ్గించుట కూడ సాధ్యముకాదు ; ఏలన, ఇపుడున్న ఏ పరికరముల సహాయమునైన రాబోవు భూకంపపు వార్తలు నష్టమునకు గురికానున్న ప్రదేశమునకు ప్రసారము చేయగలుగునంతలోనే ఆ ప్రదేశమంతయు భూకంపపు తీవ్రత వలన నాశనము అగును. కాని, భూకంపపు అదుటునకు ఆగగల ఇండ్లను కట్టుట వలన నష్టమును కొంత వరకు తగ్గింపవచ్చును. ఇండ్లను సిమెంటు కాంక్రీటులతో సాధ్యమైనంత గట్టివిగా కట్టుకొనవలెను. బురద నేలలలో తేలిక గోడలతోను, పై కప్పులతోను తగురీతిని నిర్మించినచో ఇండ్లు భూకంపపు అదుటునకు నేలతో ఊగునే కాని కూలవు. ఈ విధముగ కట్టబడిన టోక్యో (జపాన్) లోని

ఇంపీరియల్ హోటల్ పెక్కు భూకంపముల ధాటికి ఆగినది. ఇండ్లు కట్టునపుడు పాటింప వలసిన ముఖ్యవిషయములు : 1. కిటికీలు ఎదురు బదురుగా పెట్టకుండుట ; 2. కిటికీలకు అద్దపు తలుపులు లేకుండ జూచుట.

భూకంపముల వలన భూగర్భములోని సంపదలో మార్పు రావచ్చును; పైనున్న ఖనిజసంపద లోపలికి పోయి మట్టిచే కప్పబడవచ్చును; మట్టిలో దాగి ఉన్న ఖనిజ సంపద బయటపడవచ్చును. చమురు గనులలోని చమురు మరియొక చోటునకు ప్రవహించి నష్టము కలుగజేయ వచ్చును. నీరు ఉన్నచోట పోయి, లేనిచోట నీటి బుగ్గలు ఏర్పడవచ్చును. నదులు భిన్నమార్గమును అనుసరించి బీభత్సము చేయవచ్చును.

భూకంపములకు కారణములు : భూకంపములు వచ్చుటకు ప్రాచీనులు చెప్పిన కారణములు కేవలము ఊహాగానములని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. ఆదిశేషువు తన పడగల మీద భూభారమును మోయుననియు, ఒక పడగకు నొప్పి కలిగిన వేరొక పడగ మీదికి ఆ బరువును మార్చుకొనుటలో భూకంపములు సంభవించుననియు ప్రాచీన భారతీయులు విశ్వసించిరి. ఏదో ఒక ఆధారమున భూమి నిశ్చలముగ ఉన్నదనియు, ఆధారములోని చలనమువలన భూకంపములు కలుగుననియు ఇతర దేశీయులు కూడ భావించిరి. భూగర్భమున బంధింపబడిన వాయువులు, ద్రవములు బలాత్కారముగ భూమి పైభాగమునకు నెట్టబడుట వలన భూకంపములు కలుగవచ్చునని ఆరిస్టాటిల్ వంటి వైజ్ఞానికులు అభిప్రాయపడిరి. శాస్త్ర విజ్ఞానము పురోగమించిన కొలది వివిధ ప్రదేశములందు కలుగు భూకంపములు వివిధ కారణముల వలన వచ్చుననియు, అన్నిటికి ఒకే కారణము లేదనియు రూఢిపడినది.

కొన్ని అగ్నిపర్వత ప్రదేశములలో భూగర్భమున కల శిలాద్రవము యొక్క కదలికవలన, అగ్నిపర్వత ముఖముల నుండి శిలాద్రవము వెలువడి, భూగర్భమున ఖాళీ ఏర్పడి, పైనున్న భూమి భారమువలన ఆ ప్రాంతము క్రిందికి కుదించుకొని పోవుటవలన భూకంపములు సంభవింపవచ్చును. కాని, వాటివలన ఎక్కువ నష్టము కలుగదు. వానలవలన, ఇతర కారణముల వలన శిలాపాతమో, శిలాస్ఖలనమో సంభవించినపుడు కూడ భూకంపములు రావచ్చును. వీటివలన కూడ కొంతవరకు మాత్రమే నష్టము వచ్చును.

స్థితి స్థాపకతా నిరోధక సిద్ధాంతము : పెద్ద తరహా భూకంపములు భూపృష్ఠములోని రాతిపొరల కదలిక వలన రావచ్చును. వీటిని 'టెక్టోనిక్' భూకంపములు అని అందురు. 1906 లో సంభవించిన కాలిఫోర్నియా భూకంపమును ఆధారముగ తీసికొని రీడ్ అను విజ్ఞానవేత్త అటువంటి భూకంపములు వచ్చుటకు గల కారణములను సిద్ధాంతీకరించెను. ఈ సిద్ధాంతమునకు 'స్థితి స్థాపకతా నిరోధక సిద్ధాంతము' అని పేరు. దీని ప్రకారము శిలలు స్థితి స్థాపకతా పీడనమును కొంత పరిమితి వరకు నిరోధించుచుండును. ఆ పరిమితి దాటిన పిదప శిలలు క్రమేణ వంగి, చివరకు ఒక్కమారుగ బీటలు వేసి, రాతిపొరలు స్థానభ్రంశము చెంది, పీడనశక్తి విడుదల చేయబడి భూకంపములు సంభవించును.

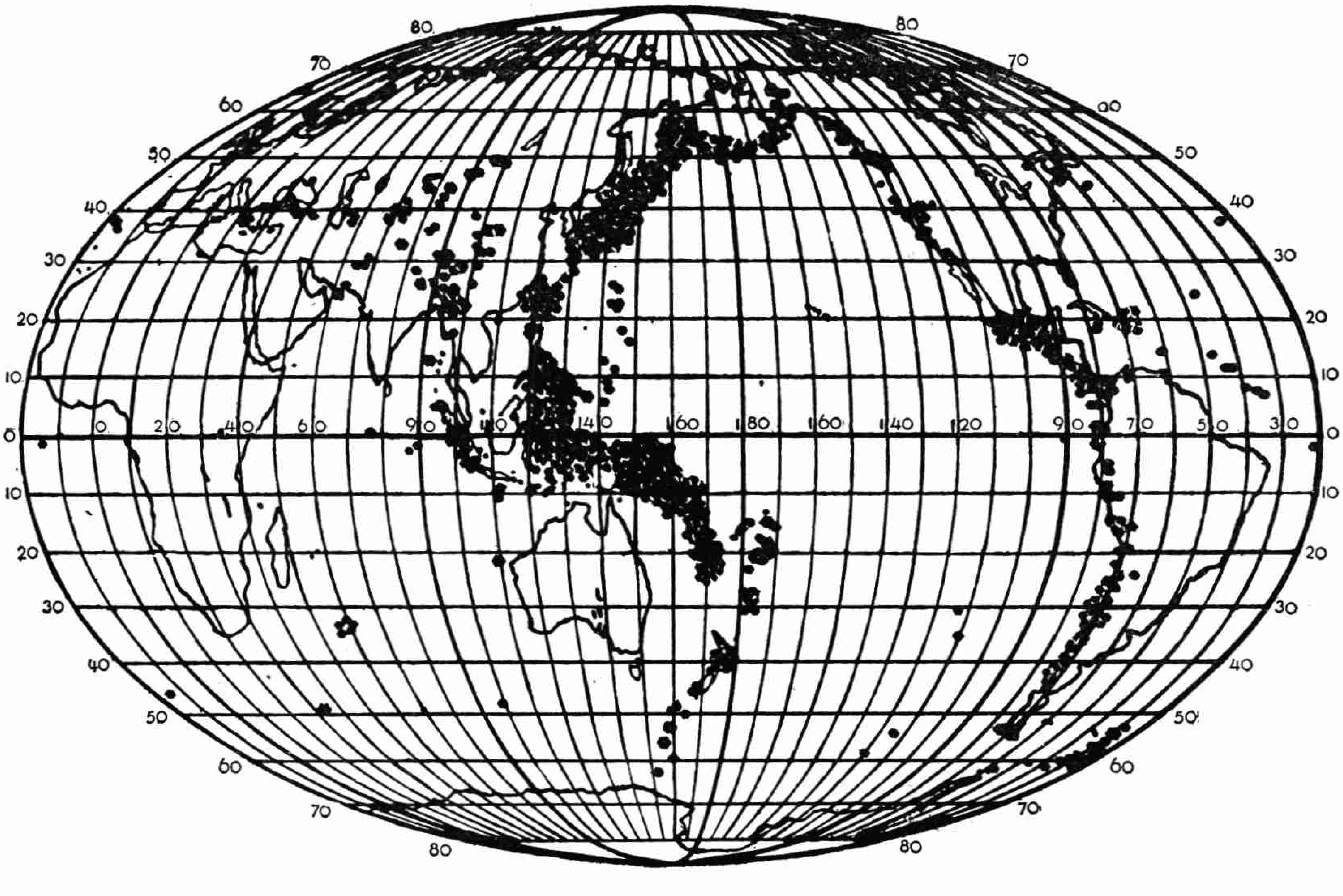
శిలలలో స్థితి స్థాపకతా పీడన శక్తి ఉండుటకు కారణములు పెక్కు కలవు. భూమి అత్యుష్ణ వాయుస్థితినుండి మొదట అత్యుష్ణద్రవ్యస్థితి లోనికి, తరువాత క్రమముగా ప్రస్తుత ఘనస్థితికి వచ్చినదనియు, భూమి పైపొరలు ముందు చల్లబడి, ఘనపదార్థపు పొరలు ఏర్పడినవనియు, రాతి పొరలు అన్నియు గోళాకృతిగ ఒకదానిపై ఒకటి ఉన్నవనియు, లోపల ఇంకను ద్రవపదార్థపు అంతరము ఉన్నదనియు కొంతమంది శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. గోళాకృతిగ ఉన్న రాతిపొరలు చల్లబడినపుడు సంకుచించును. ఈ సంకోచము వలననే రాతిపొరలలో పీడన శక్తి ఎక్కువై భూకంపములు వచ్చుటకు అవకాశములు ఏర్పడును [చూ. సమీక్ష - పు. 143]. ఏ. వి. ఆర్. శాస్త్రి.

భూకంపములు - ఇంజనీరింగు నిర్మాణములు : భూకంపముల [చూ.] వలన పెద్దపెద్ద శిలాద్రవ్యరాశులు విరిగి, ఆ శిలల ద్వారాను, వాటిని కప్పియున్న నేలలలోను అన్నివంకల ప్రచండ కంపనములు ప్రసరింపబడును. భూమి కంపించిన ప్రాంతములలో ఆ ప్రచండ కంపనముల బలమే విశేష నష్టము కలిగించి, ప్రజలను భయ భ్రాంతులను చేయును. బద్ధలైన అడుగు మట్టపు శిలలపై వ్యాపించిన లఘుతర భూశాస్త్రీయ నిర్మాణములపై కంపనముల బలము 5 రెట్లు లేదా 20 రెట్లు పెరుగును. శిలల లేదా మట్టియొక్క లఘుత్వము, స్థానిక జలపీఠము ఎత్తు పెరిగిన కొలది దాని తీవ్రత కూడ పెరుగును. అందువలననే భూమి కంపించిన విస్తార ప్రాంతములో నష్టము అన్నిచోట్ల ఒకే రీతిగ ఉండదు. అయితే, నష్టములోని వ్యత్యాసము ఆయా కట్టడముల బలాబలముల మీద కూడ చాలవరకు ఆధారపడి ఉండును.

ఒక పెద్ద భూకంపము వచ్చినపుడు ఈ కంపములు లేదా భూకంపన తరంగములు యావత్ భూమిలోనికి చొచ్చి, ఉపరితలము అంతటి మీద ప్రసరించును. ఎంత పెద్ద భూకంపమైన అది పుట్టిన చోటనుండి 16,000 కి. మీ.

తరువాత గోచరించదు. అయితే, సున్నితములైన సీస్మోగ్రాఫ్‌లు గత 50 ఏండ్లనుండి ప్రపంచమున ఎక్కడ భూకంపము వచ్చినను, ఎంతదూరమున వచ్చినను పసిగట్టి నమోదు చేయుచున్నవి. జాగ్రత్తగా నిర్మింపబడిన లోలకములే సీస్మోగ్రాఫ్‌లు. వాటి క్రింద భూమి కంపించగా అవి ముందుకు-వెనుకకు ఊగును. ఇవి నిలువుగాను, అడ్డముగాను కదలు చలనములను రెండిటిని కూడ కొలువ గలవు.

ములను నివారించుటకు క్రింది అంశముల పరిగణన సహాయకారి కాగలదు. ఇందు నిర్మాణ స్థలము యొక్క భూశాస్త్రీయ స్వభావము మొట్టమొదటిది: 1. మెత్తని నేల - అందులోను గుల్లనేల, ఆ ప్రాంతములోని రాతి నేలకన్న భూకంపన తరంగముల చలన తీవ్రతకు ఎక్కువ గురియగును. కాబట్టి, మెత్తని నేలల మీద భవనములను నిర్మించునపుడు వాటి దృఢత్వము గురించి అత్యధిక శ్రద్ధ తీసికొనవలెను; 2. ఇంతకంటె ఎక్కువ ప్రమాదకరమైనది



ప్రపంచమున 1918 - 52 మధ్య తీవ్రత తక్కువ గల భూకంపములు వచ్చిన ప్రదేశములు

భూకంపములు - కట్టడములు : భూకంప ప్రతిబలముల సంభావ్యతను చాలవరకు భవనముల, ఇతర కట్టడముల ప్రాకృతిక అవధులను బట్టియే నిర్ణయింపవలెనని తేలినది. కాబట్టి, అనేక నిర్మాణముల ప్రాకృతిక అవధులను కొలుచుట అవసరము. భవనములు సర్వదా - ముఖ్యముగా గాలివలన - కంపించుచునే ఉండును. కావున చేతితో తీసికొని పోదగిన సీస్మోగ్రాఫ్‌లను పై అంతస్తున నెలకొల్పి వాటి అవధులను కొలిచి కనుగొనవచ్చును.

భవనములకు జరుగు నష్టమును పరిశీలించినచో భూకంప బీభత్సమును నివారించుటయందు ఆసక్తిగల ప్రతివాడును కొంత యథార్థ సమాచారమును గ్రహింపగలడు. భవనముల నష్టమును, ప్రాణనష్టమును, ప్రాణులకు కలుగు గాయ

ఏమనగా భవనమును కొంత గట్టి లేదా రాతినేల మీదను' కొంత మెత్తని నేలమీదను నిర్మించుట. అప్పుడు భూకంపన సమయమున భవనము రెండు రకముల నేలల వ్యత్యస్త చలనములకు గురియై, స్తరచ్యుతి మీద నిర్మింపబడిన దానివలె కూలిపోవచ్చును; 3. భూకంప నష్టములో ఎక్కువ శాతము నిస్సంశయముగా నాసిరకపు దుర్బల నిర్మాణ సామగ్రి వాడుక మూలముననే సంభవించును; 4. ఇటుక గోడలు ఇంటిలోపలి చట్రముతో గట్టిగా బంధింపబడక పోవుటకూడ ప్రమాదమే. ఇందువలన గోడలు పూర్తిగా కూలి పోయి, మిగిలిన ఇల్లు మాత్రము నిలిచి ఉండుట చాల సందర్భములలో సంభవించినది. పిట్ట గోడలు మున్నగు ఇతర భవన భాగములకు కూడ ఇది వర్తించును;

5. భవనము యొక్క జ్యామితీయ నమూనా కూడ ప్రధాన విషయము. దీర్ఘ చతురస్రాకారపు అడ్డుకోత కల సరళతర నిర్మాణములు ఇతర నిర్మాణముల జోక్యము లేకుండ ఒక యూనిట్టుగా ఊగుచు నిలబడగలదు. ఒక భవనములో విస్పష్టమైన రెండు లేదా ఎక్కువ భాగములు ఉన్నపుడు అవి భూకంపన తరంగ బలము వలన పరస్పరానుకూలముగా కంపించక పోయినచో ఒకటి కొకటి సుత్తెదెబ్బగా పరిణమించి భవనమునకు అత్యధిక నష్టమును కలిగింపుటయో, దానిని కూలద్రోయుటయో చేయును.

కె. కె. రా.

భూగర్భ ఖని పరిశ్రమ (అండర్ గ్రౌండ్ మైనింగ్): ఖని పరిశ్రమ [చూ. పు. 325] లో అతి ముఖ్యమైనది, ప్రమాదభూయిష్ఠమైనది భూగర్భ ఖని పరిశ్రమ. ఇందు స్తంభపద్ధతి, నిడివిగోడ పద్ధతి అను రెండు ప్రధాన పద్ధతులు కలవు. ఈ పద్ధతులు దట్టమగు పొరలతో ఇమిడికగా ఉండు స్తరీకృత నిక్షేపముల త్రవ్వకమునకు అనుకూలములు.

స్తంభపద్ధతులు : ఇందు త్రవ్వకము రెండు దశలలో పూర్తి అగును. భూగర్భమున గల నిక్షేపమును సమీపించిన పిదప తొలిదశలో దానిని త్రవ్వి కొన్ని గదుల క్రింద, స్తంభముల క్రింద మలతురు. ఈ పని నిక్షేపము యొక్క అవతలి అంచు చేరుకొనువరకు కొనసాగింపబడును. మలిదశలో స్తంభముల రూపమున విడిచిపెట్టబడిన ఖనిజమును పడగొట్టి దానిని జాగ్రత్తగా బయటికి కొనివత్తురు. స్తంభములను పడగొట్టుచు పోవునపుడు పైనున్న గది కప్పును ఆధార స్తంభముల (తన్ను కర్రల) సాయమున యథాతథముగ నిలబెట్టుదురు లేదా క్రమపద్ధతిని కూలిపోనిత్తురు. బలపపురాయి, సున్నపురాయి, జిప్సమ్, రాతి ఉప్పు వంటి చౌకబారు ఖనిజముల త్రవ్వకములో స్తంభములను పడగొట్టకుండ విడిచిపెట్టుట కూడ పరిపాటి. ఏలన ఇచట పై కప్పును ఆధార స్తంభముల మీద నిలబెట్టి ఉంచుట అసాధ్యమో, అధిక వ్యయసాధ్యమో అగును. అయితే, విలువైన ఖనిజములను త్రవ్వునపుడు కృత్రిమ ఆధార కల్పనమును ఏర్పరచి, ఉపలబ్ధ ఖనిజమును సంపూర్ణముగ తొలగించుటయే లాభసాటి. నేలబొగ్గును-విశేషించి పైపై లోతులలో తక్కువ వాలుతో ఉండు నేలబొగ్గును-త్రవ్వి తీయుటకు స్తంభపద్ధతులు ప్రయోజనకరములు. అయితే, ముడి ఇనుము, ఫాస్ఫేట్ వంటి తదితర స్తరీకృత నిక్షేపములకు కూడ ఆ పద్ధతులు అనువైనవి.

స్తంభపద్ధతులలో కేవలము ఆచరణయందు పాటింపబడు అల్ప వ్యత్యాసములను బట్టి గది - స్తంభము పద్ధతి, బాట - స్తంభము పద్ధతి, స్తంభము - కొట్టము పద్ధతి అను మూడు రకములు కలవు. గది - స్తంభపద్ధతిలో తొలిదశలో రమారమి 50 - 80% వరకు, బాట - స్తంభము పద్ధతిలో 15 - 35% వరకు నేలబొగ్గు తీసివేత జరుగును. 'కొట్టము' ఇరుకుగా, పొడవుగా ఉండును; 'గది' చాల వెడల్పుగా ఉండును.

పద్ధతి వివరములు : భూమిపైనుండి నిక్షేపము వరకు నిలువుగా లేదా ఏటవాలుగా కొంత వెడల్పు గల సొరంగమును త్రవ్వి, దాని ద్వారా నిక్షేపమును సమీపింతురు. ఈ సొరంగమునకు ఇంగ్లీషులో షాఫ్ట్ లేదా ఇన్‌క్లయిన్ అని పేరు. తరువాత నిక్షేపమును త్రవ్వుకొని పోవుచు దానిగుండా నిలువున 4 - 5 మీ. వెడల్పున దాదాపు సమమట్టముగ ఒక రోడ్డును లేదా బాటను నిర్మింతురు. దానికి ప్రధాన మార్గము అని పేరు. ఈ మార్గమునకు లంబముగా రెండు వైపుల 18 మీ. ఎడములలో కొన్ని బాటలను త్రవ్వుదురు. వీటికి బోర్డులు అని పేరు [చూ. చిత్రములు]. బాటలకు కూడ లంబముగా రెండు వైపుల 27 మీ. ఎడములలో 3.6 - 4.5 మీ. వెడల్పు కల కొన్ని అడ్డుబాటులను వేయుదురు. వీటికి గోడలు అని పేరు. ఇటుల నిక్షేపతలము అంతయును 18 మీ. ఎత్తు, 25 మీ. వెడల్పు కల స్తంభముల పరంపరగా మలచబడును. పై కప్పు యొక్క దార్ఢ్య స్వభావములను బట్టి, త్రవ్వవలసిన లోతును బట్టి స్తంభముల పరిమాణము నిర్ణయించబడును. తరచుగా 60 - 180 మీ. లోతుకు స్తంభములను 27 × 36 మీ. సైజున, 180 - 270 మీ. లోతుకు 36 × 45 మీ. సైజున, 270 - 360 మీ. లోతుకు 45 × 45 మీ. సైజున ఏర్పాటు చేయుదురు. ఇటుల నిక్షేపము ఆవలి అంచువరకు స్తంభములను రూపొందించి, తదుపరి వరుసగా వాటి తొలగింపు ప్రారంభింతురు ఈ పనికి స్తంభ నిర్మూలనము (డీ పిల్లరింగ్) అని పేరు. స్తంభములను ఒకదాని కొకటి లంబముగా ఉండు చిన్న త్రోవ (డ్రిఫ్ట్) ల క్రింద, మెట్టు (లిఫ్ట్) ల క్రింద విడగొట్టి, పిదప ఆ ఖండములను సులువుగా త్రవ్వి తొలగింతురు.

నిడివి గోడ పద్ధతి : ఈ పద్ధతి వాలుతోను, లోతుతోను నిమిత్తము లేకుండ ఏ స్తరీకృత నిక్షేపమునకైన పనికి వచ్చును. ఇందు స్తంభ పద్ధతిలోవలెనే నిక్షేపము దాపునకు పోయి, దానిని స్తంభముల మాదిరిగా గాక నిడివి గోడలుగా తయారు చేయుదురు. ఈ గోడలకు ఆంగ్లపరిభాషలో 'ఫేసెస్' లేదా 'వర్కింగ్ ఫేసెస్' అని పేరు. ఈ పద్ధతి యొక్క విశిష్ట లక్షణము ఏమనగా ఈ వర్కింగ్ ఫేసెస్ అవిచ్ఛిన్నమైనది. ఇది తిన్నగా ఉండవచ్చును లేదా

పడికట్లవలె ఏర్పాటు చేయబడవచ్చును. పడిపోకుండ దానికి తన్ను కర్రలు తాపుదురు. నిడివిగోడ ఖని పరిశ్రమ ఆచరణలో రెండు వ్యత్యాసములు కలవు. ఒక దానిలో గోడను త్రవ్వుకొనుచు పోవు సమయముననే ఖనిజమును వెనువెంటనే తీసి బయటకి పంపుదురు. రెండవ దానిలో గోడను మొదటినుండి కడ వరకు త్రవ్వి ఆ తరువాత ఖనిజమును బయటికి తీయుదురు.

ఈనె రకపు నిక్షేపముల ఖనిపరిశ్రమ : ఈ రకపు నిక్షేపముల త్రవ్వకములో గనిని చేరుకొనుట, గనిని త్రవ్వుటకు సిద్ధపరచుట అన్నిటిలోను ఒకే విధమున ఉండును. అయితే, త్రవ్వకపు రీతులలోను, ఆధారముల కల్పనలోను అనేక వ్యత్యాసములు ఉన్నవి. కాబట్టి, అవి విభిన్న పద్ధతుల వలె కనిపించినను సామాన్యముగా వాటిని 'వివిధ ఖని పరిశ్రమ పద్ధతులు' అని వ్యవహరించుట పరిపాటి. అందువలన వాటిని ఒకే పద్ధతిగా వివరించి, ఆచరణలో గల భేదములను మాత్రము పేర్కొని, వ్యత్యాసముల వివరములను మాత్రము విడిచిపెట్టుదుము.

ఖనిపరిశ్రమలో గనిని అభిగమించుట, గనిని త్రవ్వకమునకు సిద్ధపరుచుట, ఖనిజమును త్రవ్వుట, ఆధార స్తంభములను ఏర్పరుచుట, ముడిఖనిజము రవాణా, గనిలో గాలి సదుపాయము ఏర్పరుచుట, గనిలో జలనిర్గమనము, దీపముల ఏర్పాటు అనునవి పర్యాయక్రమమున నిర్వహింపదగు పనులు.

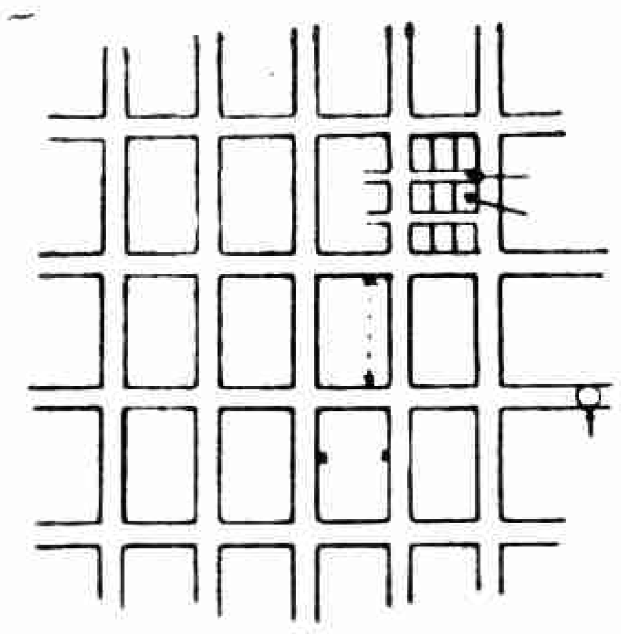
గనిని అభిగమించుట : ఖని పరిశ్రమలో ఇది ప్రథమ కర్తవ్యము. ఇందుకు స్థలముయొక్క రూపురేఖలు అనుకూలించినచో భూమి ఉపరితలమునుండి నిక్షేపము వరకు సమమట్టమున ఒక అడ్డుబాట వేయుదురు. దానికి 'అడిట్' అని పేరు. ఇటుల చేయుట వీలుపడనపుడు భూగర్భమునుండి గని వరకు ప్రవేశద్వారముగా వలయాకారమునో, చతురస్రాకారముననో, దీర్ఘచతురస్రాకారముననో నిలువు లేదా ఏటవాలు సొరంగమును త్రవ్వుదురు. గుండ్రని ప్రవేశ సొరంగములను త్రవ్వుట, అస్తరువేయుట అధిక వ్యయప్రయాస సాధ్యము. కాని, అవి చాల కాలము నిలుచును. సమచతురస్రాకారపు సొరంగము త్రవ్వుట, నిలుపుట సులభతరము. మనుష్యులు, సామగ్రి గనిలోనికి దిగుటకు, గనినుండి పైకి వచ్చుటకు ఈ సొరంగములే ద్వారములుగ ఉపకరించును. ఆంగ్లభాషలో నిలువు సొరంగమునకు 'షాఫ్ట్' అనియు, ఏటవాలు సొరంగమునకు 'ఇన్‌క్లయిన్' అనియు పేర్లు.

నిక్షేపమును త్రవ్వకమునకు సిద్ధపరుచుట : గనిని సమీపించిన తరువాత నిక్షేపమున అఖిలంబమునకు సమానాంతరముగా 1·52 — 3·40 మీ. (5 — 10′) వెడల్పున (ఇరుకైన ఈనెరకపు నిక్షేపముల విషయమున దాని వెడల్పున), దాదాపు 60·96 మీ. (200′) ఊర్ధ్వాంతరము లందును నడుచుటకు, పనిచేయుటకు ఉద్దేశింపబడిన అడ్డుబాటలను గాని, సొరంగములను గాని త్రవ్వుదురు. ప్రతి రెండవ అంతస్తువద్ద - అనగా రమారమి 122 మీ. (400′) అంతరములలో అడ్డు బాటలద్వారా - నిక్షేపము, ప్రవేశ ద్వారముల మధ్య రాకపోకలకు వీలు కల్పింతురు. పై, క్రింది అడ్డుబాటలను కూడ నిర్ణీత అంతరములలో నిక్షేపములో నిలువు సొరంగము (విన్జెస్, రైజెస్) ల ద్వారా కలుపుదురు [చూ. చిత్రములు]. ఇటుల నిక్షేపమును కొన్ని అంతస్తుల లేదా అడ్డబాటల క్రింద విభజించి త్రవ్వకమునకు సిద్ధపరతురు.

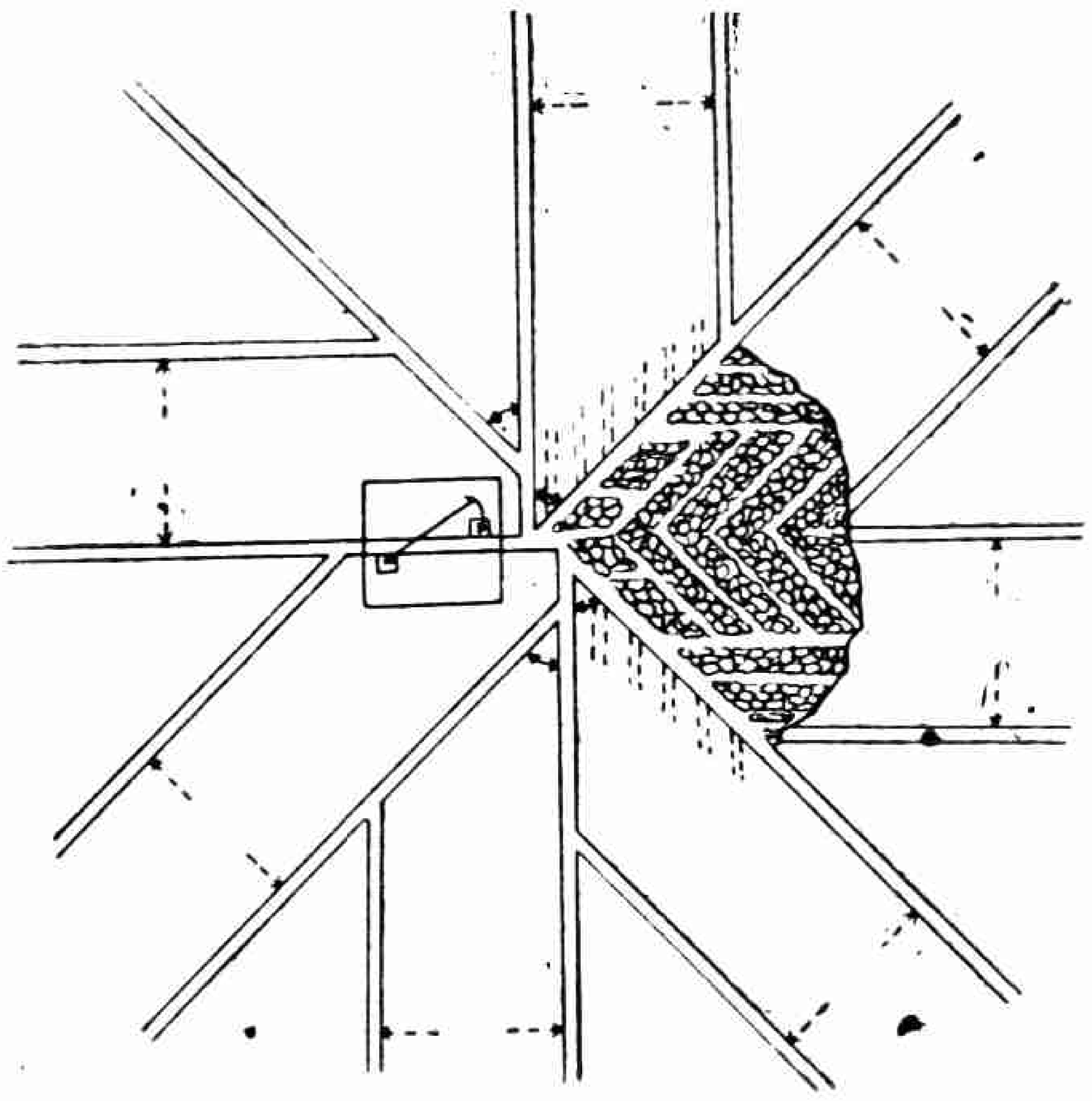
ఖనిజమును త్రవ్వుట : ఖనిజము యొక్క వెడల్పు మీద, దాని స్వభావము మీద, కుడ్యశిలల మీద ఆధారపడి ఖనిజమును త్రవ్వు పద్ధతి నిర్ణయింపబడును. ముడిఖనిజమును ఒక పై మట్టమునుండి క్రిందివైపునకు త్రవ్వుట ఒక పద్ధతి. ఇందు కార్మికులు తమ దెబ్బలను సులువుగా క్రిందికి కొట్టవచ్చును. అయితే, ఇందు ఆధారములను ఏర్పరచుట కష్టసాధ్యము. ప్రేలుడు సామగ్రి ఉపయోగములోనికి రాకపూర్వము ఇది విరివిగా ఆచరణయందు ఉండెను. ముడిఖనిజమును కార్మికులు తమ ఎత్తుకు పైన ఉన్న మట్టమునుండి పడగొట్టుట మరి ఒక పద్ధతి. ఈ రెండు పద్ధతులను మేళవించి కూడ త్రవ్వకములు జరుపవచ్చును.

గనిలో నేల మెత్తగాను, వదులుగాను ఉన్నపుడు కార్మికులు గునపము, పార మున్నగు చేతి పనిముట్లతోనే త్రవ్వుట పరిపాటి. కాని, నేల శిలామయమై చాల గట్టిగా ఉన్నపుడు ఆ రాయిలో సాధారణముగ 0·91 — 2·13 మీ. (3′ — 7′) లోతున 25 — 38 మి. మీ. (1 — 1½″) వ్యాసములు కల రంధ్ర పరంపరను తొలిచి, వాటిని శుభ్రపరచి, డైనమైట్‌ను దట్టించి, నిప్పంటించి ప్రేల్తురు. డైనమైట్ తూటాల రూపమున సరఫరా అగును. వాటికి మైనము పూసి నీరు చొరకుండ చేయుదురు. తూటాల వత్తు (ఫ్యూజ్) లకు నిప్పు అంటించి, డైనమైట్‌ను ప్రేల్చుదురు. ఇటుల నిప్పు అంటించిన మనిషి డైనమైట్ తూటాలు ప్రేలకముందే సురక్షిత ప్రాంతమునకు పారిపోవును. ఈ సమయమున ఆ ప్రాంతమున పనివారు లేకుండ చూతురు. విద్యుత్తు వలయ సహాయమున గాని, బ్యాటరీ సహాయమున గాని డైనమైట్‌కు నిప్పంటించవచ్చును.

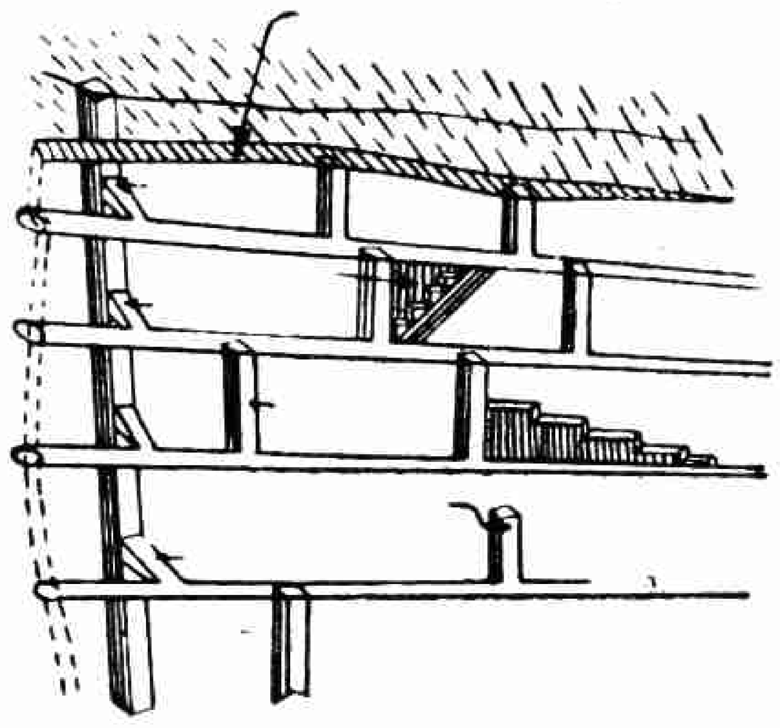
ఆధార స్తంభములు ఏర్పరుచుట: షాఫ్ట్‌లు, స్తంభములు మొదలగు భూగర్భపు త్రవ్వకములు పడిపోకుండా యథా



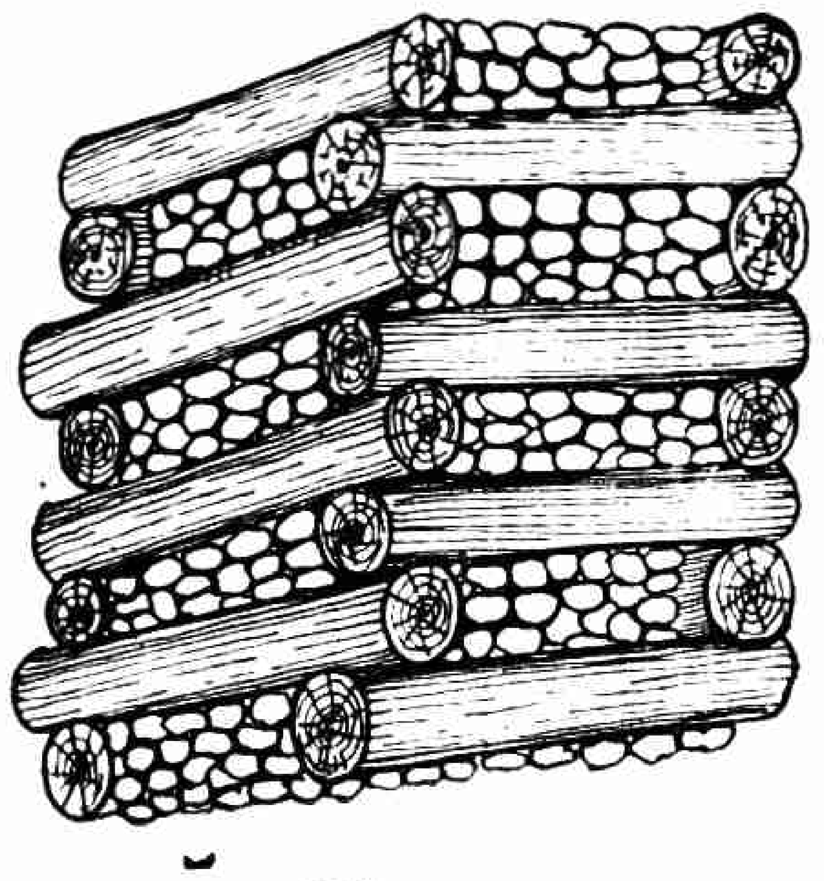
భూగర్భ ఖని పరిశ్రమ
యందు స్తంభములను
పలకలను అమర్చు పద్ధతి



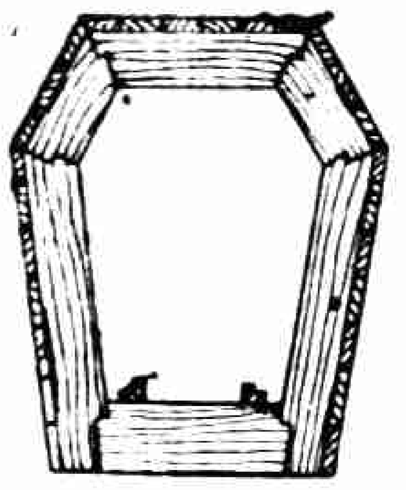
ఖని త్రవ్వకములందు పొడవైన గోడలను
నిర్మించు పద్ధతి



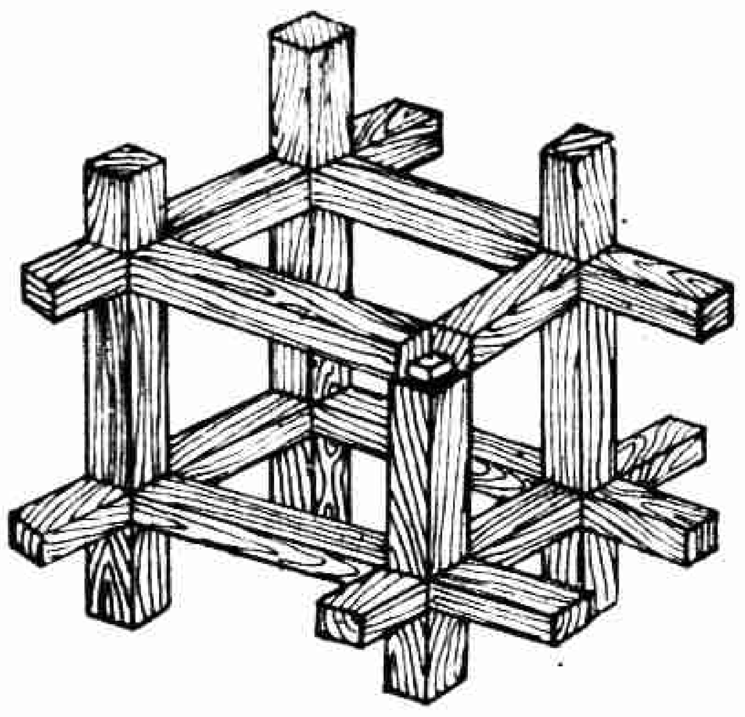
ఈనె పద్ధతిని ఖని త్రవ్వకము



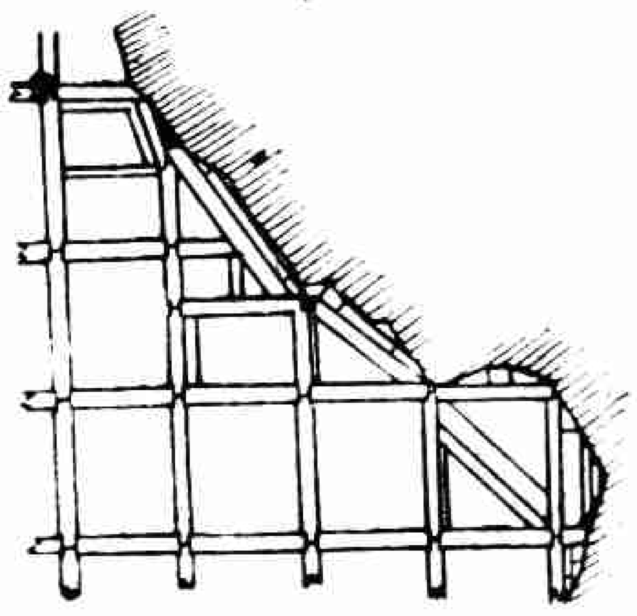
పిగ్‌స్టీ పద్ధతి



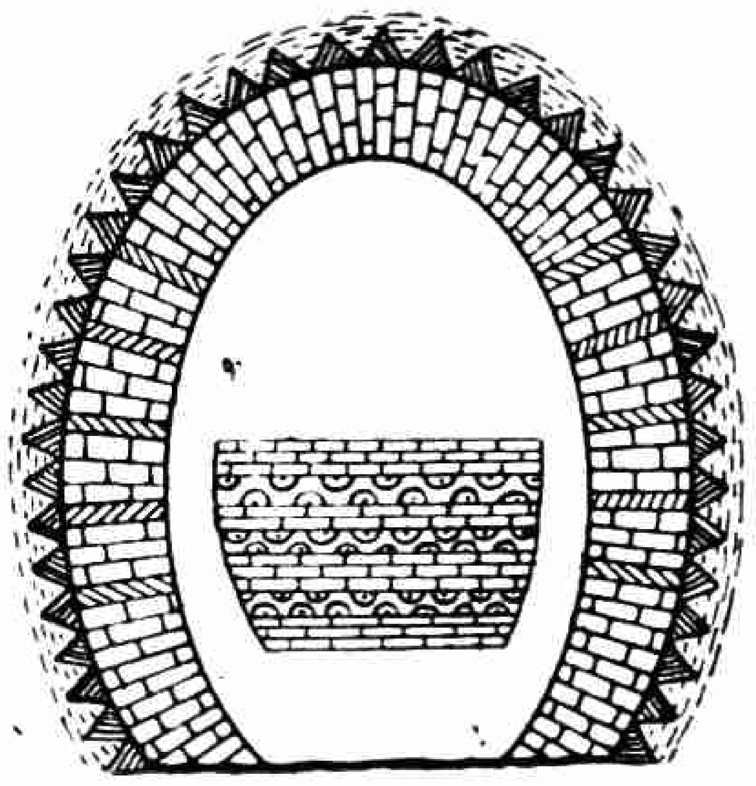
షడ్భుజాకారమున
ఆధారములను
చుట్టుప్రక్కల
నిలుపుట



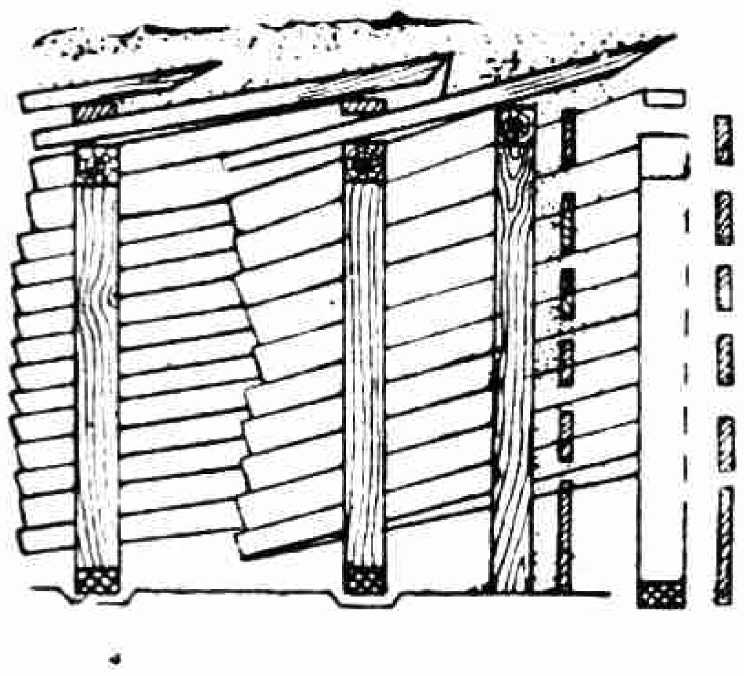
కలపను ఉపయోగించి చతుర
స్రాకారమున నిలుపుట



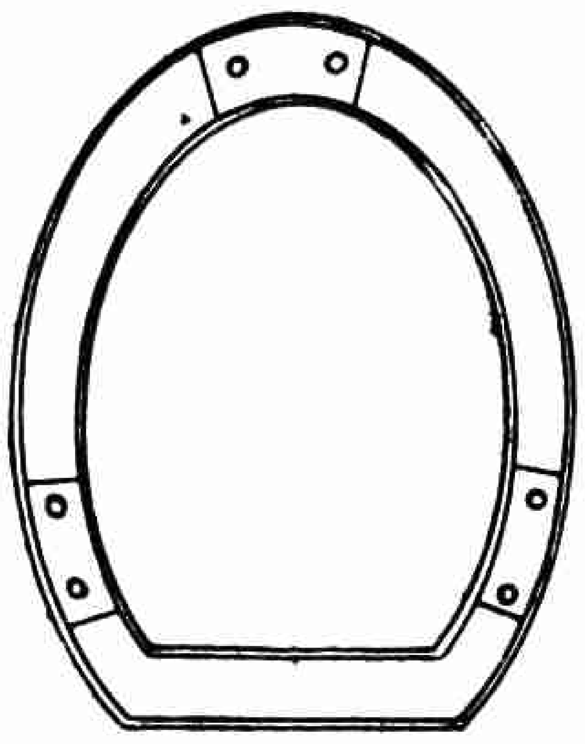
చతురస్ర వ్యవస్థలో
కలపను ఉపయోగించుట



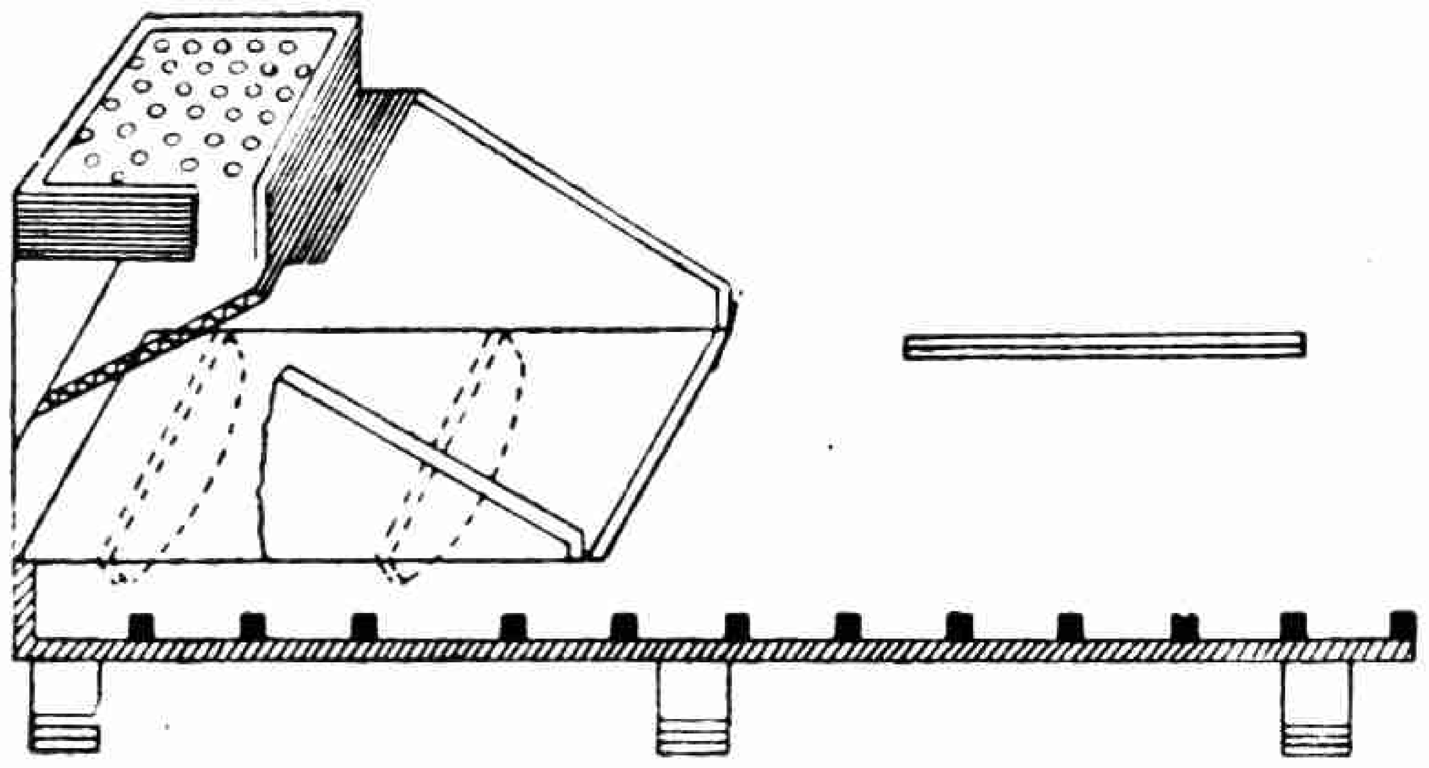
ఇటుక, గానుగ సున్నముతో సిద్ధపరచిన
కట్టడము



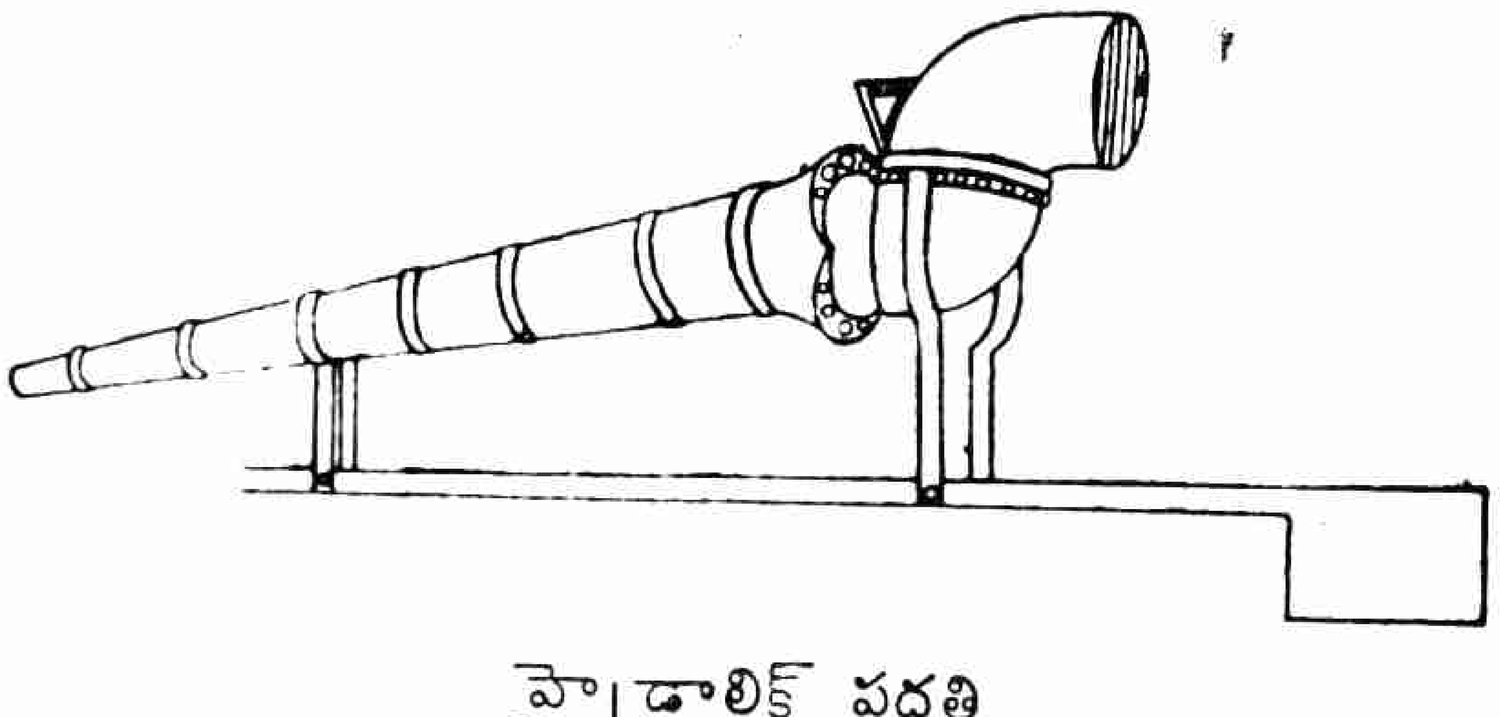
ఫోర్ పోలింగు అను
మరొక పద్ధతి



గుర్రపు నాడా ఆకారమున ఉక్కు
పట్టాను ఆధారముగా చేయుట



తూగుటుయ్యాల పద్ధతి



హైడ్రాలిక్ పద్ధతి

Blank Page

తథముగ నిలిచి ఉండవలెనన్న వాటికి ఆధార స్తంభము లను ఏర్పరుచవలెను. బలమైన గోడలకు, పై కప్పులకు కూడ ఆధార స్తంభములు అవసరము. ఏలన, అవి కొన్నాళ్ళకు బరువెక్కి వంగుటవలనగాని, పగులుటవలన గాని కూలిపోవచ్చును. గనిలోని శిలల శక్తి స్వభావములు, ప్రవేశద్వారముల స్థితి స్వభావములు, ఆధార స్తంభ ములుగ అందుబడియగు వస్తువుల వ్యయము, మన్నిక - వీటిని అనుసరించి ఆధారముల విధానమును నిర్ణయింతురు.

స్థానికముగా, చౌకగా లభించినపుడు కలపతో తన్ను కర్రలను ఏర్పరచుట తేలిక. అయితే, అవి ఉక్కు, రాయి వలె బలమైనవి కావు. పైగా అగ్నిప్రమాదములకు, తడి వాతావరణములో క్రుళ్ళుటకు లోనగును. ఇటుక, సున్నము చాల మంచివి; అనువైనవి. కాని, అవి చాల వ్యయప్రయాసలతో కూడినవి. అవి ప్రవేశ సొరంగములు మొదలగువాటికి అస్తరు వేయుటకు వాడబడును. రాతితో ఆధారములు ఏర్పరుచుట కష్టము; అధిక వ్యయసాధ్యము. కాని, గని ఉపరితల ప్రాంతము చాల దుర్బలముగా ఉండి నను, రవాణా మార్గములకు, కట్టడములకు ఉనికి అయి ఉన్నను అది ఏ పరిస్థితులలోను కూలిపోరాదు గనుక అచ్చట రాతి కట్టడపు ఆధార స్తంభములు ఏర్పరుచుట అత్యావశ్యకము. ఆధారములను ఉక్కుతో నిర్మించుట ఉత్తమము. దుర్బల ప్రాంతములలోను, గని ప్రవేశమును పరిమితము చేయ వీలుపడని తావులను ఉక్కు ఆధారము లను నెలకొల్పుదురు.

ముడి ఖనిజము రవాణా: భూగర్భమునుండి ముడి ఖనిజమును భూమి మీదికి రవాణా చేయుట చాల భారమైన పని. ఇందు రెండు దశలు కలవు. త్రవ్విన చోటు నుండి ప్రవేశద్వారము లేదా షాఫ్ట్ కేంద్రములకు చేర్చుట తొలిదశ. దీనికి కర్షణము (హాలేజి) లేదా పార్శ్వీయ రవాణా అని పేరు. షాఫ్ట్ అడుగునుండి ముడిఖనిజమును భూమి మీదికి ఎత్తుట మలిదశ. దీనికి ఉన్నయనము (హాయిస్టింగ్) అని పేరు.

కర్షణము: చిన్న గనులలో ఈ పనిని మానవులే చేయ వచ్చును. పగులగొట్టిన ముడిఖనిజమును బుట్టలలోనికిగాని, బాల్చీలలోనికి గాని ఎత్తి కార్మికులు చేతితోనో, తలమీదనో మోసికొని తేవచ్చును. అప్పుడప్పుడు దానిని తొట్టెలమీద, చిన్న బండ్లమీద లాగించవచ్చును. కాని, పెద్ద గనులలో ఒక విధమైన యాంత్రిక రవాణా అవసరమగును. ఇందుకు టైరుచక్రములు కల బండ్లుగాని, రైలు పట్టాలపై నడచు చిన్న వాగనులనుగాని ఉపయోగింతురు.

ఉన్నయనము: భూగర్భమునుండి భూమి మీదికి ముడి ఖనిజమును ఎత్తుట కర్షణముకన్న కష్టతరము; వ్యయ కరము; ప్రమాదకరము. ఇది పీపా (స్కిప్) ఉన్నయనము, పంజర ఉన్నయనము అని ద్వివిధము. మొదటిదానిలో ఖనిజమును పీపాలో పైకి తీయుదురు. రెండవదానిలో పెద్ద భవనములలో పై అంతస్తులకు పోవుటకు, మరల దిగుటకు వాడబడు లిఫ్టుల సూత్రము వినియోగింపబడును. రెండు పీపాలను, రెండు పంజరములను సంయుక్తముగా ఏక కాలమున పని చేయించుట లాభసాటి. నిలువు, ఏటవాలు షాఫ్టులు రెండింటియందును ఈ పద్ధతిని వినియోగించవచ్చును.

గాలి సదుపాయము: గనిలో స్వేచ్ఛావాయువు ప్రసర ణము లోపించును. ఖనిజమును తొలుచునపుడు, డైనమైట్ దట్టించి ప్రేల్చునపుడు, ముడి ఖనిజమును ఎత్తి పోయు నపుడు, యంత్రములు పని చేయునపుడు ధూళి-విషవాయు వులు అలముకొని గని వాతావరణము కలుషితమగును. కలప కుళ్ళి, ఖనిజములు విసంయోగించి దుర్వాసనలు బయలుదేరును. మానవుల నిశ్వాసమువలన, దీపములు వెలుగుటవలన గాలిలోని ఆక్సిజన్ పాలు తగ్గిపోవును. గనిలో లోతుకు పోయినకొలది 30 మీ. లకు దాదాపు 1°C చొప్పున తాపక్రమము హెచ్చును. యంత్రములు పని చేయుటవలన, దీపములు కాలుటవలన కూడ వేడిమి పుట్టును. గనిలోని భూగర్భజలమువలన తేమ అధికము అగును. భూమిలో 1200 - 1500 మీ. పైబడిన లోతులలో భూగర్భ జలోత్పత్తి తగ్గినను, తాపక్రమము క్రమముగా హెచ్చి భరింపరాకుండును. ఈ కారణములవలన భూగర్భ మున గనిలో కార్మికులు తమ ఆరోగ్యమును కాపాడు కొని, సౌకర్యముతో సమర్థముగా పనిచేయగలుగుటకు గనిలో పరిశుద్ధమగు తాజాగాలి విచ్చలవిడిగా ప్రసరించు నట్లు ఏర్పాటు చేయుట అత్యావశ్యకము. ఇందుకు గని నుండి భూమి ఉపరితలమునకు కనీసము రెండు రంధ్రములు ఉండవలెను. అప్పుడు ఒక రంధ్రము ద్వారా తాజాగాలి గనిలోనికి ప్రవేశించును. అపరిశుద్ధ వాయువు రెండవ రంధ్రమునుండి నిర్గమించును.

గాలి సదుపాయమును ప్రాకృతికముగను, కృత్రిమము గను కల్పింపవచ్చును. మొదటి పక్షమున గాలి తనంతతానే గనిలో ప్రసరించుటకు, గనినుండి నిర్గమించుటకు అవకాశము ఈయబడును. తాపక్రమమునందలి దైనిక వ్యత్యాసముల వలన, ఎత్తులలోని తారతమ్యములవలన గాలిప్రేషములో వచ్చిన వ్యత్యాసములు గనిలో స్వచ్ఛంద గాలిప్రసరణ మునకు దోహదము చేయును. భూమి ఉపరితలము మీది

గాలియొక్క, గనిలోని గాలియొక్క తాపక్రమ, ప్రేషము లలో కలుగు తేడాలపై ఆధారపడి గాలి గనిలోనికి ప్రవహించుటయు, గనినుండి బహిర్గమించుటయు జరుగును. అట్టి లోతులేని చిన్న తరహా గనులకు ఈ విధమైన గాలి సదుపాయము సరిపోవును.

లోతయిన పెద్దతరహా గనులలో గాలి సదుపాయము కృత్రిమముగనే ఏర్పాటు చేయవలెను. ఇందుకు పెద్ద పంకాలను వినియోగింతురు. భూమి ఉపరితలమునుండి పంకాసహాయమున ఒక రంధ్రముగుండా గనిలోనికి గాలిని నిర్బంధముగా విసురుగా పంపుట ఒక పద్ధతి. ఇటుల ప్రవేశించిన గాలి గనిలోని మలిన వాయువును రెండవ రంధ్రము ద్వారా బయటకు నెట్టివేయును. గనినుండి మలిన వాయువును పంకాసహాయమున ఒక రంధ్రము ద్వారా ఖాళీ చేయించుట మరియొక పద్ధతి. ఇటుల గనిలో ఏర్పడిన నిర్వాత ప్రదేశములోనికి బయటనుండి రెండవ రంధ్రము గుండా తాజాగాలి చొరబడును.

గనిలోనికి వాయువును ఎంత పరిమాణములో ప్రవేశ పెట్టవలెనన్న దానిని గని వైశాల్యమును బట్టి; పనిచేయు కార్మికుల, యంత్రముల సంఖ్యను బట్టి; తొలగింపబడవల సిన ధూళియొక్క, దుర్వాయువులయొక్క మొత్తమును బట్టి నిర్ణయింపవలసి ఉండును. గనిలోని తాపక్రమము, తేమ అత్యధికముగాగాని, అత్యల్పముగాగాని ఉన్నచో వాటిని తగ్గించి లేదా హెచ్చించి అనుకూల స్థాయిలో ఉండు నట్లుకూడ చేయవలెను.

జలనిర్గమనము : ఎడారులలో మినహా భూగర్భమున గల ఎల్లగనుల త్రవ్వకములలో కొద్దిగనో, గొప్పగనో నీరు తగులక మానదు. ఈ నీటి పరిమాణము తరుచుగా ఆ ప్రాంతపు వర్ష పాతముమీద; నేలయొక్క, శిలలయొక్క స్వభావముమీద; భూగర్భ స్థల పరిస్థితులమీద ఆధారపడి ఉండును. త్రవ్వకము కొనసాగుటకు, గనులకు వరదముంపు తొలగించుటకు ఆ నీటిని బయటికి తోడి వేయకతప్పదు.

తరుచుగా వేరువేరు స్థలములలో బొట్లు బొట్లుగా కారు నీటిని కొన్ని గుంటలలో సంగ్రహించి; విద్యుత్తుచే గాని, సంపీడిత వాయువుచే గాని నడపబడు పిస్టన్ పంపు (రెసి ప్రొకేటింగ్) లేదా కేంద్రాపసారి (సెంట్రిఫ్యూగల్) పంపుల సహాయమున గొట్టముల ద్వారా ఆ నీటిని ఉపరి తలము మీదికి తోడుదురు. ఆ నీరు పరిశుభ్రముగా ఉన్నచో అటులనే వాడుదురు. లేనిచో శోధించి వినియోగింతురు. [చూ. నీరు, నీటి శోధన - పు. 527].

దీపముల ఏర్పాటు : సూర్యకాంతి భూగర్భమున ఉండు గనులలోనికి ప్రవేశింపలేదు. కాబట్టి, వాటిలో పనివేళల యందు కృత్రిమముగా దీపములు ఏర్పాటు చేయవలసి ఉండును.

అన్ని ప్రధాన కూడలి ప్రాంతములవద్ద, స్టేషనుల వద్ద, యంత్రములు పనిచేయు స్థలముల వద్ద, రవాణా కేంద్ర ముల వద్ద విద్యుత్తు లేదా చమురు దీపములు ఏర్పాటు చేయుబడును. ప్రతికార్మికునకు అతడు తన పనితావును చేరుకొనుటకు, వెలుతురులో పని చేయుటకు, తిరిగివచ్చు టకు వీలుగా చేతి లాంతరులు సరఫరా చేయబడును. అవి కార్బైడ్ బ్యాటరీ లేదా చమురు లాంతరులు కావచ్చును. జ్వలన శీలవాయువు జనించు గనులలో ఆచ్ఛాదన లేకుండ వెలుగు దీపముల వాడకము విధిగా నిషేధింపబడును [చూ. ఖనిపరిశ్రమ - భద్రత - పు. 329].

సంస్తర (హొరైజన్) ఖనిపరిశ్రమ : ఈ పద్ధతి ఇటీవల జర్మనీలో పెంపొందింపబడినది. ఇదికూడ భూగర్భ ఖని పరిశ్రమయే. ఇందు ఖనిజ నిక్షేపముపై దాని ఎత్తుతో నిమిత్తము లేకుండ అనువైన ఊర్ధ్వ అంతరములవద్ద సొరంగము నుండి సమమట్టముగ అడ్డురోడ్లను నిర్మింతురు. ఈ రోడ్లు, నిక్షేపముల ఈనెలు కలిసిన చోటునుండి త్రవ్వ కములు ప్రారంభమగును. త్రవ్వబడిన ముడి ఖనిజమును పారలతో ఈ రోడ్లమీదికి చేర్చి అక్కడ నుండి దానిని సొరంగపు అడుగు భాగమునకు పంపుదురు. అ. న.

భూగర్భజలము

భూగర్భజలము : భూగర్భమున స్తరములలో గల ఖాళీస్థలములను ఆక్రమించి, ఆ స్థలములను పూర్తిగా నింపు నీటికి భూగర్భజలము అని పేరు. పూర్తిగా నింపని నీటికి ఆ పేరు సాధారణముగ వర్తింపదు.

అతి ప్రాచీన కాలమునుండి మానవ జాతి భూగర్భము నుండి జలమును సంపాదించి వినియోగించుకొనుచున్నది. మహాభారత యుద్ధసమయమున శరతల్పగతుడైన భీష్ముని కొరకు అర్జునుడు బాణముచే భూమిని తొలిచి, పాతాళ గంగను ధారా రూపమున పైకి తెచ్చెనని మనకు తెలియును. భారతీయుల, పాశ్చాత్యుల ప్రాచీన గ్రంథములలో భూగర్భజలమును గూర్చి పలు ప్రస్తావనలు కలవు. సముద్ర జలము పర్వతముల క్రిందుగా భూమ్యంతర్గత ప్రదేశము లకు ప్రవహించి, అచట విశుద్ధీకరింపబడి, ఊటల, బుగ్గల రూపమున పైకి వెలువడునని ప్రాచీనులు అభిప్రాయ పడిరి.

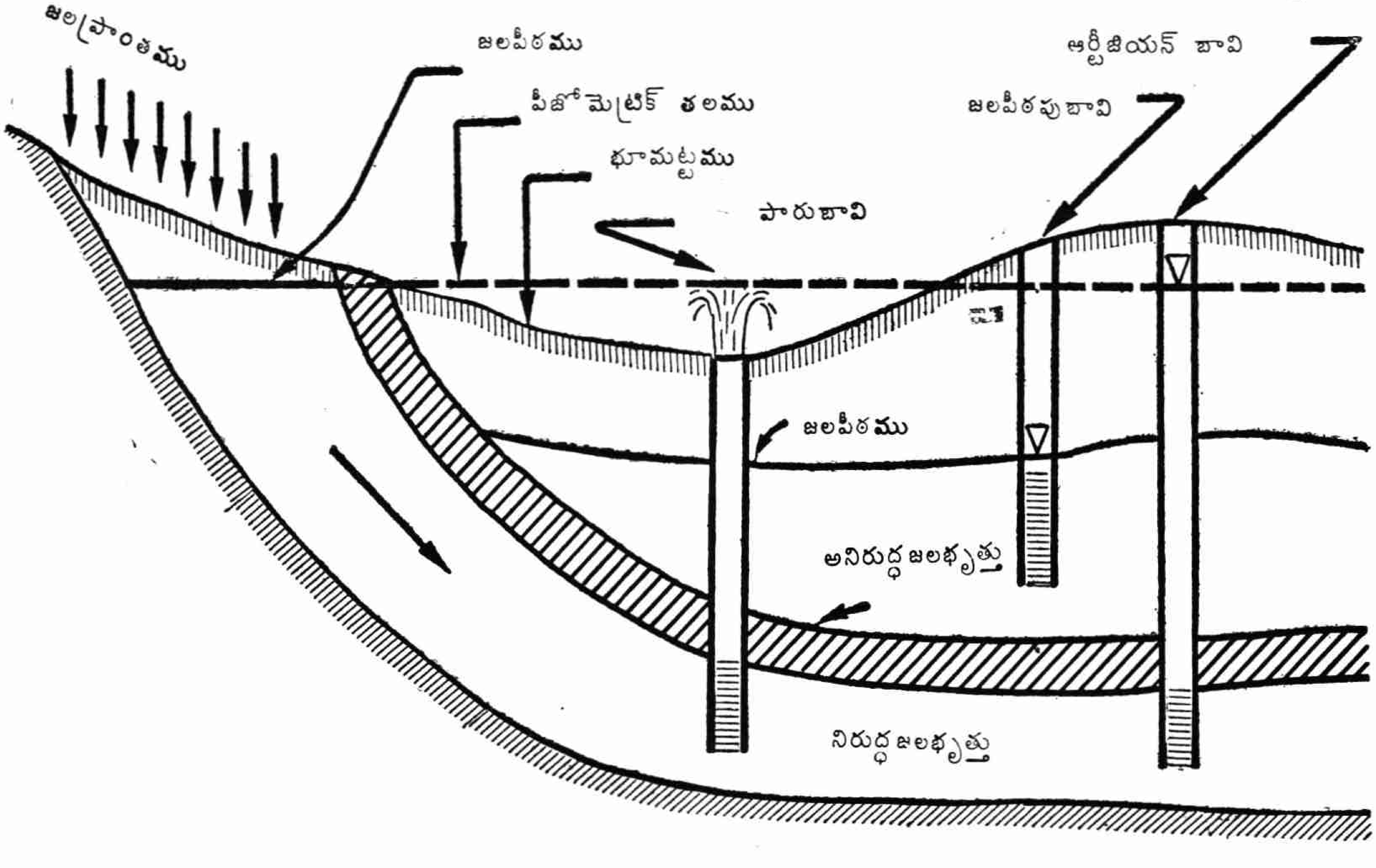
జల శాస్త్రీయ ఆవృత్తి : భూమియొక్క జలప్రసరణ వ్యవస్థకు 'జల శాస్త్రీయ ఆవృత్తి' అని పేరు. అందులో భూగర్భజలము ఒక భాగము. భూపృష్ఠములోని జలభృత్తు (అక్విఫర్)లు అనబడు జలవహన నిర్మాణములు భూగర్భ జలమునకు ప్రసార వాహికలుగను, రిజర్వాయరులుగను

పని చేయును. భూమి ఉపరితలమునుండి కాని, ఉపరితల జలములనుండి కాని నీరు ఆ నిర్మాణములలోనికి ప్రవేశించి, కొంత దూరము ప్రవహించి, ప్రాకృతిక ప్రవాహాము ద్వారా గాని, మొక్కల ద్వారా గాని, మానవ ప్రయత్నము ద్వారా గాని తిరిగి ఉపరితలమునకు వచ్చును. సాధారణముగా ఉపరితల జలమే భూగర్భ జలముగా పరిణమించును. చెరువులు, నదులు మొదలగు భూతల జలములనుండి, సముద్రమునుండి నీరు ఇగిరి, మేఘములుగా మారి, వాన రూపమున మరల భూమిపై పడును. ఈ నీటిలో కొంత భాగము సముద్రములోనికి పారును, కొంత భూమిలోనికి ఇంకును [చూ. జలశాస్త్రము - పు. 358].

ఉనికి : విభిన్న రకముల శిలల రంధ్రములలోగాని; అతుకులు, పగుళ్ళవంటి సందులలోగాని భూగర్భజలము నెలకొని ఉండును. పంకశిలలు, ముఖ్యముగా ఇసుకలు, కంకరలు చాల ప్రధానమైన జలభృత్తులు. అవి విస్తార

ఒక శిలలో కల ఖాళీస్థలము ఆ శిల ఘనపరిమాణము మొత్తములో ఎంత శాతము వరకు ఉండునో ఆ శాతమునకు ఆ శిలయొక్క సచ్ఛిద్రత (పొరోసిటీ) అని పేరు. ఒక సచ్ఛిద్ర యానకము యొక్క భేద్యత (పెర్మియబులిటీ) ను ఆ యానకము గుండా ఒక ద్రవము చొచ్చుకొనిపోవుటకు కల సౌలభ్యమును బట్టి గణింపవచ్చును. ఒక యానకము యొక్క పారగమనీయత (ట్రాన్సిమిస్సివిటీ) ఆ యానకపు భేద్యతాగుణకమును జలభృత్తు మందముతో గుణింపగా వచ్చిన మూల్యమునకు సమానము.

జలభృత్తులు నిరుద్ధములు, అనిరుద్ధములు అని రెండు రకములు. ఒక అనిరుద్ధ (అన్‌కన్‌ఫైన్‌డ్) జలభృత్తునకు జలపీఠమే దాని ఉపరితలమై ఉండును. నిరుద్ధ జలభృత్తులకు ఆర్టీష(జియ)న్ ఆక్విఫయర్లు అని కూడ పేరు. ఇవి భూగర్భజలము ఉపరిన్యస్త అభేద్య స్తరములవలన వాతావరణ ప్రేషము కన్న అధికతర ప్రేషమునకు



నిరుద్ధ, అనిరుద్ధ జలభృత్తులు

జలమును అందింప గలవు. ఆస్ట్రేలియాలోని 'గ్రేట్ ఆర్టీష (జియ)న్ బేసిన్' వంటి కొన్ని పంకశిలా మైదానములందు 12 - 15 వందల మీటరుల లోతువరకు నీరు నెలకొని ఉండును, గ్రానైట్‌లవంటి అగ్నిశిలలు, రూపాంతర శిలలు జలభృత్తులుగా లఘుప్రాధాన్యము కలవి. గట్టి గ్రానైట్ శిలలలో ఉపరితలమునుండి 30 - 60 మీటరుల లోతువరకు మాత్రమే నీరు ఉండును.

లోబడి నిరుద్ధములై ఉన్నచోట ఏర్పడును. అట్టి జలభృత్తులో త్రవ్వబడిన నూతిలో నీటిమట్టము నిరుద్ధస్తరము యొక్క అడుగు భాగము పై బడి లేచును. నిరుద్ధ జలభృత్తులలోనికి నిరుద్ధస్తరము లోపించిన ప్రాంతములగుండా నీరు ప్రవేశించును. నిరుద్ధ జలభృత్తులో ప్రేషము మితిమీరి ఉన్నప్పుడు బావులగుండా నీరు భూమి ఉపరితలము మీదికి పొరలి, పారుడు బావులు ఏర్పడును.

భూగర్భజలము భూగర్భమునుండి ఉపరితలమునకు ప్రవాహ రూపమున వెలువడినచో దానికి ఊట (స్ప్రింగ్) అని పేరు. నిరుద్ధజలభృత్తులనుండి నిరుద్ధ స్తరములోని సందుల ద్వారా ఒత్తిడిలో వెలువడి భూమి ఉపరితలము మీదికి ధారారూపమున వచ్చుటవలన ఆర్టీష (జియ)న్ స్ప్రింగులు ఏర్పడును.

భూగర్భజలము దాని ప్రాకృతిక స్థితిలో సర్వదా ప్రవహించుచుండును. జలభృత్తు యొక్క భేద్యత, జల శాస్త్రీయపు వాలు దాని ప్రవాహ గమనమును నియంత్రించును. జలశీర్షము, భేద్యత హెచ్చిన కొలది ప్రవాహవేగము హెచ్చును.

నాణ్యము : భూగర్భజలము శిలల గుండా ప్రవహించునపుడు అది ఆ శిలలలోని ద్రావ్యలవణములను తనలో విలీనము చేసికొనుచుండును. కాబట్టి, ఉపరితల జలములో కన్న భూగర్భజలములో తరుచుగా లవణములు హెచ్చుగా ఉండును. పొడి వాతావరణము కల ప్రాంతములలో నేలలలోని లవణములు వాననీటిచే కొట్టుకొని పోవుటకు అవకాశము తక్కువ కాబట్టి, ఆ నేలల నీటిలోను, అచటి భూగర్భజలములోను లవణరాశి చాల ఎక్కువగా ఉండును.

అన్వేషణ : భూగర్భజలాధారములను అన్వేషించుటకు, స్థానమును నిర్దేశించుటకు భూశాస్త్రీయ, భూభౌతిక అన్వేషణ పద్ధతులు వినియోగింపబడును. భూభౌతిక పద్ధతులతో విద్యున్నిరోధక పద్ధతి [చూ. పు. 313], భూకంపన వక్రీభవన పద్ధతి [చూ. పు. 314] చాల ఉపయోగములు. అన్వేషణ ఫలితములను నిర్ధారణ చేయుటకు ఆ యా ప్రదేశములందు శోధన రంధ్రములను తొలుచుట కూడ జరుపబడును.

నూతులు : మానవులు భూగర్భజలమును నూతులలోనుండి తోడుకొని వినియోగింతురు. త్రవ్వుడు నూతులు, గొట్టపు నూతులు అని రెండు రకములు. భారతదేశమున త్రవ్వుడు నూతులును, పాశ్చాత్యదేశములలో గొట్టపు నూతులును ఎక్కువగా వాడుకలో ఉన్నవి. కేబుల్ టూల్ పద్ధతినిగాని, హైడ్రాలిక్ రోటరీ పద్ధతినిగాని చేపట్టి భూమిని రిగ్‌ల మూలమున తొలచి, గొట్టములను లోనికి దింపి, గొట్టపు నూతులను నిర్మింతురు. కేబుల్ టూల్ రిగ్‌లో ఒక ఉక్కు తాడు [కేబుల్] కు ఉలివంటి బరువైన పనిముట్టు వ్రేలాడ గట్టబడి ఉండును. ఆ పనిముట్టును నిర్ణీత కాలములలో ఎత్తుచు, దించుదురు. ఈ విధముగ భూమిలోకి ఒక రంధ్రము తొలువబడును. తొలవబడిన మట్టిని, రాతిముక్కలను మరొక పరికరము రంధ్రమునుండి తొలగించుచుండును.

హైడ్రాలిక్ రోటరీ రిగ్‌కు గుల్లగానుండి తిరుగుచుండు ఒక తునక (బిట్) అమర్చబడి ఉండును. దానిద్వారా బంకమన్ను, నీరు, కలిసిన బురదవంటి ద్రవము చొచ్చును. తునకచే ఖండింపబడి వదులు చేయబడిన నూకను ఆ ద్రవము రంధ్రమునుండి పైకి నెట్టివేయుచుండును.

రిగ్‌లతో భూమిలో 1000 మీ. పైచిలుకు లోతువరకు తొలిచి, కేసింగ్ అనబడు ఉక్కు గొట్టములను దించి గొట్టపు నూతులను ఏర్పాటు చేయవచ్చును.

ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో పశ్చిమ గోదావరి జిల్లాలో ఉంగుటూరు సమీపమున ఆర్టీష [జియ] న్ మైదానమున గల శిలలలో భూగర్భజలము ప్రవాహ స్థితియందు ఉన్నది. ఈ శిలలు టెర్షరీయుగపు ఇసుకరాళ్ళు. దేశములోని ఇతర రాష్ట్రములలోవలెనే ఈ రాష్ట్రమున కూడ తరుచుగా 12 మీ. లోతువరకు త్రవ్వబడిన పెద్ద వ్యాసము కల నూతులనుండియే ఎద్దుల మోటల సహాయమున భూగర్భజలమును తోడుదురు. ఎద్దులకు బదులు ఇప్పుడిప్పుడు విద్యుత్తుచే నడచు సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపు సెట్లు వాడుకలోనికి వచ్చుచున్నవి [చూ. సం. 8 - పు. 640]. తె. సు.

భూగర్భ రైల్వేలు : చూ. రైల్వేనిర్మాణము.

భూప్రాదుర్భావము : చూ. సమీక్ష - పు. 126.

భూ భౌతిక శాస్త్రము : భూ భౌతిక శాస్త్రము అనగా భూమికి సంబంధించిన భౌతిక సంఘటనల అనుశీలనము. ఇందు భూమిలోని అగాధ అంతర్భాగమునుండి, భూమి పైన కొన్ని వందల కిలోమీటరుల వరకు వ్యాపించిన ఉపరి వాతావరణమున జరుగు సంఘటనలు అనుశీలింపబడును. కాబట్టి, దీనికి భూ భౌతికశాస్త్రము అను పదము అక్షరాల సార్థకము. భూగ్రహ స్వభావమును సమగ్రముగా అవగాహన చేసికొనగలుగుటకు గణితము, ఖగోళ శాస్త్రము, రాసాయనికశాస్త్రము, భూశాస్త్రము వంటి సోదరవిజ్ఞానముల పరిచయము; విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వము, గురుత్వాకర్షణ, ఉష్ణము, స్థితిస్థాపకత వంటి భౌతికశాస్త్ర సూత్రముల వినియోగము అత్యావశ్యకము. స్థూలముగా చెప్పవలయునన్న భూ భౌతికశాస్త్రము శిలావరణ (భూపృష్ఠము), జలావరణ (మహాసముద్రములు), వాతావరణముల భౌతికధర్మములను తెలిసికొన ప్రయత్నించును. ఇటుల సముద్రశాస్త్రము, జలశాస్త్రము, వాతావరణశాస్త్రము, వాయుశాస్త్రము భూ భౌతిక శాస్త్రమున అంతర్భాగములు. అయితే, వాటి అన్నిటి స్వభావ వైవిధ్యము వలన, విషయ బాహుళ్యము వలన భూ భౌతికశాస్త్రము శిలావరణ (లిథోస్ఫియర్) అనుశీలనమునకు పరిమితము చేయబడినది. ఇందు కొన్ని శాఖలు -

భూకంపనశాస్త్రము (సైస్మాలజీ), టెక్టోనిక్ భౌతిక శాస్త్రము, అగ్నిపర్వతశాస్త్రము, భౌమ్య అయస్కాంత తత్వము, భూగోళగణితము (జియోడెసీ), భూకాలమాన శాస్త్రము అనునవి ఇటీవల కొంతవరకు ప్రత్యేక విజ్ఞాన శాఖలుగ పరిగణనను ఆర్జించినవి. సామాన్యపరిభాషలో నేడు భూభౌతికశాస్త్రము అనగా భౌతికశాస్త్ర మౌలిక సూత్రముల వినియోగముతో ఆర్థిక ప్రాముఖ్యము కల ఖనిజ నిక్షేపములను, నూనె గనులను అన్వేషించుటకు పెంపొందింపబడిన 'అన్వేషక భూభౌతికశాస్త్రము' అని అర్థము.

భూకంపనశాస్త్రము అత్యున్నత పురోగతిని అందుకొనినది. భూకంపములు, తత్సంబంధ భూచలనములు అందు పరిశీలన విషయములు. భూగర్భమున ఒక పరిమిత ప్రాంతమున పుట్టి అక్కడనుండి అన్ని దిక్కులకు విస్తరించు ఒక ఆకస్మిక, అస్థిర భూచలనము లేదా చలన పరంపర భూకంపము అనబడును. సాధారణముగ భూకంపములు [చూ. పు. 607] భూగర్భమున లోలోతులలో సుదీర్ఘ కాల వ్యవధులలో నిల్వచేయబడిన బ్రహ్మాండమైన శక్తి అకస్మాత్తుగా విడుదల పొందుటవలన సంభవించును. భూకంపములు ఒక్కొక్కప్పుడు పర్వతోత్పత్తి [చూ. పు. 142], అగ్నిపర్వతస్ఫోటనములు, ఉపరితలపు ప్రేలుడులు, ఉల్కాపాతములు వలన కూడ సంభవించుచుండును.

భూకంపములు పుట్టు స్థలమునకు నాభి (ఫోకస్) అని పేరు. భూగర్భమున గల దాని లోతును బట్టి భూకంపములు 1. ఉత్తల (షాలో); 2. మధ్యంతర; 3. అగాధ భూకంపములు అని మూడు రకములుగ ఉండును. ఉత్తల (లోతు అట్టే లేని) నాభి కల భూకంపములు భూగర్భమున 60 కి. మీ. లకు తక్కువ లోతులలో పుట్టును; మధ్యంతర నాభి కలవి 60 - 300 కి. మీ. లోతులలో పుట్టును; ఇక అగాధ నాభి కలవి భూమి ఉపరితలమునుండి 300 — 700 కి. మీ. లోతులలో జనించును. భూకంపమువలన సంభవించు విధ్వంసనపు ముమ్మరము అది పుట్టిన లోతు మీద, అధి కేంద్రీయ దూరము (ఎపిసెంట్రల్ డిస్టెన్స్)-అనగా నాభికి, విధ్వంసితప్రాంతమునకు మధ్య కల దూరము - మీద, భూకంప కారణముల మీద ఆధారపడి ఉండును. భూకంపముల విధ్వంసక ఫలితములను అతిక్రమించుటకు మానవుడు చేసిన తీవ్రకృషి ఫలితముగా భూకంపనశాస్త్రములోను, ఇంజనీరింగు భూకంపన శాస్త్రములోను విశేషమైన పురోగతి సాధింపబడినది [చూ. భూకంపములు - ఇంజనీరింగు నిర్మాణములు - పు. 609]. అనేక దేశములలో - ముఖ్యముగా తరుచు భూకంపములవలన విపరీతనష్టములు కలుగు దేశములలో - ఇంజనీరింగు నిర్మాణములపై భూకంపముల వలన కలుగు దుష్ఫలితములమీద, భూకంపములకు తట్టుకొని నిలువ గల నిర్మాణముల రూపకల్పన మీద, అందుకు అనువగు నిర్మాణ సామగ్రిని తయారు చేయుటమీద అపార పరిశోధనలు జరిగినవి; జరుగుచున్నవి.

భూకంపనమున విడుదలయగు అపారశక్తి నాభివద్ద నుండి అన్ని దిక్కులకు తరంగరూపమున ప్రసారితమగును. ఇవి అంగతరంగములు, ఉపరితలతరంగములు అని రెండు రకములు. అంగతరంగములలో ప్రాథమిక లేదా P తరంగములు (స్థితి స్థాపక సిద్ధాంతమున వీటికి సంపీడక తరంగములు అని పేరు) గౌణ (సెకండరీ) లేదా S తరంగముల (వీటికి భ్రమణతరంగములు అని కూడా పేరు) కన్న వేగముగా పయనించును. అంగతరంగములు భూమిలోని వేరు వేరు పొరలగుండా వ్యాపించి, భూమి అంతర్గత సంఘట్టనమును గూర్చి గరిష్ఠ సమాచారమును తెలియపరచును. ఉపరితల తరంగములు కూడ 'లవ్' తరంగములు, 'ర్యాలీ' తరంగములు అని రెండు రకములు. అవి భూమి ఉపరితలము గుండా హెచ్చుకంపన విస్తారములతో వ్యాపించును. అవియే విధ్వంసమునకు చాల వరకు కారకములు. ఈ భూకంపన తరంగముల రాకను సీస్మోమీటరులు అను సున్నితపు పరికరములవలన గుర్తింపవచ్చును. ఆధునిక సీస్మోమీటరులలో ఒక శాశ్వత అయస్కాంతము యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రమున ఒక తీగెచుట్ట ఉంచబడును; ఈ రెండింటిలో నేదేని ఒక్కటి స్థలచలనమునకు సాపేక్షముగ చలించుచుండును. ఈ సాపేక్షచలనమువలన ఉత్పన్నమగు విద్యుచ్ఛాలకబలము (ఎలక్ట్రోమోటివ్ ఫోర్స్) వృద్ధి చేయబడి, ఫోటోగ్రాఫిక్ సాధనము సహాయమున రికార్డు చేయబడును. ఈ సీస్మోమీటరులు భూకంపములనుండి కలుగు స్థల చలనములను నిర్విరామముగా నమోదు చేయుచుండును. ఇట్టి పరికరములు యావత్ప్రపంచమున పలు తావులందు నెలకొల్పబడినవి. అవి భూకంపములు ఎక్కడ ఎప్పుడు పుట్టినను వాటి ఆఘాతములను రికార్డు చేయుచుండును.

భూమి గనుక సమగ్రముగా సజాతీయమై సమస్థితి ధర్మములు కలిగి ఉండినచో సీస్మిక్ రికార్డులలో ప్రాథమిక, గౌణ (సెకండరీ), ఉపరితల తరంగములు మాత్రమే నమోదు చేయబడి ఉండెడివి. కాని, సీస్మోగ్రామ్‌లలో రకరకముల దీర్ఘ తరంగ పరంపర కనవచ్చును. ఈ తరంగములు కంపన విస్తారము (ఆంప్లిట్యూడ్) లో క్రమముగా హెచ్చుగుచు, గరిష్ఠ మూల్యములను అధిగమించి, అక్కడ నుండి అతి త్వరితముగా క్షీణించును. ఈ అంగతరంగము ు

భూమి లోపలి భాగము విజాతీయమై ఉన్నదని సూచించుచున్నవి. సీస్మోగ్రామ్‌లనుండి భూమికి సంబంధించిన అనేక ఇతర లక్షణములు కూడ నిగమింపబడినవి. 105° అధికేంద్రీయ దూరమువరకు ప్రాథమిక, గౌణ తరంగములు వాటి పరావర్తిత (రిఫ్లెక్టెడ్), వక్రీకృత (రిఫ్రాక్టెడ్) ఘటకములతో సహా సీస్మోగ్రామ్‌లలో నమోదు చేయబడి గోచరించును. ఈ అధికేంద్రీయ దూరమునకు అవల గౌణతరంగములు కాని, వాటి ఘటకములు కాని రికార్డు చేయబడుట లేదు. 105°, 142° అధికేంద్రీయ దూరముల నడుమ గల ప్రాంతమున ప్రాథమిక తరంగముల యొక్క సవరింపబడినరకము, PKP అను తరంగము కూడ రికార్డు చేయబడుట లేదు. ఈ ప్రాంతమునకు 'ఛాయా మండలము' అని పేరు. ఉత్తల, మధ్యంతర భూకంపముల సీస్మోగ్రామ్‌లు చూపు పై అవేక్షణలనుబట్టి, ఇతర అవేక్షలను బట్టి భూమియొక్క అంతర్నిర్మాణ, సంఘట్టనలను గూర్చి శాస్త్రవేత్తలు కొన్ని ప్రధాన నిర్ణయములు చేయగలిగిరి. ఈ నిర్ణయముల ప్రకారము భూమి ఏక కేంద్రీయములైన మూడు ప్రధాన స్తరముల క్రింద విభజింపబడినది. పైనుండి క్రిందికి ఆ మూడిటికి వరుసగా పృష్ఠము (క్రస్ట్), వేష్టనము (మాంటిల్), గర్భము (కోర్) అని పేర్లు. పృష్ఠమునుండి వేష్టనమును వేరుపరచు సరిహద్దు మొహోరోవిక్ విచ్ఛిన్నత అనియు, వేష్టనమును గర్భమునుండి వేరుపరచు సరిహద్దు గ్యూటెన్‌బర్గ్ విచ్ఛిన్నత అనియు పేర్కొనబడును. వీటికి తమను గుర్తించిన శాస్త్రవేత్తల పేర్లు పెట్టబడినవి.

భూమియొక్క వ్యాసార్ధముతో పోల్చి చూచినచో పృష్ఠము యొక్క మందము అతిస్వల్పము అని చెప్పవచ్చును. అది స్థలమును బట్టి మారుచు, మహాసముద్రముల క్రింద కన్న ఖండముల క్రింద అధికముగా ఉండును. దాని సగటు మందము రమారమి 35 కి. మీ. పృష్ఠములో రెండు వేర్వేరు పొరలు - అడుగున బసాల్ట్ (నల్లశానపు) శిలల పొర, దానిమీద గ్రానైట్ (తెల్లశానపు) శిలల పొర - గుర్తింపబడినవి. భూకంపన తరంగముల వేగము క్రింద ఉన్న బసాల్ట్ పొరలోకన్న పైనున్న గ్రానైట్ పొరలో తక్కువ.

మొహోరోవిక్ విచ్ఛిన్నత క్రింద ఉన్న వేష్టనము భూమి యావదాయతనములో రమారమి 5/6 వంతులు ఆక్రమించును. అది మొహోరోవిక్ విచ్ఛిన్నతనుండి ప్రారంభమై (భూమి ఉపరితలమునుండి) 2,900 కి. మీ. లోతువరకు విస్తరించును. వేష్టనము కూడ మూడు ఏక కేంద్రీయమండలముల క్రింద వింగడింపబడినది. మీది మండలము రమారమి 200 కి. మీ. లోతువరకు, రెండవ, మూడవ మండలములు క్రమముగా 900, 2,900 కి. మీ. లోతు వరకు విస్తరించును. వేష్టనములోని ద్రవ్యము యొక్క స్వభావము ఇంతవరకు సంపూర్ణముగ అవగాహన కాలేదు. కాని, వేష్టనములో కనీసము ఒక భాగము అర్ధతప్తస్థితిలో ఉన్నదని శాస్త్రవేత్తల విశ్వాసము. దాని విశిష్ట గురుత్వము 3·3 నుండి 5·6 వరకు మారుచుండును. వేష్టనమున భూకంపనతరంగవేగములు లోతు ఎక్కువైన కొలది ఎక్కువగును. వేష్టనములోని ద్రవ్యము యొక్క స్వభావమును కనుగొనుటకు ఇటీవల 'మోహోలీ ప్రాజెక్టు' రూపొందింపబడినది [చూ. సమీక్ష - పు. 131].

భూకేంద్రమున గల గర్భము యొక్క వ్యాసార్ధము రమారమి 4,300 కి. మీ. అనగా అది భూమి యావత్ వ్యాసార్ధమున ఇంచుమించు 70% ఉండును. గర్భమునందు కూడ ఒక విచ్ఛిన్నత కలదు. అది గర్భమును అంతర్గర్భము, బహిర్గర్భము అని రెండు భాగములుగ విభజించును. అంతర్గర్భపు వ్యాసార్ధము రమారమి 1,600 కి. మీ. బహిర్గర్భము తప్తస్థితిలోను, అంతర్గర్భము ఘనస్థితిలోను ఉన్నవని విజ్ఞానుల విశ్వాసము. బహిర్గర్భము తప్తస్థితిలో ఉండుటవలన గౌణతరంగములు దానిగుండా ప్రసరింపలేవు. గ్యూటెన్‌బర్గ్ విచ్ఛిన్నత వద్ద సాంద్రత ఉన్నపాటున 5·6 నుండి 9·8 వరకు పెరుగును. గర్భము మొత్తము మీద దాని సగటు సాంద్రత సుమారు 20. ఇది ఇంత హెచ్చుగా ఉండుటకు కారణము గర్భము ఒక నికెల్ - ఇనుము ధాతుమిశ్రముతో సంఘటింపబడుటయే అని ఒక భావన కలదు. ఈ భావన భూమి సగటు సాంద్రత ఎక్కువగా ఉండుటకు కారణమును, భూమియొక్క ప్రధాన అయస్కాంత క్షేత్రమునకు ఆధారమును చూపుచున్నది. భూకంపనశాస్త్ర రీత్యా నిగమింపబడిన భూమి అంతస్సంఘట్టనము భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రము (జియోమాగ్నటిక్ ఫీల్డ్)ను అవగాహన చేసికొనుటలో తోడు పడుచుండగా, ఈ అవగాహన భూమి అంతస్సంఘటనములో కొన్ని సవరణల ప్రతిపాదనకు వీలు కలిగించుచున్నది.

భూమికి అయస్కాంత లక్షణములు కలవని చాల కాలమునుండి తెలియవచ్చుచున్నను, భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రమునకు హేతువు తెలియుటలేదు. అది నేటికిని భూ భౌతికశాస్త్రమున ఒక ప్రధాన అపరిష్కృత సమస్య. భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రము దేశకాలములలో నిర్విరామముగ మారుచుండును. ఇంతేకాక, అది సూర్యకుటుంబములోని ఇతర గ్రహములకు, ముఖ్యముగా సూర్య - చంద్రులకు

సంబంధించిన అసంఖ్యాక భౌతికసంఘటనలతో సన్నిహితముగ ముడివడి ఉన్నది. పై పెచ్చు ఆ సంఘటనలు అడపాదడపా ఒక అజ్ఞాతరీతిలో అవిచ్ఛిన్నముగ మారుచుండును. ఇన్ని కారణములవలన ఆ సమస్య మరింత జటిలమైనది. భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్ర పరిశీలనలో తారసిల్లు వివిధములగు క్లిష్టాంశములను బోధపరచుకొనుటకు యావత్ప్రపంచము మీద అనేక శతాబ్దములపాటు సేకరించిన సమాచార వివరములను ఓపికతో విమర్శింపవలసి ఉండును. అట్టి పరిశీలనను పురస్కరించుకొని, భూమి ఉపరితలమువద్ద అవేక్షించిన అయస్కాంత క్షేత్రములో 96% ఒక నియత భాగము (ప్రధాన ద్విధ్రువ క్షేత్రము), 2% భౌమ్య అయస్కాంత వ్యత్యాసములను కలిగించు అయనితభాగము (నిరక్ష ద్విధ్రువ క్షేత్రము), 2% బహిరాధారములనుండి (బహుశా ఎగువ వాతావరణమునుండి) ఉత్పన్నమగు అస్థిర క్షేత్రము. ప్రధాన ద్విధ్రువ క్షేత్రమునకు ఆధారము అంతర్గతమై ఉండును. యావత్ప్రపంచమున గల అసంఖ్యాక భౌమ్య అయస్కాంత పరిశోధనశాలలకు చెందిన అయస్కాంత పరివర్తన మాపకములు భౌమ్య అయస్కాంత పరివర్తనములను అవిచ్ఛిన్నముగ రికార్డు చేయుచుండును. అయస్కాంత పరివర్తనమాపకములలో దృఢమయిన చిన్న చిన్న అయస్కాంత సూదులు అయస్కాంత ఘటకములో కాలానుసారముగ వచ్చు మార్పులను తెలియపరచుటకు వీలైన స్థితిలో స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడగట్టబడి ఉండును. అయస్కాంత సూదుల చలనములు ఫోటోగ్రఫీ ద్వారా నిర్విరామముగ నమోదు చేయబడుచుండును.

భౌమ్య అయస్కాంత రికార్డుల విశ్లేషణవలన ప్రధానములైన భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్ర లక్షణములు పెక్కు నిగమింపబడినవి. అయస్కాంత ఘటకములు అన్నియు కాలమును అనుసరించి, రోజులో గంటగంటకు, మాసమున రోజురోజుకు, ఏడాదిలో నెలనెలకు, సంవత్సరమునకు సంవత్సరమునకు ఆవృత్తిక్రమమున మారుచుండును. ఈ మార్పుల రేటునుబట్టి, పరిమాణమునుబట్టి రికార్డు చేయబడిన రోజులు అయస్కాంతముగా 'ప్రశాంతములు', 'సంక్షుబ్ధములు' అని పేర్కొనబడును. కొన్ని రోజులలో అయస్కాంత ఘటకములు పరివర్తనములలో ఉన్నపాటున పెద్ద ఆకస్మిక మార్పులు గోచరించును. కాని, అవి క్రమముగా సాధారణ పరివర్తనముల స్థాయికి తగ్గిపోవును. అట్టివానిని 'అయస్కాంత తుఫానులు' అందురు. ఇంతేకాక, భౌమ్య అయస్కాంతము యొక్క సాలుసరి సరాసరి మందమైన - అయినప్పటికి విస్పష్టమైన - మార్పును చూపించును. దీనికి 'భౌమ్య పరివర్తనము' అనిపేరు. క్షేత్ర సదిశరాశి (వెక్టర్)గాని, దాని ఏ ఒక ఘటకముగాని అవేక్షణలు జరిగిన స్థలము వద్ద భూమి ఉపరితలముమీద ఒక అండాకృతి చిత్రమును గీయును పరివర్తన పూర్ణ ఆవృత్తి ముగియుటకు 500 ఏండ్లు పట్టును. భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రపు పరిమాణము కాలము కడచినకొలది క్షీణించుననియు, భూమియొక్క అయస్కాంతీకరణ దిశ నియమిత కాలమునకు ఒకసారి తారుమారు అగుననియు కూడ కనుగొనబడినది. భౌమ్య అయస్కాంత పరివర్తనములు సూర్యుని (సౌరజ్వాలలు, కళంకప్రవృత్తి మొ॥) తోను, చంద్రునితోను, అవేక్షణకేంద్రపు స్థానముతోను సన్నిహిత సంబంధము కలవై ఉండును. కావున, అత్యంత క్లిష్టములైన భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రపరివర్తనములను ఏ ఒక భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్ర సిద్ధాంతమును బట్టియైన వివరింప కలుగుట కష్టము.

భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రాదుర్భావమును వివరించుటకు అనేక సిద్ధాంతములు ప్రతిపాదింపబడినవి. వాటిలో ఒకటి (ప్రాచీనము) భూమి ఏదో ఒక విధమున ఏకరూపముగ అయస్కాంతీకరింపబడి ఉన్నది అను భావనపై ఆధారపడినది. ఈ ఏకరూప అయస్కాంతీకరణము యావత్ భూభాగమున విస్తరింపవచ్చును లేదా పలుచని పృష్ఠపు పైభాగమునకే పరిమితమై ఉండవచ్చును. ఇతర సిద్ధాంతములు విద్యుదావేశవ్యాపనము, అంతర్గత విద్యుత్తు ప్రవాహములు, భూమి తన అక్షము మీద పరిభ్రమించుట అను భావనల ఆధారమున ప్రతిపాదితములైనవి. అయితే, ఈ సిద్ధాంతములు అన్నియు ఏదో ఒక అభ్యంతరమును ఎదుర్కొనవలసి వచ్చినవి. ఇటీవల 'డైనమో సిద్ధాంతము' అను క్రొత్త సిద్ధాంతము వచ్చినది. దీని ప్రకారము గర్భములో విద్యుత్ప్రవాహములు ఉత్పాదింపబడి, అవి ఒక స్వతఃప్రేరిత డైనమోలో వలెనే క్షీణించకుండ ఉంచబడుచున్నవి. అందువలన పుట్టు అయస్కాంత ఫలితములే భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రముగ పరిణమించినవి.

'పురా అయస్కాంత (పేలియో మాగ్నటిక్) అనుశీలనములు' అనబడు కొన్ని ప్రత్యేక పరిశోధనలనుండి భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్క భూశాస్త్రీయ భూతకాల చరిత్ర వెల్లడి అయినది. ఈ అనుశీలనములు వివిధ యుగములలోని శిలలు - అవి రూపొందిన కాలము నాటి భౌమ్య అయస్కాత క్షేత్రమునుండి అయస్కాంత ధర్మమును ఆర్జించి నిలబెట్టుకొనును అను భావన ప్రాతిపదికగా సాగింపబడినవి. కాబట్టి, వివిధ యుగములనాటి శిలల

పురా అయస్కాంత లక్షణములను అనుశీలించి, భూత కాలపు భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రపు స్వభావమును, పరివర్తనములను గ్రహింపవచ్చును. ఈ పురా అయస్కాంత అనుశీలనలు ఖండగమనము [చూ. పు. 143] - అనగా ఖండాంతర భూ భాగముల క్షైతిజగమనము - అను వాదము గూర్చి, ధ్రువస్థానములు అయస్కాంతముగ తారుమారు అగును అను సిద్ధాంతమును గూర్చి విశేష సమాచారమును సమకూర్చినవి; భారత ఉపఖండము పురాకాంబ్రియన్ యుగములలో దక్షిణార్ధగోళమున ఉండి, దాదాపు 70 కోట్ల ఏండ్లక్రితము భూమధ్యరేఖను దాటి ఉత్తరార్ధ గోళమున ప్రవేశించెనని తెలియుచున్నది. ప్రపంచములోని విశాల భూ భాగములు క్షైతిజగమనములకే కాక, కొన్ని ఊర్ధ్వగమనములకు కూడ పనుపబడినవని భూసంతులన పరిశోధనలనుండి తర్కరీత్యా శాస్త్రవేత్తలు నిర్ణయించిరి.

భూసంతులన : ఈ సిద్ధాంతమునకు భారతదేశమునందే బీజారోపణ జరిగినది. హిమాలయా పర్వతప్రాంతమున (దూరము రమారమి 152 మీ.) కలియానా, కలియాన్‌పూర్ అను రెండు తావుల మధ్య భూగణనరీత్యాను, ఖగోళశాస్త్ర రీత్యాను కొలవబడిన కొలతలలో సుమారు 127 మి. మీ. (5") వ్యత్యాసము కలదని త్రిభుజీకరణ (ట్రయాంగ్యులేషన్) పద్ధతిని అత్యంత అన్యూనాతిరిక్తముగా జరుపబడిన భారతదేశపు సర్వేవలన బయటపడినది. హిమాలయముల ద్రవ్యరాశివలన అవలంబరేఖ (ప్లమ్ లైన్) లో వచ్చిన అదనపు విచలనమే ఆ వ్యత్యాసము (అసంగతము) నకు కారణమని ప్రాట్ అను విజ్ఞాని అభిప్రాయపడెను. తరువాత రెండు తావుల వద్ద విచలనముల పరిమాణములు పరిమాణాత్మకముగా లెక్క కట్టబడినవి. విచలనము కలియానా వద్ద 27" 55 అనియు, కలియాన్‌పూర్ వద్ద 11" 97 మాత్రమే అనియు; వ్యత్యాసము 15"·88 అనియు తేలినది. ఈ వ్యత్యాసము పైన చెప్పిన అపేక్షిత వ్యత్యాసముకన్న మూడు రెట్లు ఉన్నది.

ఈ అసాధారణ ఫలితమును వివరించుటకు రెండు సిద్ధాంతములు ప్రతిపాదింపబడినవి. ఒక సిద్ధాంతమున భూపృష్ఠమున ఒకానొక ప్రత్యేకపు లోతువద్ద ఆ ప్రాంతమున గల శిలలు సమాన ఒత్తిడులు కలిగించునట్లుగా విన్యసింపబడి ఉండునని భావింపబడినది. అనగా, ఆ లోతువద్ద వ్యత్యస్త సాంద్రతల పరిహారము జరుగును [చూ. పు. 124]. కావున, ఆ లోతునకు 'పరిహారపు లోతు' అని పేరు. శిలల సాంద్రత పర్వతముల క్రింద తక్కువగను, మహాసముద్రముల క్రింద ఎక్కువగను ఉండును. ఇటుల పృష్ఠములోని శిలలు స్థానికముగా వేడెక్కింపబడి, ఉపరి వ్యాకోచనము పొంది, లఘుతర సాంద్రత కల ద్రవ్యములతో ఎక్కువ స్థలమును ఆక్రమించుటవలన పర్వతోత్పత్తి జరుగును. రెండవ సిద్ధాంతమునందు భూపృష్ఠమున వేర్వేరు బ్లాకులు కలవనియు, అవి ప్లాస్టిక్ రూపమున ఉన్న వేష్టనముపై తేలియాడుచున్నవనియు ఊహింపబడినది. బ్లాకు ఎత్తు మామూలు మట్టము మీదకంటె ఎక్కువ అయిన కొలది ఆ బ్లాకు (తేలియాడుచున్న ఒక మంచు దిబ్బలో వలెనే) లోనికి చొచ్చుకొని లోతు ఎక్కువగును. కాబట్టి, పృష్ఠము యొక్క మందము మహాసముద్రముల క్రింద కన్న ఖండముల క్రింద అధికముగా ఉండక తప్పదు. ఈ యథార్థమును భూకంపనశాస్త్రము నిరూపించుచున్నది. హిమాలయముల విషయమున అవలంబరేఖ ఆ పర్వతములచే ఉత్తర దిశగా ఆకర్షింపబడుచున్నదనియు, వేష్టనము లోనికి చొచ్చుకొనుచున్న పర్వతపు 'వేరులు' ఆ ఆకర్షణను ప్రతిఘటించుచున్నవనియును ఈ సిద్ధాంతమున ప్రతిపాదింపబడుచున్నది.

భూసంతులన సమస్య ప్రకృతిలో గోచరించు కొన్ని క్లిష్ట సమస్యలకు సమాధానము చెప్పుచున్నది. అత్యున్నత పర్వత పంక్తులను భూపృష్ఠపు శిలలు మోయుచున్నవి. కాని, ఆ శిలలకు అంత పెద్ద భారములను తట్టుకొని నిలబడ గల దార్ఢ్యము లేదని తెలియవచ్చినది. భూఖండముల ద్రవ్యరాశులు అన్నియు వాటికంటె బరువైన ప్లాస్టిక్ ద్రవ్యముపై తేలియాడునపుడే పర్వతములు పృష్ఠశిలలపై ఆధారపడి నిలువగలుగుట సాధ్యమగును. ఇదిగాక, కొన్ని భూప్రాంతములు - ముఖ్యముగా పర్వత సమీపప్రాంతములు - పైకి లేచుటయో, క్రిందికి క్రుంగిపోవుటయో జరుగుచున్నదని కూడ తెలియుచున్నది. నిజమునకు హిమాలయములు శతాబ్దమునకు 60 మి. మీ. చొప్పున పైకి పెరుగుచున్నవని శాస్త్రవిదులు విశ్వసించుచున్నారు. ఈ పెరుగుదల భూసంతులనాత్మక పరిహారము అను భావమును అనుసరించి స్పష్టీకరింపబడుచున్నది. హిమాలయములు కావలసిన దానికన్న ఎక్కువగనే పరిహారము పొందినవనియు, అనగా వాటి వేరులు ప్లాస్టిక్కు వేష్టనమునందు కావలసిన దానికంటె ఎక్కువ లోతుకు చొచ్చుకొనుచున్నవనియు; భూసంతులనాత్మక సమతులిత స్థితి స్థాపింపబడునంతవరకు వాటి వేరులు ఆ విధముగ చొచ్చుకొనిపోవుటయు; హిమాలయముల ఎత్తు పెరుగుటయు జరుగుననియు శాస్త్రవేత్తల అభిప్రాయము. క్షరణము (ఎరోషన్) వలన పర్వతముల తరుగుదల ఇపుడు జరుగుచున్న రేటులో జరుగుటవలన ప్రపంచములోని పర్వతములు అన్నియు కొన్ని కోట్ల సంవత్సరములలోనే

నేలమట్టమై ఉండవలసినది; వాటి శిథిల ద్రవ్యములు సముద్రములలోనికి కొట్టుకొనిపోయి వాటిని పూర్తిగా నింపి ఉండవలసినది. ఈ రెండును జరిగి ఉన్నట్లు నిదర్శనములు లేవు. పైగా అట్లు జరుగక పోవుటకు భూసంతులనాత్మక సమతులిత స్థితియే కారణమని చెప్పబడినది. క్షరణమువలన తరుగునపుడు పర్వతములు పైకి పెరిగి పై సమతులిత స్థితి ఏర్పడునట్లు చేయును. ఇటులనే క్షరిత ద్రవ్యములు తమలో నిక్షేపింపబడునపుడు సముద్రములు నేల క్రిందికి క్రుంగి సమతులిత స్థితి ఏర్పడుటకు వీలిచ్చును. చాల తరుచుగా ఈ రెండును అంతస్సంబంధము కల సంఘటనలు. పృష్ఠము క్రింద ఉన్న ద్రవ్యములు ప్లాస్టిక్కు ప్రకృతి కలవి అనునది భూసంతులన మూలభావము. దానిని భూకంపనశాస్త్ర అనుశీలనలు కూడ బలపరచుచున్నవి.

భూగణితము (జియోడిసీ): భూపృష్ఠపు పొరలలో భూకంపన తరంగముల ప్రసారమునుండి లేదా టెక్టోనిక్ ప్రవృత్తినుండి భూమి అంతస్సంఘట్టనమును గ్రహింప యత్నించుటయే కాక 'భూ భౌతిక స్వరూపము' అను మరియొక ముఖ్య సమస్య కూడ భూ భౌతిక శాస్త్ర విదుల దృష్టిని ఆకర్షించినది. భూమి చదునుగా లేదని నిర్ధరింపబడిననాటినుండి ఇందు విశేష పురోగతి సాధింపబడెను. భూమియొక్క వక్రతల స్వభావమును నిర్ణయించుటకు కచ్చితమైన కొలతలు జరిగినవి; భూగణితము అను వినియుక్తశాస్త్ర శాఖ ఆవిర్భవించినది. ప్రపంచవ్యాప్తముగ భూ గణితరీత్యా సర్వే జరుపబడెను; భూమి ఉపరితల చాపముల పొడవులు కొలువబడినవి. తత్ఫలితముగ భూమి ఒక గోళాభము (స్ఫెరాయిడ్) అని, భూమి దీర్ఘవృత్తపు అప్రధాన అక్షముపై తిరుగుచున్నదని విదితమైనది [చూ. సం. 9 - పు. 447]. ధ్రువప్రాంతములవద్ద కన్న భూమధ్యరేఖా సమీపమున అక్షాంశపు డిగ్రీ తక్కువ అనియు, అందువలన భూమి ధ్రువముల వద్ద చదును దేరి ఉన్నదనియు కూడ కనుగొనబడెను. భూమి ఏ ఆకారమున ఉన్నదో కనుగొనుటకు దాని గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రము ఉపరితలముపై వ్యాపనము చెందిన క్రమము శ్రద్ధగా పరిశీలింపబడెను. భూ గురుత్వాకర్షణ విలువ అన్నితావులను ఒకే విధమున లేదు. భూమి గోళాభరూపమున ఉండుటవలన ఆ విలువ భూమధ్యరేఖనుండి ధ్రువప్రాంతములకు పోయినకొలది వ్యవస్థాత్మకముగా పెరుగును. దీనిని ధ్రువప్రాంతములందు గురుత్వాకర్షణము చదును అగుట అని చెప్పుదురు. భూమి ఆకారము అండాభము (ఓవలాయిడ్) లేదా బేరిపండు ఆకారమునకు సన్నిహితముగా ఉన్నదని ఇటీవలి భూగురుత్వాకర్షణ క్షేత్రపరిశీలనలు, కృత్రిమ ఉపగ్రహములు అందించిన సమాచారము తెలియపరచినవి; దక్షిణార్ధగోళము ఉత్తరార్ధగోళముకన్న కొద్దిగా పెద్దదని కూడ తెలిపినవి.

విజ్ఞానులకు జిజ్ఞాస రేకెత్తించు మరొక విషయము భూమి కోణీయవేగము (ఆంగ్యులర్ వెలాసిటీ) తో పరిభ్రమించుట. ఈ కోణీయ వేగము చాల అత్యల్పమైనదే అయినను, పరిభ్రమణమునుండి పర్యవసించిన కొరియాలిస్ త్వరణబలము, కేంద్రాపసారి (సెంట్రిఫ్యూగల్) బలము మానవ దైనిక జీవితములో తెలిసికొన సాధ్యపడనివే అయినను అవి మూడును ముఖ్యములైనవి; ఏలన భూమధ్య రేఖాప్రాంతమున భూమి ఉబ్బి ఉండుటకు, వాతావరణములో అనుదినము మార్పులు కొనితెచ్చు వ్యాపారపవనములు మున్నగువాటికి హేతువులగు వాతావరణ, సముద్రజల ప్రసారములకు అవియే మూలములు. ఇంతేకాక భూమి, కోణీయవేగము స్థిరమైనది కాదు. భూమి గిరగిర తిరుగు రేటులోను, దాని పరిభ్రమణ అక్షపు దిశలోను కొద్దిపాటి హెచ్చుతగ్గులు కనుగొనబడినవి. భూమి పరిభ్రమించు రేటు తగ్గుచున్నదనియు, భూప్రాదుర్భావము నుండి నేటివరకు దిన పరిమాణము మెల్లమెల్లగా పెరుగుచున్నదనియు ఆధునిక భూ భౌతిక విజ్ఞానులు అభిప్రాయపడుచున్నారు.

భూమి సూర్యునినుండి అవతరించినది [చూ. పు. 126] అని భావింపబడుటచే దాని వయస్సు నిర్ణయింపరానంత ప్రాచీనమైనది కాదు. భూ కాలమానశాస్త్రము (జియోక్రోనాలజీ) శిలల వయస్సును నిర్ణయించి, భూమి వయస్సును కూడ నిర్ధరించుటకు, భూతత్త్వకాలమానమును తయారుచేయుటకు ప్రయత్నించును. స్వల్పకాలము జీవించిన జీవుల శిలాస్థి రూపముల పరిశీలనము సహాయమున భూతత్త్వకాలమానము సిద్ధపరుపబడినది. అట్టి శిలాస్థులకు 'సూచక శిలాస్థులు' అని పేరు. ఇటీవల శిలలలో అంశీభూతములై ఉండు రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యముల రేడియో ధార్మిక శక్తి పరిక్షయమును అనుశీలించి శిలల వయోనిర్ణయము చేయబడుచున్నది. ఈ అనుశీలనములను బట్టి భూమి కనిష్ఠ వయస్సు రమారమి 450 కోట్ల సంవత్సరములని కనుగొనబడినది [చూ. పు. 127].

భూ భౌతిక శాస్త్రమున భూమి ఔష్ణిక (తెర్మల్) చరిత్ర మరియొక ఆకర్షణీయక విషయము. భూమి ఉపరితలమునుండి లోతుగా లోనికి వెళ్ళినకొలది పృష్ఠము ఒక రేటున; వేష్టనమున, గర్భమున వేరు వేరు రేటులలోను తాపక్రమము పెరుగుచుండును. భూమి పైపొర

లలో ఈ పెరుగుదలకి లోమీటరుకు 10 మొదలు 50°C వరకు మారుచుండును. భూ కేంద్రమువద్ద తాపక్రమము 5,000°C కు పై బడియు, 10,000°C కు లోబడి ఉండునని అంచనా. ఇటుల భూమి నడిబొడ్డు బ్రహ్మాండమైన తాపక్రమమునకు, ప్రేషమునకు లోనై ఉండును. అట్టి అత్యున్నత తాపక్రమ, ప్రేషముల వద్ద ఉండు ద్రవ్యపు భౌతిక స్థితిని పరిశీలించుటకు ప్లాజ్మా ఫిజిక్స్ అను నూతన విజ్ఞానశాఖ ఒకటి బయలుదేరినది. ఇందు విజ్ఞానమునందు పురోగమించిన దేశములలో పరిశోధనలు ముమ్మరముగా సాగుచున్నవి.

వినియోగములు : భూ భౌతికశాస్త్ర పద్ధతులు అన్నియును ఖనిజ నిక్షేపములు, నూనె గనులు వంటి ఆర్థిక వనరులను అన్వేషించుటకు విజయవంతముగా వినియోగింపబడినవి [చూ. ఖనిజ అన్వేషణ - భూ భౌతిక పద్ధతులు - పు. 311].

భూ భౌతిక అన్వేషణ పద్ధతులు భారీ ఎత్తున జరుపబడిన ప్రాంతీయ సర్వేలలో భూపృష్ఠనిర్మాణమునకు సంబంధించిన మౌలిక సమస్యలను పరిష్కరించుటకు గూడ ఉపయోగింపబడినవి. ఈ పద్ధతులు సముద్ర భూ భౌతిక సర్వేలలో కూడ ఫలప్రదముగా వినియోగింపబడి ప్రపంచవ్యాప్త మహాసముద్రాంతర పర్వత పంక్తులు, అగాధ కందకముల, ఖండముల అంచుల ఆరా తీయబడెను ; మహాసముద్రముల అడుగున కల భూమి సంఘట్టనము, అంతర్నిర్మాణము కనుగొనబడెను.

గత శతాబ్దిలో భూ భౌతిక శాస్త్రము విశేషముగ పురోగమించి, మానవుడు భూమినిగురించి చాల తెలిసికొనుటకు అద్భుత నిర్వాహము చేసెను. భూ భౌతిక అనుశీలనలు భూమికి సంబంధించినవి కాబట్టి, అవి ప్రపంచవ్యాప్తముగా కొనసాగవలెను. ఈ యథార్థమును ప్రపంచ వైజ్ఞానికులు అనుభవపూర్వకముగా గ్రహించిరని నేడు నిర్వహింపబడుచున్న పెక్కు అంతర్జాతీయ పథకములు నిరూపించుచున్నవి. అందు 1. అంతర్జాతీయ భూ భౌతిక సంవత్సరము ;[1] 2. అంతర్జాతీయ హిందూమహా సముద్ర విజ్ఞానయాత్ర ;[2] 3. అంతర్జాతీయ నిశ్చల సౌర సంవత్సరము ;[3] 4. అంతర్జాతీయ ఉపరివేష్టన పథకము ;[4] 5. అంతర్జాతీయ జల శాస్త్రీయ దశాబ్దము[5] చేరినవి. ఇవి అన్నియు భూమిని అవగాహన చేసికొనుటకు ఇను మిక్కిలిగా తోడుపడుచున్నవి. అయినప్పటికి మానవుడు తన కాళ్ళక్రింద భూమిలో కొన్ని కిలోమీటరుల ప్రాంతమున ఏమున్నదో తెలిసికొనగలిగినదాని కంటె ఎన్నో రెట్లు ఎక్కువగా తనపైన వేలాది కిలోమీటరుల మేర విస్తరించిన అంతరిక్షములో ఏమున్నదో తెలిసికొనినాడనుట నిర్వివాదము ; నిస్సంశయము. వీ. భా.

[1] IGY - International Geophysical Year.

[2] International Indian Ocean Scientific Expedition.

[3] International Quiet Sun Year.

[4] International Upper Mantle Project.

[5] International Hydrological Decade.

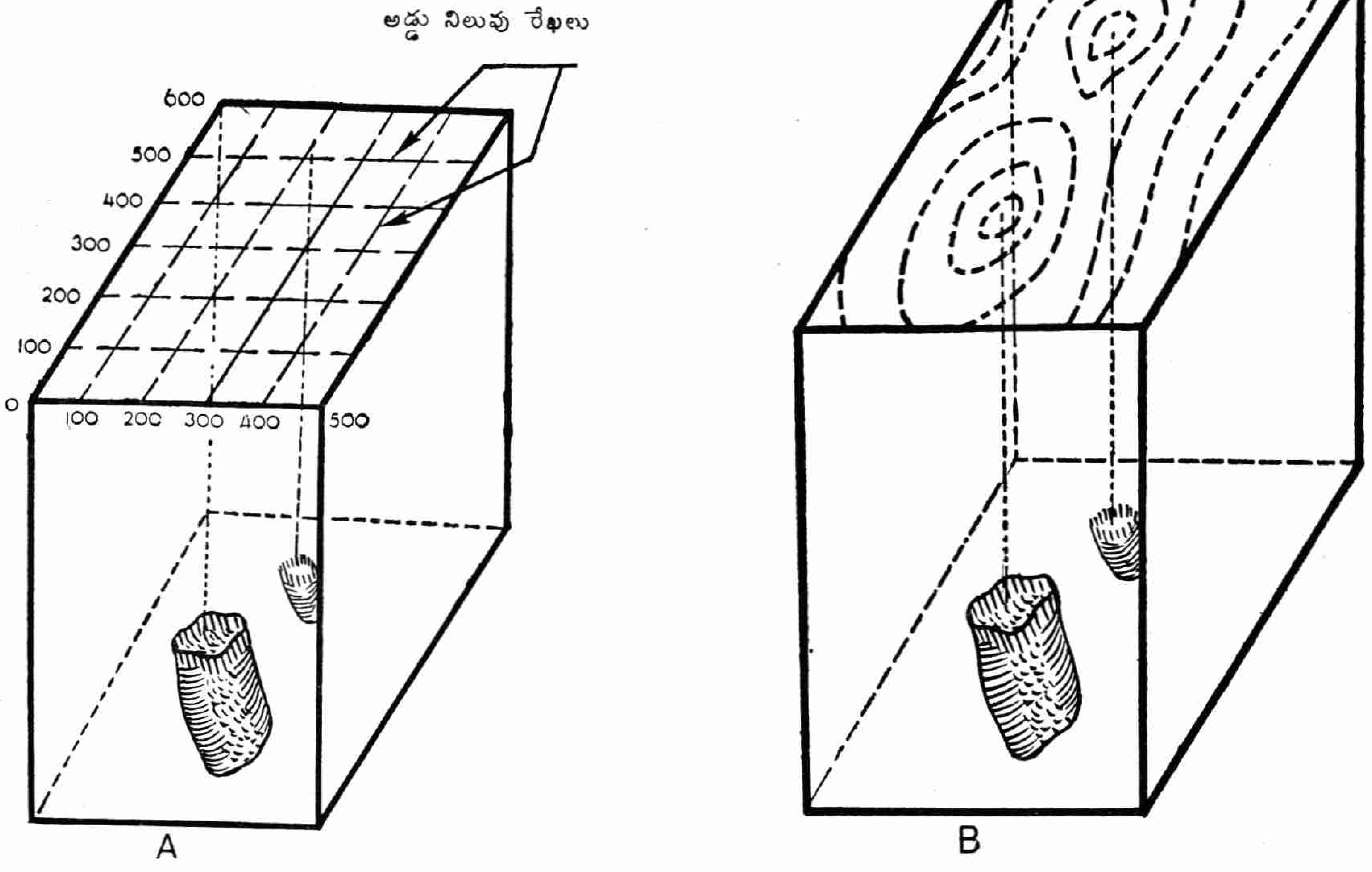
భూరాసాయనిక ఖనిజ అన్వేషణ : శాస్త్రీయ పద్ధతులను అనుసరించి, వ్యవస్థీకృతరీతిలో ఖనిజ నిక్షేపముల ఉనికిని ఆచూకీ తీయుట ఖనిజ అన్వేషణ అనబడును. భూ రాసాయనిక ఖనిజ అన్వేషణ పద్ధతులు కడచిన రెండు మూడు దశాబ్దములలోనే పెంపొందింపబడినవి. సోవియట్ రష్యా, ఫిన్లాండ్, నార్వే, స్వీడన్, యునైటెడ్ స్టేట్స్, బ్రిటన్ మున్నగు దేశములలో వాటి విషయమున అగ్రగామి కృషి జరిగినది.

ఖనిజీకరణము జరిగిన ప్రాంతముల ఉపరిమండలములలో కొన్ని గౌణ (సెకండరీ) భూ రాసాయనిక వైపరీత్యములు గోచరించును. మిడిమిడి లోతులలో కప్పబడి ఉన్న ఆ ప్రాథమిక ఖనిజ నిక్షేపముల చూర్ణీకరణ, ఆక్సీకరణముల ఫలితముగ ఆ వైపరీత్యములు జనించును. వాటిని ఆరా తీసి, గుర్తించుటయే భూ రాసాయనిక ఖనిజ అన్వేషణపద్ధతుల ప్రాతిపదిక సూత్రము. ఇందు శిలలు, నేలలు, భూగర్భ జలములు, మొక్కలు సాధనములుగ వినియోగింపబడును.

సాధారణముగ శిలలు, ఖనిజములు ప్రధాన ఆవశ్యక ఘటకములతోపాటు అనేక లేశ మూలద్రవ్యములను కూడ కలిగి ఉండును. అట్టి శిలలు, ఖనిజములు విసంఘట్టనము చెంది మట్టిగా తయారగునపుడు నీటిలో అవలీలగా కరగగల కొన్ని ప్రధాన, అప్రధాన మూల ద్రవ్యములు వర్ష జలములలో కరగి దూరముగ కొనిపోబడును. ఇంకను నీటిలో తగుమాత్రముగ కరగు మూల ద్రవ్యములు, ద్రావణముల నుండి సులభముగా పునరవక్షేపింపబడగల మూల ద్రవ్యములును మార్పు చెందిన శిలలకు నేరుగా పైన గాని, సమీపమున గాని మట్టిలో నిలిచి ఉండును. ధాతుయుతమైన ఒక ఖనిజ నిక్షేపము గనుక భూగర్భ జలమునకు చేరువగా తక్కువ లోతులో కప్పబడి ఉన్నపుడు నిక్షేపములోని ఖనిజములు కూడ ఆశ్రయ శిలలతోపాటు విసంఘట్టనము చెందును. అపుడు నిక్షేపములో ముమ్మరముగా ఉన్న విలీన మూల ద్రవ్యములు నీటితో కలసి ఆ ప్రాంతమున కల నేలలలోనికి, జలములలోనికి, మొక్కలలోనికి ప్రసరించును. తత్ఫలితముగా ఆ ప్రాంతమున ఆ మూల ద్రవ్యములు పరిసర ప్రాంతములకంటె విశేషముగ సాంద్రీక

రింపబడి ఉండుట జరుగును. ఆ మూల ద్రవ్యములు లేశ మాత్రములై ఉన్నను, సునిశిత రాసాయనిక పరీక్షలవలన గాని వాటి ఉనికిని గుర్తించుట సాధ్యపడకున్నను వాటి మూల్య వ్యాపనమును (వ్యాపనారచనను) తెలియ పరచు రేఖాచిత్రము ఒక గుప్తఖనిజపు ఉనికిని సూచింప వచ్చును. ఉదా: ఒక ప్రాంతమున వెనేడియమ్, కోబాల్ట్ లేదా నికెల్ నిక్షేపము కలదని అనుకొందము. అట్టి ప్రాంతమున గల మట్టిలోను, జలములలోను, మొక్కల లోను వెనేడియమ్, కోబాల్ట్ లేదా నికెల్ ధాతువులు సాక్షేపముగా అత్యధిక సాంద్రీకతను సూచించును. ఈ విషయమును విశ్లేషణసహాయమున కనుగొనుట తేలిక. ఈ ప్రాంతమునకు దూరమున ఉన్న ప్రదేశములలో మాత్రము వెనేడియమ్, కోబాల్ట్ లేదా నికెల్ ధాతువులు వాటికి సహజమగు లేశప్రాయ సాంద్రతనే సూచించునుకాని అదనముగా గోచరింపవు. ఇతర మూల ద్రవ్యముల వ్యాపనము కూడ సామాన్యముగనే ఉండి, ఎట్టి విశేషమును స్ఫురింపజేయకపోవచ్చును.

నమూనాల సేకరణము: కొన్ని ధాతు మూలద్రవ్య ములు అసాధారణముగ సాంద్రీకరింపబడియుండు మండల ములను, ఆ ధాతు మూలద్రవ్యములు అసలేలేని లేదా అతి సూక్ష్మలేశములలో గల మండలములతో పోల్చి నిక్షేపము ఉనికి స్ఫురణాస్పదమగు లేశ మూలద్రవ్యముల వ్యత్యస్త సాంద్రీకతను గుర్తించుటపై ఈ పద్ధతి ఆధారపడినది. కావున మన్ను, జలము, మొక్క నమూనాల నిక్షేపము ఉండి ఉండవచ్చునని అనుమానించిన ప్రదేశ మునకు అన్ని వైపులనుంచి సరిపడినంత (నిక్షేప కారణముగ వ్యాప్తి చెందియుండు లేశ మూల ద్రవ్యములు ప్రసరించగల దూరముకంటె అదనముగా) దూరము నుంచి, నిక్షేప ప్రదేశముతోసహా నియమిత (సమాన) దూరములలో ఒక చతురస్ర క్రమములోగాని, మరియే దైన సాంకేతిక క్రమమున గాని (నమూనాలు) తీయుట అవసరము.



భూ రాసాయనిక పద్ధతులను ఆధారముగ గొని ఖనిజములను అన్వేషించునప్పుడు నమూనాలను సేకరించురీతులు: (A) నిలువు, అడ్డు రేఖల సంధిస్థానమున భూగర్భమున దాగి ఉన్న ఖనిజముల నమూనాల సేకరణ; (B) ఏకకేంద్రియ రేఖలను ఆధారముగ గొని భూగర్భమున దాగి ఉన్న ఖనిజముల నమూనాల సేకరణ.

మట్టి నమూనాలు తీయుట: బరమా సహాయమున మన్నుల నమూనాలు సేకరింపబడును. మొదట 152—228 మి. మీ. (6″—8″) లోతువరకు మట్టిని తొలగించి, తరువాత స్క్రూలు తిప్పుచు బరమాను 0·456—0·609 మీ. ($1\frac{1}{2}'$—2′) వరకు నేలలోనికి తొలుపుదురు. తరువాత దానిని మెల్లగా స్క్రూలు తిప్పకయే పైకిలాగి మర

చుట్టకు అంటుకొని ఉన్న మట్టిని ఒక గుడ్డ సంచిలోనికి తీయుదురు. ఆ సంచికి చీటీ అంటించి నంబరు వేయుదురు. ఒక్కొక్క నమూనాలోను రమారమి 200 — 500 గ్రాముల మన్ను ఉండవచ్చును. ఒక ఖనిజ అన్వేషకుడు మరొక సహాయకునితో కలసి రోజుకు 100 — 200 నమూనాలు తీయగలడు.

నీటి నమూనాలు తీయుట : త్రవ్వుట అనునది ఉండదు కాబట్టి నీటినమూనాలు తీయుట చాల తేలిక. నదుల నుండి, ఊటల నుండి, చెరువుల నుండి, నూతుల నుండి నీటి నమూనాలు తీయవచ్చును. మచ్చు తీయవలసిన నీటిలో ఒక పోలిథీన్ సీసానుముంచి, నిండిన వెంటనే తీసి, బిరడా పెట్టి, చీటీ అంటించవలెను. నమూనా ఒక్కింటికి ఒక అర లీటరు నీరు తీసిన చాలును.

మొక్కల నమూనాలు తీయుట : కొన్ని మొక్కలు తమకు విషకరములు కాని మూలద్రవ్యములు కొన్నిటిని ద్రావణరూపమున నీటితో సహా పీల్చికొని కూడబెట్టుకొనగలవు. ఇట్టి సామర్థ్యము కల వృక్షముల భాగములు జీవరాసాయనిక ఖనిజ అన్వేషణలో వినియోగింపబడును. నేలలలో గాని, జలములలో గాని మూలద్రవ్యములు ప్రత్యక్ష విశ్లేషణ ద్వారా గుర్తింపరానంత అత్యల్ప సాంద్రతలలో ఉన్నపుడు, వాటిని గుర్తించుటకు పైన చెప్పిన మొక్కలు అమోఘముగ ఉపకరించును.

అయితే, వృక్షద్రవ్యముల నమూనాలు తీయుట కొంత వరకు కష్టసాధ్యము. అందుకు వృక్షముల గురించి, కొన్ని మూలద్రవ్యములను (అసామాన్య గుణములను ప్రదర్శించి కాని, తదభావమున కాని) కూడబెట్టుకొనుటలో వాటికి గల సామర్థ్యమును గురించి కొంత పరిజ్ఞానము అవసరము. మొక్కలను పోల్చుట, వాటిని వర్గీకరించుట (ఆకులను బట్టి గాని, పూవులను బట్టి గాని, పండ్లను బట్టి గాని, విత్తనములను బట్టి గాని) తెలిసి ఉండవలెను. కొన్ని మూలద్రవ్యములు గనుక తమలో అసాధారణముగ సాంద్రీకరింపబడి ఉన్నపుడు కొన్ని మొక్కల ఆకులు ముడిచికొనిపోవును. వాటి ఆకులు, పువ్వులు అరుదైన రంగులు చూపించును. ఇటుల రచనాత్మక, ఆకృతిక విలక్షణములను ప్రదర్శించు వాటికి 'సూచక (ఇండికేటర్) వృక్షములు' అని పేరు. అటుల ఎట్టి విలక్షణములను ప్రదర్శింపనివి సంచాయక వృక్షములు. ఏ మొక్కలు మూలద్రవ్యములను విలీనము చేసికొనుటలో కొంత ఎంపుడు ప్రదర్శింపగలవో లేదా ఏవి ప్రత్యేక రకపు నేలపై పెరుగునో అట్టి మొక్కల నుండియే నమూనాలు తీయుట ప్రయోజన రకము - ఉదా : ఆస్ట్రేలియాలో 'పోలీకార్పాయా స్పైరోస్టైలిస్' రాగి పుష్కలముగా ఉన్న నేలల మీదను; యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 'అమోర్ఫా కానెసెన్స్' సీసము పుష్కలముగా ఉన్న నేలలపైనను, యూరపులో 'వయోలా కాలిమినారియా' జింకు పుష్కలముగా ఉన్నచోట్లను - పెరుగునని తెలియవచ్చినవి. మూలద్రవ్య వరణ సామర్థ్యము వేరు వేరు వృక్షోపజాతులలో వేరువేరుగ ఉండును గనుక ఒక్కొక్క తడవకు ఒకే ఉపజాతి మొక్కల నుండి నమూనాలు తీయుట మంచిది. అప్పుడు విశ్లేషణ విలువలను తైపారు వేయవచ్చును. అయితే, కొన్ని రకముల మొక్కలనుండి ఉపయుక్త ఫలితములు లభింపక పోవచ్చును. అందువలన ఒక్కొక్క ప్రాంతమున కనీసము రెండుమూడు రకముల వృక్షోపజాతులను ఎంచుకొని వాటినుండి నమూనాలు తీసినచో కనీసము ఒకటి లేదా రెండు రకములు ఉపకరింపవచ్చును. ఇచట ఒక్కొక్క ఉపజాతి ఒక్కొక్క ప్రత్యేక వర్గముగనే ఎంచబడును.

వానలు వెలిసిన తరువాత వృక్షద్రవ్యముల నమూనాలు సేకరించుట ఉత్తమము. ఏలన అవి అప్పుడు దుమ్ము లేకుండ ఉండును. కాలానుకూల్యము, జలసామీప్యము, నేల మట్టమునుండి వృక్షభాగముల ఎత్తు కూడ పరిగణింపదగిన ప్రధానాంశములు. ఏలన, ఇవి కూడ మొక్కలలో మూలద్రవ్యముల సాంద్రీకరణమును తగినంతగా మార్చగలవు. మొక్కల వేరులు, బెరడు, కొమ్మలు, రెమ్మలు, ఆకులు - ఇవి అన్నియు నమూనాలుగ పనికివచ్చును. కాని, రెమ్మలలోను, ఆకులలోను మూలద్రవ్యముల సాంద్రీకరణము గరిష్ఠస్థాయిలో ఉండును గనుక ఆ రెండిటిని తీయుటయే ఎక్కువ సదుపాయకరము. రెమ్మలను, ఆకులను వేరు వేరుగా సంగ్రహించి, ఎండబెట్టి, గుడ్డ సంచీలలో ఉంచి, సంచీలకు చీటీలు అంటింతురు.

మట్టి నమూనాల విశ్లేషణము : ఒక్కొక్క సంచీలోని నమూనా మట్టిని ఎండబెట్టి, అది కణమయమై ముతకగా ఉన్నచో మెత్తగా నూరి, రాశినంతటిని బాగుగా కలిపి అందుండి 2, 3 గ్రాముల మట్టిని విశ్లేషణార్థము గ్రహింతురు. తరువాత దానిని ఫ్లక్స్‌తో కరగించి, ఆమ్లములో పచనము చేయుదురు. అపుడు మట్టిలోని ధాతు మూలద్రవ్యములు విలీన రూపమునకు మారును. తరువాత ద్రావణములోని లేశ మూలద్రవ్యమునుకూడ విలీన రూపమునకు మార్చి, దానిని ప్రామాణిక వర్ణమాపన పద్ధతిని అనుసరించి అంచనా వేయుదురు. మట్టిలోని లేశ మూలద్రవ్యమును వర్ణమాలా లేఖన పద్ధతిని అనుసరించి కూడ విశ్లేషించవచ్చును. శీఘ్రఫలితము ఇవ్వగలిగినను ఇది అధిక వ్యయసాధ్యమైన పద్ధతి.

నీటి నమూనాల విశ్లేషణ : ఇందు మూల ద్రవ్యములు విలీన స్థితిలోనే ఉండును గనుక, వర్ణమాపన పద్ధతి ప్రకారము వాటిని అంచనా వేయుట కష్టము కాదు. వైకల్పికముగా ద్రావణములోని నీటిని ఇగరబెట్టి అవశిష్ట మును వర్ణమాల లేఖన పద్ధతిని కూడ అంచనా వేయ వచ్చును. మూలద్రవ్యములు ద్రావణములో అత్యల్ప సాంద్రతలో ఉన్నప్పుడు వాటిని మొదటి పద్ధతిని అంచనా వేయుట కష్టము; రెండవ పద్ధతియే ప్రయోజకారి కాగలదు.

మొక్కల నమూనాల విశ్లేషణ : రెమ్మలను, ఆకులను ఎండబెట్టి, నియంత్రిత తాపక్రమము (450°C) వద్ద కొలిమిలో జాగ్రత్తగా కాల్చి బూడిద చేయుదురు. బూడి దను వర్ణమాలా లేఖన పద్ధతిని విశ్లేషించవచ్చును లేదా ద్రావకములో కరగించి వర్ణమాపన పద్ధతిని మూల ద్రవ్య ములను అంచనా వేయవచ్చును.

ప్రయోగ సౌలభ్యములు - ప్రయోజన పరిమితులు : ఖనిజ అన్వేషణకు భూశాస్త్రీయ, భూభౌతిక పద్ధతుల [చూ.] తో సరిపోల్చి చూచినచో భూరాసాయనిక పద్ధతులు చాల సరళములైనవి; శీఘ్రముగా ముగియునవి; అల్ప వ్యయకరమైనవి. సంచార పరిశోధనాలయముల, భూరాసాయనిక క్షేత్ర పేటికలను ఏర్పాటు చేసికొని, నమూనాలు తీసిన వెంటనే క్షేత్రమునందే విశ్లేషణ అంచనాలు కూడ పూర్తిచేయుట సుసాధ్యమగునట్లుగా వాటిని ప్రయోగింపవచ్చును. భూగర్భ జలములకు చేరువగ, తక్కువ లోతులలో కప్పబడి, కొంత మేరకు ఆక్సీకరింప బడి ఉండు ధాతుఖనిజ నిక్షేపముల అన్వేషణకు ఈ పద్ధతులు ప్రత్యేకముగా ప్రయోగనీయములు.

అయితే, ఈ పద్ధతులు కేవలము గుణనిర్దేశకములే; నిక్షేపపు సైజును గాని, నాణ్యమును గాని, అవి ఉండు లోతును గాని ఇతమిత్థముగా సూచింపలేవు. ఏదయినా ఒక ప్రాంతము ఖనిజ అన్వేషణకు యోగ్యమో కాదో నిర్ణయించుకొనుటకు అవసరమగు సత్వర ప్రాథమిక పూర్వ నిర్దేశములకు అవి ఉపకరించును. వాటి ఫలితములు ఆశాజనకములుగా ఉన్నచో అన్వేషింపదగు ప్రాంతమును నికరపరచుకొని అందు భూశాస్త్రీయ, భూభౌతిక పద్ధతుల ద్వారా సవివర పరిశోధనలు కొనసాగింపవచ్చును.

ఈ పద్ధతులు ఒక ప్రాంతమున ఖనిజనిక్షేపముల ఉనికిని సూచించుటలో విఫలములైనంత మాత్రమున అక్కడ ఆ నిక్షేపములు లేవని మాత్రము నిర్ణయింపరాదు. క్రింది కారణాంశములవలన ఈ పద్ధతులు ఒకానొకప్పుడు విఫల ములు కావచ్చును. 1. కొట్టుకొని వచ్చిన మన్నుల స్వభావము; 2. హిమనదుల ఉనికి; 3. నిక్షేపము భూగర్భజలమునకు చేరువగ లేకపోవుట; 4. ఖనిజములు విసంఘట్టనమునకు లొంగకుండుట లేదా మూలద్రవ్య ములు నీటి సమీపమున లేకుండుట; 5. మూలద్రవ్యములు నీటిలో కరగునవి కాకుండుట మొదలగునవి.

ప్రస్తుతము భూరాసాయనిక పద్ధతులు చాల పెంపొం దింపబడి, అనేక పాశ్చాత్యదేశములలో ఫలప్రదముగా విస్తృతముగా వినియోగింపబడుచున్నను భారతదేశమున అవి ఇంకను ప్రముఖముగా ప్రవేశపెట్టబడలేదు. కడచిన దశాబ్దిలో భారత జియలాజికల్ సర్వే సంస్థ ఈ విషయ మున కొంత కృషి చేసినది. కాని, పద్ధతుల ప్రయోగము ఇంకా ముమ్మరముగా సాగుట అత్యావశ్యకము. విస్తృత ముగా అన్వేషింపదగిన ప్రాంతములు కలిగి అభివృద్ధి చెందుచున్న భారతదేశమునకు ఆ పద్ధతులు ప్రాథమిక పూర్వ సర్వేలు జరుపుటకు ఎంతైన అనుకూలములు అగుట నిస్సంశయము.

అ. న.

భూ రాసాయనిక శాస్త్రము : ఇటీవల ఒక స్వతంత్ర పరిశీలనాశాస్త్రముగా పెంపొందిన భూరాసాయనిక శాస్త్రము దాని మాతృశాస్త్రములగు భూశాస్త్ర, రాసాయనిక శాస్త్రముల కన్న అధునాతనమైనది. భూరాసాయనికశాస్త్రము అను పదమును తొలిసారిగ ప్రవేశపెట్టినవాడు ఓజోను ఆవిష్కర్త, క్రిష్టియన్ ఫ్రెడరిక్ షన్‌బైన్ (1799 - 1868) అను స్విజర్లండ్ రాసాయనిక శాస్త్రవేత్త. తదుపరి ఈ శాస్త్రపు అభివృద్ధి వికాసములకు నిర్వాహము చేసిన వారిలో ప్రముఖులుగా పేర్కొనదగినవారు : ఎఫ్. డబ్ల్యు. క్లార్క్, ఎచ్. ఎస్. వాషింగ్‌టన్ (యు. ఎస్. ఏ.), జె. ఎచ్. ఎల్. వోగ్ట్ (నార్వే), పి. నిగ్లీ, వి. ఎమ్. గోల్డ్‌ష్మిడ్ట్ (జర్మనీ), వి. ఐ. వెర్నాడ్‌స్కీ, ఏ. ఈ. ఫెర్‌స్మన్, ఏ. పి. వినగ్ర డోల్. భూమికి సంబంధించిన రాసాయనికశాస్త్ర విషయ ములను పరిశీలించు విజ్ఞానశాఖ అని భూరాసాయనిక శాస్త్రమును స్థూలముగా నిర్వచింపవచ్చును. భూమి యొక్క రాసాయనిక అంతర్నిర్మాణము, సంఘట్టనము; భూమిలో ఘటకములగు మూలద్రవ్యములకు, న్యూక్లియిడ్ లకు కల ప్రచురసంబంధములు; వివిధ భూమ్యావరణము లలో మూలద్రవ్యముల స్వభావ వ్యాపనములు; భూ మూల ద్రవ్యముల ప్రవర్తనను, బాహుళ్యమును, వ్యాపనమును నియంత్రించు నియమావళి ఈ శాస్త్రము నకు ప్రధాన పరిశీలనాంశములు.

విశ్వ రాసాయనిక శాస్త్రము - భూ రాసాయనిక శాస్త్రము : భూరాసాయనిక శాస్త్ర వివరములను చర్చించుటకు

ముందు, అది దేనిలో ఒక ప్రత్యేక శాఖయని తలపబడుచున్నదో, అట్టి విశ్వరాసాయనిక శాస్త్రమును గూర్చి ఒకటి, రెండు మాటలు చెప్పుట అప్రస్తుతము అనిపించుకొనదు. భూరాసాయనిక శాస్త్రము భూమియొక్క రాసాయనిక విషయములను పరిశీలింపగా ; విశ్వరాసాయనికశాస్త్రము అశేష గ్రహ, నక్షత్ర వ్యవస్థలతో కూడిన యావత్ విశ్వము యొక్క రాసాయనిక స్వభావ, పరిణామములను పరిశీలించును. ఉల్కా పిండముల అనుశీలనము ఆ రెండింటికి సేతువు అని చెప్పవచ్చును. ఏలన బహిరంతరాళములోని నభోమూర్తులలో ఒక్క ఉల్కాపిండములే భూమిమీద పడి, ప్రత్యక్ష పరిశీలనకు అవకాశము కలిగించుచున్నవి. ఈ పరిశీలన భూమియొక్క రాసాయనిక సంఘట్టన, పరిణామములకు సంబంధించిన అమూల్య సమాచారమును అందించినది. గ్రహముల, గ్రహవాతావరణముల అంతర్నిర్మాణ సంఘట్టనములు ; సౌర, నక్షత్ర సంఘట్టనము, అంతర్నక్షత్రద్రవ్యసంఘట్టనము అను అంశముల పరిశీలనము భూరాసాయనికశాస్త్రమునకు ప్రత్యక్ష సంబంధి విషయము కాకపోయినను ; ఆ పరిశీలనము విశ్వప్రక్రియల అంతరార్థములను, భూమికి సంబంధించినంతవరకు విశ్వ ద్రవ్యస్వభావమును అవగాహన చేసికొనుటకు విశేషముగా తోడుపడినది ; మూలద్రవ్యముల సంఘట్టనము, వాటి సాపేక్ష బాహుళ్యము, ద్రవ్యము వ్యాపనముచెందిన తీరు అను విషయములందు భూ, నభోమూర్తుల మధ్య తులనాత్మక పరిశీలనమునకు అవకాశము కూడ కలిగించినది.

భూమి - రాసాయనిక సంఘట్టనము : భూప్రాదుర్భావ [చూ.] విషయములో వలెనే భూమి అంతనిర్మాణ సంఘట్టనములను గురించి వివరించు సిద్ధాంతములు కూడ పెక్కులు కలవు. అందలి ప్రధానాంశములను మాత్రమే సంగ్రహముగా తెలుపుదుము. 1. భూమిలో అనేక ఏక కేంద్రీయ స్తరములు కలవనియు, ఈ స్తరములు వ్యత్యస్త భౌతిక రాసాయనిక లక్షణములు గల ద్రవ్యములతో నిర్మితమై ఉన్నవనియు తెలియవచ్చినది ; 2. భూమి యొక్క బహిస్తమ స్తరమునకు పృష్ఠము లేదా శిలావరణము అని పేరు. దాని క్రింద వేష్టనము, గర్భము అను మరి రెండు ప్రధానస్తరములు కూడ కలవు [చూ. పు. 130] ; 3. పృష్ఠమునుండి వేష్టనమును వేరుపరచు మొహారోవిక్ విచ్ఛిన్నత భూమి ఉపరితలము నుండి రమారమి 30 — 50 కి. మీ. లోతున ఉన్నది. ఇటులనే వేష్టనమును గర్భము నుండి వేరుపరచు గ్యూటెన్‌బర్గ్ విచ్ఛిన్నత ఇంచుమించు 2,900 కి. మీ. లోతున ఉన్నది ; 4. ఈ మూడు ప్రధాన స్తరములలోను అస్పష్టములైన అంతరస్తరములు కూడ కొన్ని ఉన్నవి. అయితే, అవి ఎన్ని, ఏయే లోతులలో ఉన్నవి అను విషయమున ఇంకను ఏకాభిప్రాయము లేదు ; 5. గర్భపు మధ్యభాగము ప్రధానముగా నికెల్ - ఇనుము ధాతువులతో సంఘటితమై ఉన్నదని శాస్త్రవేత్తల విశ్వాసము. కాబట్టి, దీనికి సైడిరోఫైల్ పొర అని కూడ పేరు [చూ. పు. 130] ; 6. వేష్టనము ధాతు - సిలికేట్‌ల మిశ్రముతోగాని, ఆక్సైడ్ - సల్ఫైడ్‌ల మిశ్రముతోగాని కూడి ఉన్నదని తలపబడుచున్నది. ధాతు - సిలికేట్ సంఘట్టనమే సార్వత్రిక విశ్వాసము. వేష్టనము అడుగు ప్రాంతములలో అనగా భూమి ఉపరితలమునుండి 2900 — 950 కి. మీ. అంతరమున ధాతువు ; పృష్టము వైపున ఎగువ భాగమున సిలికేట్‌ను ప్రచురముగా ఉన్నవనియు ; 450 కి. మీ. ఎగువన కల పొర ధాతురహితమై కేవల సిలికేట్‌మయమై ఉన్నదనియును శాస్త్రవేత్తల అభిప్రాయము ; 7. పృష్ఠమునందు కూడ మూడు ప్రధానమైన పొరలు కలవు. అవి దిగువనుండి వరుసగా పెరిడోటైట్ (బసాల్ట్) శిలల పొర, దానిపైన దాదాపు భూమి ఉపరితలమువరకు గ్రానైట్ శిలల పొర, అన్నిటికి మీద పంకములతోను, పంకశిలలతోను కూడిన ఒక పలుచనిపొర [చూ. పు. 130 ; 168]. అయితే, పసిఫిక్ మహాసముద్ర గర్భప్రాంతమున ఈ అన్ని పొరలు కనిపించుటలేదు. గాబ్రో [చూ. పు. 168] లేదా బసాల్ట్ శిలాస్తరము జలావరణముతో ప్రత్యక్ష సంసర్గముకలిగి ఉన్నది ; 8. పై పొరలతోపాటు జలావరణము [చూ. పు. 133], వాతావరణము [చూ. పు. 131], జీవావరణము [చూ. పు. 134] అను మూడు బహిరావరణములు కలవు.

భూరాసాయనిక ప్రక్రియలు : భూరాసాయనిక ప్రక్రియలకు సంబంధించిన మన పరిజ్ఞానమున విశేషభాగము తర్కరీత్యా నిగమింపబడినది. కావున, అందు చాలభాగమును ఇంకను పరిశోధనలకు గురిచేయవలసి ఉన్నది. భూమిగా సంఘటింపబడిన ద్రవ్యము ఆదిలో సజాతీయమై లేదా ఏకరూపమై ఉండియుండుననియు, రానురాను అది ద్యవ్యముయొక్క భూరాసాయనిక అంతరీకరణమునకు సంబంధించిన ప్రక్రియా పరంపరకు గురియై అతి సుదీర్ఘ కాల వ్యవధిలో పరస్పర వ్యత్యస్తములైన పొరలక్రింద వేరుపడి ఉండవచ్చుననియు పలువురి అభిప్రాయము. అట్టి ప్రధాన భూరాసాయనిక అంతరీకరణములను కనీసము మూడిటిని గుర్తింపవచ్చుననియు, భూమియొక్క ప్రస్తుత అంతర్నిర్మాణ సంఘట్టనములకు అవియే కారణభూతములు అనియు గోల్డ్ ష్మిడ్ట్ అభిప్రాయము.

మొదటి భూ రాసాయనిక అంతరీకరణము భూమిలోని వివిధ భూ రాసాయనిక ఆవరణముల నిర్మాణమునకు; గర్భము, వేష్టనము, పృష్ఠము, జలావరణము, వాతావరణము వంటి వేరువేరు పొరలలోనికి జరిగిన మూల ద్రవ్యముల ప్రాథమిక పంపకమునకును దారితీసెనని తలపబడుచున్నది. మాగ్మా [చూ.] అనబడు తప్తశిలా ద్రవ్యము స్ఫటికీకరించి శిలలుగా, ఖనిజములుగా రూపొంది, శిలావరణము పునర్వ్యవస్థీకరింపబడుటయే రెండవ అంతరీకరణమున జరిగిన ముఖ్య ప్రక్రియ అని భావింపబడుచున్నది. ఇది అంతరుత్పన్న (ఎండోజెనిక్) ఆవృత్తి. మూడవ అంతరీకరణమున భూమి ఉపరితలమువద్ద, దాని సమీపమున జరిగిన సకల ప్రక్రియలు చేరి ఉన్నవి. అవి శిలల, ఖనిజముల విసంయోజన విసంఘట్టనములు; వాటి చూర్ణీభవనము, క్షరణము, రవాణా; పంకములు, పంకశిలలుగా వాటి నిక్షేపణము మున్నగునవి. ఇది పంకీభవన లేదా బహిరుత్పన్న (ఎక్సోజెనిక్) ఆవృత్తి.

రెండవ, మూడవ భూరాసాయనిక అంతరీకరణములు చాలవరకు శిలావరణమునకే సంబంధించినవి. వాతావరణ, జలావరణ, జీవావరణములు మూడును ప్రత్యేకముగా పరిశీలింపదగ్గవి. అవి చిన్నవే కావచ్చును కాని భూ రాసాయనికముగా ముఖ్యమైనవి. శిలావరణమున జరుగు పలు సంఘటనలపై వాటికి పరిగణనీయ ప్రభావము ఉండునని తోచుచున్నది.

కొన్ని మూల ద్రవ్యవర్గములు ప్రబలములై ఉండి, దాని అపేక్షిత రాసాయనిక లక్షణములకు కారణభూతములు అగుచుండును. అట్టి మూల ద్రవ్యములందు ధన వైద్యుతీయ (ఎలక్ట్రోపోజిటివ్) ధాతువు ఇనుము, ఋణ వైద్యుతీయ (ఎలక్ట్రోనెగిటివ్) అధాతువులు ఆక్సిజన్, గంధకము బాహుళ్యస్థితిలో ఉన్నవని గుర్తింపబడినది. మొదటి భూ రాసాయనిక అంతరీకరణము నాటి మూల ద్రవ్య విభజనమునకు పై మూడు మూలద్రవ్యములు, వాటి పరస్పర రాసాయనిక మైత్రీ బంధములు చాలవరకు కారణభూతములు అయి ఉండునని శాస్త్ర విదుల విశ్వాసము. ఆక్సిజన్ పట్ల, గంధకము పట్ల దుర్బల రాసాయనిక మైత్రిని ప్రదర్శించుచు, గర్భమునందే విస్తారముగా కేంద్రీకరించియున్న వాటికి సైడిరోఫైల్ మూల ద్రవ్యములు అనియు; గంధకము పట్ల గాఢ రాసాయనిక మైత్రి కల వాటికి చాల్కోఫైల్ మూల ద్రవ్యములు అనియు; ఆక్సిజన్‌తో గాఢ రాసాయనిక మైత్రి కలిగి పృష్ఠమున కేంద్రీకరింపబడిన వాటికి లిథోఫైల్ మూలద్రవ్యములు అనియు పేర్లు. వివిధ భూమ్యావరణములోని ప్రధాన లాక్షణిక మూల ద్రవ్యములు పట్టికలో చూపబడినవి. ఆ పట్టికను పట్టి వేరువేరు పొరలలో వేరువేరు మూల ద్రవ్యములు అధికాధికముగ వ్యాపనము నొందియున్నను, ఒక పొరకు లాక్షణికములైన మూల ద్రవ్యములు మిగిలిన పొరలలో లేక పోవుట లేదనియు విదితమగును.

సైడిరోఫైల్	చాల్కోఫైల్	లిథోఫైల్	ఆట్మోఫైల్	బయోఫైల్
బంగారము, మొలిబ్డినమ్, ఇనుము, కోబాల్ట్, నికెల్, ఆస్మియమ్, ఇరిడియమ్, ప్లాటినమ్, పెల్లేడియమ్.	రాగి, వెండి, జింకు, కాడ్మియమ్, పాదరసము, గాలియమ్, ఇండియమ్, థాలియమ్, సీసము, ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని, బిస్మత్తు, గంధకము, సిలీనియమ్, టెలురియమ్, ఇనుము, (కోబాల్ట్), (నికెల్).	లిథియమ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, రుబిడియమ్, సీజియమ్, బెరిలియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్, బోరాన్, అల్యూమినియము, స్కాండియమ్, యుట్రియమ్, లేంథెనమ్, సిరియమ్, అపురూప మృత్తులు, గాలియమ్, (ఇండియమ్), (థాలియమ్), కార్బన్, సిలికన్, టైటానియమ్, జిర్కోనియమ్, జెర్మేనియమ్, (తగరము), (సీసము), వెనేడియమ్, భాస్వరము ఆక్సిజన్, క్రోమియమ్, మాంగనీస్, (ఇనుము), (కోబాల్ట్), (నికెల్), హైడ్రోజన్, ఫ్లోరీన్, క్లోరీన్, బ్రోమీన్, అయిడీన్.	హైడ్రోజన్, కార్బన్, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, అయిడీన్, నీయాన్, ఆర్గాన్, హీలియమ్, క్రిప్టాన్, జెనాన్, రేడాన్.	హైడ్రోజన్, కార్బన్, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, భాస్వరము, సోడియమ్, మగ్నీషియమ్, గంధకము, క్లోరీన్, పొటాసియమ్, కాల్సియమ్, ఇనుము, బోరాన్, ఫ్లోరీన్, సిలికన్, మాంగనీస్, రాగి, అయిడీన్.

భూమ్యావరణములలో మూల ద్రవ్యముల విభజనము: భూ మ్యావరణముల మొత్తపు రాసాయనిక సంఘట్టనములు పరస్పర విలక్షణములై ఉండును. ప్రతి ఆవరణములోను

శిలావరణ భూరాసాయనిక శాస్త్రము: శిలావరణము శిలలతోను, ఖనిజములతోను సంఘటితమై ఉన్నది. కాబట్టి, ఆ రెండిటిలోను సాపేక్షముగా ప్రచురముగా ఉండు

మూలద్రవ్యములు లితోఫైల్ వర్గముగా పర్పడును. ఇందు మరల ఆక్సీఫైల్, సల్ఫోఫైల్ అను రెండు ఉప వర్గములు కలవు. ఆక్సీఫైల్ మూలద్రవ్యములు దాదాపు సర్వదా ఆక్సిజన్ యౌగికములుగనే ఉండును. మిగిలినవి సాధారణముగా గంధక లవణముల రూపమున ఉండును. అయితే, ఇచట కూడ ఈ వ్యత్యాసము అన్ని మూలద్రవ్య ముల ఎడ నిశితము కాదు.

శిలావరణమునందలి మూలద్రవ్యముల భూరాసాయ నిక ప్రవర్తన ఆ యా మూలద్రవ్యముల నైజధర్మముల వల్లను, వాటితోపాటు పరిసరశక్తి పరిస్థితులచే తను నియంత్రింపబడునని విశ్వసింపబడినది. ఉదా: తప్తశిలా ద్రవ్య ఘనీభవన ప్రక్రియలో పాల్గొను మూలద్రవ్యములు, వాటి అయన్ లేదా పరమాణువు సైజు, దాని ఆవేశము (యోజనీయత), ఖనిజ అంతర్నిర్మాణములో దాని సహయోగాంకము (కో - ఆర్డినేషన్ నంబర్) అను ప్రధాన నైజధర్మములను బట్టియు, తాపక్రమము, ప్రేషము, రాసాయనిక సాంద్రత, స్నిగ్ధత వీటిలో అభినతులు (గ్రేడియంట్స్) అను ప్రధాన పరిసరాంశము లను బట్టియు నియంత్రింపబడునని శాస్త్రజ్ఞుల విశ్వాసము. అట్లే పంకీభవన, పంకనిక్షేపణ ప్రక్రియలలో మూల ద్రవ్యముల అయన్ శక్మత (అయన్ వ్యాసార్ధము/ఆవే శము), వాటి జల ద్రావణీయత వాటిని నియంత్రించు నైజధర్మములుగ పరిగణించబడినవి. అందలి జలములలో ఆక్సీకరణ - ఆక్సీహరణ శక్మ (eH) త, హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రత (P_H మూల్యము) అనునవి రెండును ప్రధాన పరిస రాంశములుగ గుర్తించబడినవి. రూపాంతర శిలానిర్మాణ ప్రక్రియలో తప్త శిలా ఘనీభవన ప్రక్రియలోవలెనే మూలద్రవ్యముల యొక్క అయన్ లేదా పరమాణు పరిమాణములు, ఆవేశములు కారకమగు నైజధర్మములు గను; మూల ద్రవ్యముల పరస్పర రసాయనిక సాంద్రత, పరిసరములలో వాయు, ఆవిరి రూప మూలద్రవ్యముల అందుబాటు ప్రధాన పరిసరాంశములుగను భావించ బడినవి.

జలావరణ భూరాసాయనిక శాస్త్రము: జలావరణములో మహాసముద్రములు అత్యధికమైన, అతిప్రధానమైన భాగము. ఖండాంతరములలోని మంచినీరు, ఉప్పునీరు, మంచు కూడ దానిలో చేరినవే అయినను అంత ప్రధాన ములు గావు. ప్రాకృతిక జలములలో ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ వాయువులతోపాటు పరిసర పరిస్థితులను అనుసరించి అనేక ఇతర మూలద్రవ్యములు కూడ తప్పని సరిగ ఉండును. ఉదా: శిలల, ఖనిజముల రంధ్రములలో చేరియుండు నీటిలో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, లిథియమ్, కాల్సియమ్, క్లోరీన్, గంధకము కనిపించును. భూగర్భ ఖనిజములలో పైన చెప్పినవేకాక ఫాస్ఫేట్‌లు, మగ్నీషియమ్, అల్యూమినియము, ఇనుము, మాంగనీస్, కోబాల్ట్, సిలికేట్ కూడ చేరి ఉండును. విలీనఘనద్రవ్యముల, వాయువుల సగటు సంఘట్టనములు నదుల, సరస్సుల, సముద్రముల జలములలో వేరువేరుగా ఉండును.

జలావరణము (సముద్రజలము) లోని (విలీన) మూల ద్రవ్యముల సాపేక్ష బాహుళ్యము శిలావరణములోని దానికన్న నిశితముగా వ్యత్యస్తమై ఉన్నది. ఉదా: అగ్ని శిలలలో కన్న సిలికా, అల్యూమినా, ఇనుము అత్యల్ప సాంద్రతలలో ఉండగా సోడియమ్, పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్ అత్యధికముగా ఉన్నవి.

జలావరణమును వాతావరణముతో పోల్చి చూచి నపుడు ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ వాయువుల విషయమున దాదాపు సమస్థితిలో ఉన్నట్లు గమనించవచ్చును. వాతా వరణములోని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ భాగము నిజమునకు సముద్రజలముచేతనే నియంత్రింపబడుచున్నదని శాస్త్ర వేత్తల నమ్మిక. సముద్ర జలముల యందలి లవణతలో హెచ్చుతగ్గులు, బాష్పీభవనము, అవక్షేపణము, జలపూర ముల చలనములు అను ప్రక్రియపై ఆధారపడి ఉండును. సముద్రజీవుల (మొక్కలు, జంతువులు, సూక్ష్మజీవులు) వలన, వర్షపాతమువలన, నదీజలములు కలియుటవలన, బాష్పీభవనమువలన, తదితర శక్తులవలన సముద్రపు నీటి లోనికి అనేక అకర్బన ద్రవ్యములు వచ్చి చేరుటయు, తొలగింపబడుటయు నిర్విరామముగ జరుగుచుండును. అయితే, పంకనిక్షేపణ మొదలగు ప్రక్రియలచే తొలగింప బడు ద్రవ్యరాశికిని, సముద్రములోనికి చేరవేయబడు రాశికిని సుమారుగా సమతా స్థితి నెలకొల్పబడును.

వాతావరణ భూరాసాయనిక శాస్త్రము: వాతావరణము భూమ్యావరణములలో బహిస్తమమైనది. అది కొన్ని వాయువుల, ఆవిరుల మిశ్రమము. దాని నిర్మాణ, సంఘట్టన ములు, చలనములు సమీక్షలో వివరింపబడినవి [చూ. పు. 131]. నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువులు వాతావరణమున ప్రధాన ఘటకములు. నీటి ఆవిరి, ఆర్గాన్, నియాన్, క్రిప్టాన్, హీలియమ్, జెనాన్, హైడ్రోజన్, ఓజోన్, రేడాన్ అనునవి ఇతర లేశ ఘటక ములు.

వాతావరణమున మీదికి పోయినకొలది గాని, తాప క్రమము పెరిగినకొలది గాని నీటి ఆవిరి తగ్గుచుండును.

అథోవాతావరణమున భూమధ్యరేఖనుండి, ధ్రువప్రాంతములకు పోయినకొలది అది పెరుగుచుండును. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌లో మాత్రము ఎత్తు పెరిగినకొలది పరిమాణములో అంతగా వ్యత్యాసములు కనిపించవు. వాతావరణపు క్రింది భాగములలో దహనమువలన, జంతువుల శ్వాస ప్రక్రియలవలన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ పడతెగకుండ చేర్చబడుచున్నను అది సదా మొక్కల కిరణజన్య సంయోగ (ఫొటోసింతసిస్) క్రియచే తొలగింపబడుచున్నది. సముద్ర, వాతావరణముల మధ్య నెలకొను సమతులిత స్థితి కూడ ఇంతకు ముందు చెప్పినట్లు వాతావరణములోని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ పాలును క్రమబద్ధము చేయుచున్నది.

వాతావరణము గనుక కొంతవరకు నిశ్చలముగా ఉన్నచో దానిలోని తేలికవాయువులు మీది భాగమునను, బరువు వాయువులు అడుగునను ప్రత్యేకపు పొరలుగా విస్తరించి ఉండెడివేమో. కాని, దాని నిర్విరామ చలనము వలన కాబోలు ఎత్తును అనుసరించి గాలియొక్క సంఘట్టనములో నియత పరివర్తనములు కనిపింపవు.

ఆట్మోఫైల్ మూలద్రవ్యములలో లాక్షణికమైనవి నైట్రోజన్, జడవాయువులు మాత్రమే. వాతావరణములో ఆక్సిజన్ సుసంపన్నముగా ఉన్నను, దాని బాహుళ్యమును శిలావరణ, జలావరణములలో దాని బాహుళ్యతతో పోల్చి చూచినచో అత్యల్పమే అని తెలియును. కాబట్టి, దాని ఆట్మోఫైల్ స్వభావము గణనీయము కాదు.

జీవ భూరాసాయనిక శాస్త్రము: మొక్కల, జంతువుల, సూక్ష్మజీవుల సముదాయముతో కూడిన సమష్టి మండలమునకు జీవావరణము అని పేరు. దాని భూరాసాయనిక శాస్త్రము 'జీవ భూరాసాయనికశాస్త్రము' అని పేర్కొనబడుచున్నది.

జీవావరణములో ఇంతవరకు రమారమి 90 మూలద్రవ్యముల ఉనికి గుర్తించబడినది. వాటిలో కార్బన్, హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, గంధకము, భాస్వరము, సోడియమ్, పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, ఇనుము, క్లోరిన్ అవశ్యకములైనవి. వాటిలో కొన్ని క్రియాత్మక ప్రాధాన్యము కలవి; కొన్ని జంతువుల అస్థిపంజరములందు, కఠినాంగములందు కనుగొనబడినవి; కొన్ని ఆక్సీకరణ - ఆక్సీహరణ ప్రక్రియలలో ప్రేరకములుగా పని చేయునవి. ప్రధాన మూలద్రవ్యములకు సంబంధించినంతవరకు దాదాపు అఖిల జీవుల సగటు సంఘట్టనము ఇంచుమించు ఒకే విధమున ఉండును.

శిలావరణములోకన్న జీవావరణములో సిలికా, అల్యూమినా, ఇనుము, సోడియమ్, పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్ తక్కువగాను; కార్బన్, హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, గంధకము మున్నగునవి ఎక్కువగాను సాంద్రీకరింపబడి ఉన్నవి.

పైన చెప్పిన అవశ్యక మూలద్రవ్యములతోపాటు ఇతర మూలద్రవ్యములు కూడ అనేక సజీవద్రవ్యములలో పరిగణింపదగిన మొత్తములలో కనిపించును. వాటిలో జీవులకు ఉపకరించునవి కొన్ని, ఉపకరించునట్లుగా తోచనివి కొన్ని ఉన్నవి. ఉదా: కొన్ని మొక్కలు తమకు ఏ విధముగను అక్కరపడని మూలద్రవ్యములను కూడ విస్తార రాశులలో సంగ్రహించును. అంతేకాక, కొన్ని మొక్కలలో బెరిలియమ్, బోరాన్ వంటి శిలావరణ లాక్షణిక మూలద్రవ్యములే కాక బంగారము, బిస్మత్తు, ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని, సీసము వంటి సైడిరోఫైల్, చాల్కోఫైల్ మూల ద్రవ్యములు సైతము సాంద్రీకరింపబడి ఉన్నవి. మొక్కల ఈ విచిత్ర ప్రవర్తన గుర్తింపబడుటయేగాక భూరాసాయనిక ఖనిజ అన్వేషణ [చూ.] లో సద్వినియోగము కూడ చేయబడుచున్నది. మొక్కలతో పోల్చి చూచిన జంతువులు వెనేడియమ్, రాగి, మాంగనీస్ (చీమలు), అయిడీన్ వంటి కొద్దిపాటి మూలద్రవ్యములను మాత్రమే తమలో సాంద్రీకరించుకొనుచున్నవి.

జీవావృత్తి (బయోసైకిల్): జీవావరణ, వాతావరణముల సంబంధము చాల సన్నిహితమైనది; సువిదితమైనది. మొక్కలలో కల ఆకుపచ్చని క్లోరోఫిల్ ద్రవ్యము సూర్యకాంతి సమక్షమున నీరు, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ల నుండి కార్బన్ యౌగికములను సంయోజించి, ఆక్సిజన్‌ను విడుదల చేయును. శ్వాసప్రక్రియ సమయమున ఈ కార్బన్ యౌగికములు మరల ఆక్సీకరింపబడి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, నీటి ఆవిరి ఉత్పాదితములగును. ఈ కార్బన్ ద్రవ్య సంయోజనము (కిరణజన్యసంయోగక్రియ), ఆ ద్రవ్యము కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌గను, నీటి ఆవిరిగను పునరాక్సీకరింపబడుటయు ప్రకృతిలో జరుగు అనేక ఇతర సంఘట్టనల మాదిరిగనే అతి సమతులిత సంఘట్టనగా తోచును.

జీవుల మనుగడకు నీరు అత్యావశ్యకము గనుక జీవావరణ, జలావరణముల సంబంధము కూడ సన్నిహితమైనది. జీవుల వృద్ధిక్షయములు సముద్ర జలముల సంఘట్టనమున అతి ముఖ్యములైన మార్పులు కొనితెచ్చును. కాని, అవి లెక్కింపదగినవి కావు. ఏలన, ఆ జీవులచేత గ్రహీతమైన ద్రవ్యము దాదాపు యావత్తు పచనక్రియ (మెటబోలిజమ్) సమయమున సముద్రమునకు పునర్లబ్ధమగును. జీవుల

సగటు సంఘట్టనము కూడ పరిసరముతో సన్నిహితముగ సంబద్ధమై ఉండును. ఉదా: అనేక సముద్రజీవుల రక్తము, శరీరద్రవములు (సముద్రజలము ఆ జీవుల శరీరములోనికి స్వేచ్ఛగా ప్రవేశింప వీలగునట్లుగా) సముద్రజలముతో ద్రవాభిసరణ (ఆస్మోసిస్) సమతులిత స్థితిలో ఉన్నవి.

మానవావరణము; ఇంతవరకు మనము మూలద్రవ్యముల విమోచనము, స్థానాంతరగమనము, స్థిరీకరణము వివిధ భూమ్యావరణములలో ఎటుల సాగుచున్నవో సూత్రప్రాయముగ తెలిసికొంటిమి. భూ బహిరావరణముల మధ్య ద్రవ్యము ఒకదానిలోనుండి వేరొకదానిలోనికి ఎటుల గమనించుచున్నదో, ప్రకృతి ఆ ద్రవ్యమును ఎటుల సమస్థితిలో ఉంచగలుగుచున్నదో సంగ్రహముగ తెలిసికొంటిమి. కాని, ఇందు మానవుడు ఒక్కడే విసంవాద కర్తగా కనిపించుచున్నాడు. అతడు కొన్ని మూలద్రవ్యముల భూరాసాయనిక ఆవృత్తిని మార్చివేయుచు, బహిస్తమ భూమ్యావరణములలో వాటి సహజ సమస్థితిని చెప్పుకొనదగిన రీతిలో భంగపరచుచున్నాడు. ఉదా: శిలావరణమునుండి ఖనిజరూపమున ఇనుము, అల్యూమినియము, రాగి, మగ్నీషియమ్ మున్నగునవి అపార రాశులలో తోడివేయబడుచున్నవి. జలావరణ, వాతావరణములనుండి కూడ అనేక మూలద్రవ్యములు, యౌగికములు సాధింపబడుచున్నవి. వాతావరణములో వచ్చి కలియు రేడియో ధార్మికశక్తి, పారిశ్రామిక ధూళి కూడ అలక్ష్యింపదగినవి కావు. మానవుడు జీవావరణపు ద్రవ్యరాశిని కూడ నియంత్రించుచు పెంచున్నాడు; తనకు ప్రయోజనకరములైన అనేక మూలద్రవ్యముల ఆవృత్తిలో విస్పష్టపరివర్తనములను కొని తెచ్చుచున్నాడు. మానవ నిర్మితములైన ఈ భూరాసాయనిక అసమతా స్థితులను ప్రకృతి ఎటుల చక్కబెట్టునో ఇప్పుడే ఊహించి చెప్పుట కష్టసాధ్యము.

భూ రాసాయనికశాస్త్ర వినియోగములు: భూ రాసాయనిక శాస్త్రాధ్యయనము భూ రాసాయనిక స్వభావమును ఆవిష్కరించుటకే కాక ఖనిజశాస్త్రమున, శిలాశాస్త్రమున తటస్థపడు పెక్కు సమస్యలను వివరించి, పరిష్కరించుటకు కూడ సహాయపడినది. అంతకంటె ముఖ్యముగా అది ఖనిజములు, శిలలు, నేలలు, జలములు, వాతావరణము, జీవులు - వీటిలో కల లేశ మూలద్రవ్యముల చర్యను, ప్రాధాన్యమును కూడ గుర్తింప జేసినది. ఈ శాస్త్రరీత్యా కర్బన, అకర్బనద్రవ్యములు రెండింటిలోను, అన్ని పరిసరములలోను లేశఘటకముల విమోచనము, స్థానాంతర చలనము, స్థిరీకరణములకు సంబంధించిన ఉపయుక్త పరిజ్ఞానము విశేషముగా లభించినది. ఆ పరిజ్ఞానము వ్యవసాయ రాసాయనిక శాస్త్రమున, జీవశాస్త్రమున విరివిగా ఉపయోగపడుచున్నది. లేశ మూలద్రవ్యముల ప్రాముఖ్యత, మట్టిలోను, జలములలోను, మొక్కలలోను అవి చూపగలుగు వ్యత్యస్తములు, వాటి వ్యాపనములో గల భేదములు పరిశీలింపబడినవి. ఈ విషయముల ప్రాతిపదికపై ఖనిజ అన్వేషణకు ఒక వ్యవస్థిత పద్ధతి రూపొందింపబడినది [చూ. భూ రాసాయనిక ఖనిజ అన్వేషణ - పు. 622].

అ. న.

భూసార రక్షణ: ప్రకృతి సిద్ధమయిన మన్ను మానవుని మనుగడకు అత్యావశ్యక మయినది. నేలపై చెట్లు - చేమలు పుట్టి పెరుగుటకు ముఖ్యాధారము మన్ను. ఖనిజములు, లవణములు, జీవపదార్థములు, నీరు, గాలి మొదలైనవన్నియు మన్నుయందు చేరి ఉన్నవి. వృక్షజాలమునకు ఆవశ్యకమైన ఆహారమును నీటిని మాత్రమే సరఫరా చేయుటయే కాక చెట్లు - చేమలు, సస్యజాలము భూమిలోనికి వేళ్లను తన్ని భూమిపై నిలచుటకు భౌతిక ఆధారము అయి ఉన్నవి. పర్వతములకు, శిలలకు కలుగుచున్న భౌతిక విచ్ఛేదము రాసాయనిక పరిణామమువల్ల భూమిలో మట్టియందు గల ప్రాతిపదిక పదార్థములు ఏర్పడుచున్నవి. శీతోష్ణస్థితి, సజీవ పదార్థ పరిణామము ముఖ్యమైనను, శిలలు, రాళ్లు, స్థలస్వరూపము, కాల పరిణామము మొదలైనవి భూమిపై మన్ను ఏర్పడుటకు ముఖ్య కారణములు. కాలక్రమమున భూమియందు సూక్ష్మజీవులు, చెట్లు - చేమలు పరిణామము చెంది భూమిమీద మన్ను అనేక పొరలు పొరలుగా ఏర్పడుచున్నది. దీనినే పైమన్ను (టాప్‌సాయిల్) అని వ్యవహరింతురు.

భూ భాగపు ఉపరితలము - అనగా భూమిమీద 200 మి. మీ. మొదలు 250 మి. మీ. లోతుగా ఏర్పడిన మన్ను పొరలే - వృక్షజాలమునకు ఆహారమును సమకూర్చుచున్నవి. ఈ మట్టియందు గల సారసంపదను మానవుడు అనేక విధముల దుర్వినియోగము చేయుట కూడ పరిపాటి. భూమిపై మన్ను కాలానుగతముగా ఏర్పడుచున్ననూ ఇది అతి మందగతిలో ఆవిర్భవించుచున్నది. అనుకూల పరిస్థితులు అన్నియు కలిగి ఉండి భూతలముపై సుమారు 25 మి. మీ. దళసరి మన్ను ఏర్పడుటకు 300 మొదలు 1000 సంవత్సరములకు పైగా కాలము పట్టునని అంచనా వేయబడినది. కాబట్టి, భూసంరక్షణ దాని సరసోపయోగము కూడ చాల ముఖ్యమైన విషయములు. అనేక కారణముల వల్ల భూతలము మీది మట్టి శిథిలావస్థను పొంది కొట్టుకొని పోవుటనే 'భూక్షరణము' అందురు.

భూసంబంధముగా కలుగు క్షరణము : భూతలము మీద కాలానుగతముగా మట్టి ఏర్పడునట్లే మానవ సంబంధము ఎంతమాత్రము లేకయే సహజ పరిస్థితులలో భూతలము మీద మట్టి కణములు శిథిలములు అగుచుండును. మట్టిపొర ఏర్పడుట, అట్లు ఏర్పడిన మన్ను శిథిలములు అగుట అను రెండు ప్రక్రియలు అతి మందముగా, అగోచరముగా సంభవించుచుండును. భూతలముమీద ఒక ప్రక్క మన్ను ఏర్పడుచుండినచో, మరొక చోట శిథిలము అగుచుండును. ఇట్లు భూతలము మీది మన్ను శిథిలము అగుటయే భూ సంబంధమగు భూక్షరణము.

శీఘ్ర భూక్షరణము : వృక్షజాలమును అమితముగా నరకి నాశనము ఒనరించుట, కారుచిచ్చులు కలుగుట వలన, అధిక స్థాయిలో పశువులు మేయుచుండుట వలన, నిమ్నమైన లోయలు, వాలు ప్రదేశములలో విచ్చలవిడిగా పోడు సేద్యము చేపట్టుట వలన, జీవప్రభావము వలన భూమిపై మట్టియొక్క సహజ సామ్యావస్థకు సంక్షోభము ఏర్పడుచున్నది. ప్రతి మట్టి కణము - పైన ఉదాహరించిన కారణముల వల్ల - స్థానభ్రంశము పొందుటకు సహకరించును. వర్షములవల్ల, వరదలవల్ల మన్ను కొట్టుకొని పోవుచున్నది. గాలితో మన్ను దుమ్ముగా ఎగిరిపోవుచున్నది. వీటి ఫలితముగా మన్ను ఏర్పడుట కంటె అతి శీఘ్రముగా భూక్షరణము కలుగుచున్నది. భూమియందు కలుగుచున్న ఈ పరిణామమునకే 'శీఘ్ర భూక్షరణము' అందురు. భూక్షరణము, దానివలన ఏర్పడుచున్న నష్టములను గూర్చి విచారించునప్పుడు త్వరిత గతిని కలుగుచున్న భూక్షరణము, శిథిలము కూడ దానియందు నిబిడమై ఉన్నవి.

భూక్షరణమునకు సహకరించు శక్తులు : భూక్షరణమునకు సహకరించు శక్తులు ముఖ్యముగా రెండు. మొదటిది గాలి; రెండవది నీటి ప్రవాహము. ఈ రెండు శక్తుల మూలముగా జరుగుచున్న భూక్షరణ విధానములు భిన్నమైనను వాటి ఫలితాంశములు సమానము. ఇది ముఖ్యముగా ఒక ప్రదేశమున ఉన్న మట్టికి స్థానభ్రంశము కలిగించుటయే.

నీటివలన ఏర్పడుచున్న భూక్షరణము : భూతలము మీద ఏర్పడిన మట్టి కణములు వాన చినుకుల తాకిడికి శిథిలములు అగుచున్నవి. ఈ శిథిలములైన కణములు నీటి ప్రవాహము చేతనో లేదా కరగుచున్న మంచు వలననో కొట్టుకొని పోవుచున్నవి. నీటివలన ఏర్పడుచున్న భూక్షరణ విధానము క్రింద వివరించబడినది.

పొరలు పొరలుగా ఏర్పడుచున్న భూక్షరణము : భూ పై భాగమునుండి మన్ను సమానముగా సన్నని పొరలు పొరలుగా కొట్టుకొని పోవుట. ఈ విధానమునందు భూమి మీది అత్యంత సారవంతమైన ఉపరితలపు మట్టి మాత్రమే కొట్టుకొని పోబడును. ఈ భూక్షరణము కంటికి కనుపించకుండ జరుగుచుండును. ఇట్టి భూములలో పంటలు క్షీణించి, ఫలసాయము దిగుబడి తగ్గిపోయి, అధిక నష్టములు ఏర్పడుచున్నవి. సాధారణముగా పరిరక్షణలేని ఏటవాలు ప్రదేశములందు గట్టిగా ఉండక భూమిపై మెత్తగా పైపైన ఏర్పడిన మట్టిపొరలు, గట్టిభూమి లోతున నుండి అత్యధిక స్థాయిలో పారగమ్యతగల భూముల యందు మాత్రమే ఇట్టి భూక్షరణము ఏర్పడుచున్నది.

ప్రవాహ భూక్షరణము : వర్ష పాతము అత్యధికముగా ఉండి, తగినంతగా వర్షపు నీరు భూమిలోనికి ఇంకిపోవకుండుటచేత నీరు చిన్న చిన్న ప్రవాహములుగా ఏర్పడుచున్నవి. ఎక్కువ నీరు నిల్వ ఉండి, ప్రదేశములు ఏటవాలుగా ఉండుటచేత ప్రవాహవేగము అధికమై, ప్రవహించు నీటితో బాటు మట్టియు ఎక్కువగా కోరుకొని పోవుచున్నది. ఇట్లు ఏర్పడుచున్న నీటి ప్రవాహపు మార్గములు, కాలువ దారులు సాగుబడి గల భూములలో దున్నునపుడు చదును చేయబడుచున్నవి. సాధారణముగా సాగుబడి భూములలో దుక్కివల్ల ప్రవాహ మార్గములు ప్రథమావస్థయందే సరిచేయబడుచున్నవి. కాని, ఇట్టి భూములను బంజరు భూములుగా ఉంచినప్పుడు - వేరు సంరక్షణ లేనప్పుడు - నీటి ప్రవాహపు మార్గములు చదును చేయబడక నిలిచిపోయి ఉండును. వీటి ఫలితములుగా పొలములలో, తోటలలో చేతి వ్రేళ్లవలె నీటి ప్రవాహ మార్గముల (రిల్స్) మూలముగా ఏర్పడిన భూక్షరణము ప్రవాహ క్షరణము అనబడుచున్నది.

అవనాళికా క్షరణము : భూక్షరణము వలన భూమిపై లోతుగా అవనాళికలు ఏర్పడిన దానిని 'అవనాళికా క్షరణము (గల్లీ ఇరోషన్)' అందురు. చిన్న చిన్న నీటి ప్రవాహము వలన మట్టి కొట్టుకొని పోవుచుండగా ఈ ప్రవాహ మార్గములలో మానవులు, జంతుజాలము త్రొక్కుట వలన సహజముగా గుంటలు, పల్లములు ఏర్పడుచున్నవి. ప్రవాహ వేగమువలన చిన్న చిన్న ప్రవాహముల లోతు, వెడల్పు అధికమై గల్లీలుగా మారుచున్నవి. ఒక్కొక్కప్పుడు ఈ గల్లీలు వెనుకకు కూడ చొచ్చుకొని పోవుచుండును. వీటి వైశాల్యము, విస్తీర్ణము, లోతు, వెడల్పు మొదలగునవి భూలక్షణమును బట్టి, వర్ష పాతమును బట్టి, వినియోగమును బట్టి మారుచుండును. గల్లీలు భూమిని పూర్తిగా నిస్సారము చేయుచున్నవి. ఇట్టి భూములు తిరిగి ఉద్ధరింపబడిననే గాని సేద్యమునకు నిష్ప్రయో

యోజనములు. ఇట్టి భూక్షరణము మన కంటికి అగపడుచున్నది.

ఒడ్డు కోరుడు భూక్షరణము : వాలు ప్రదేశములలో భూమట్టము లోతుగా ఉన్నప్పుడు నీటి ప్రవాహము వలన ఇరుప్రక్కల గట్లు నీటి అడుగుభాగము కోరుకొని పోవుచుండును. స్రవణక్షేత్రములలో ఏర్పడుచున్న భూక్షరణము వలన నీటి ప్రవాహము చెత్తచెదారమును, మట్టిని మేట వేసికొనును. దీనివల్ల ప్రవాహపు వైశాల్యము తగ్గి నీరు పొంగి పొర్లి గట్లు కోసికొని పోవును. నీటి కాలువల వంపులు లేదా మళుపుల దగ్గర గట్లు విస్తారముగ కోసికొని పోయి, నీరు అడ్డరికి ప్రవహించి, ప్రవాహముతో పాటు గట్లుతెగి ఎక్కువగా మట్టిని పోసుకొని ప్రవాహ వేగము లేని ప్రదేశములందు మేటలు వేయును. ఈ విధముగా లంకలు ఏర్పడుట వలన మొదటి ప్రవాహపు మార్గములు మారి క్రొత్త క్రొత్తదారులు తీయుటచే అదనముగా భూభాగములు ధ్వంసము చేయబడుచున్నవి. ఈ విధముగా మేటలు వేసికొని తిప్పలు ఏర్పడుట చేత ఎక్కువగా భూక్షరణము కలుగుచున్నది.

భూభాగములు విరిగి జరుగుట, జారుట : నిమ్నమైన వాలు ప్రదేశములలోను, మన్ను గట్టిగా పరిణామము చెందని పర్వత ప్రదేశములందును పెద్దపెద్ద భూభాగములు జరిగి, జారిపోవుచున్నవి. ప్రక్కల చెట్లు, రోడ్లు, రాళ్లు మొదలగు వాటి ఆకర్షణ శక్తులవల్ల ఇట్టి భూక్షరణము ఏర్పడుచున్నది.

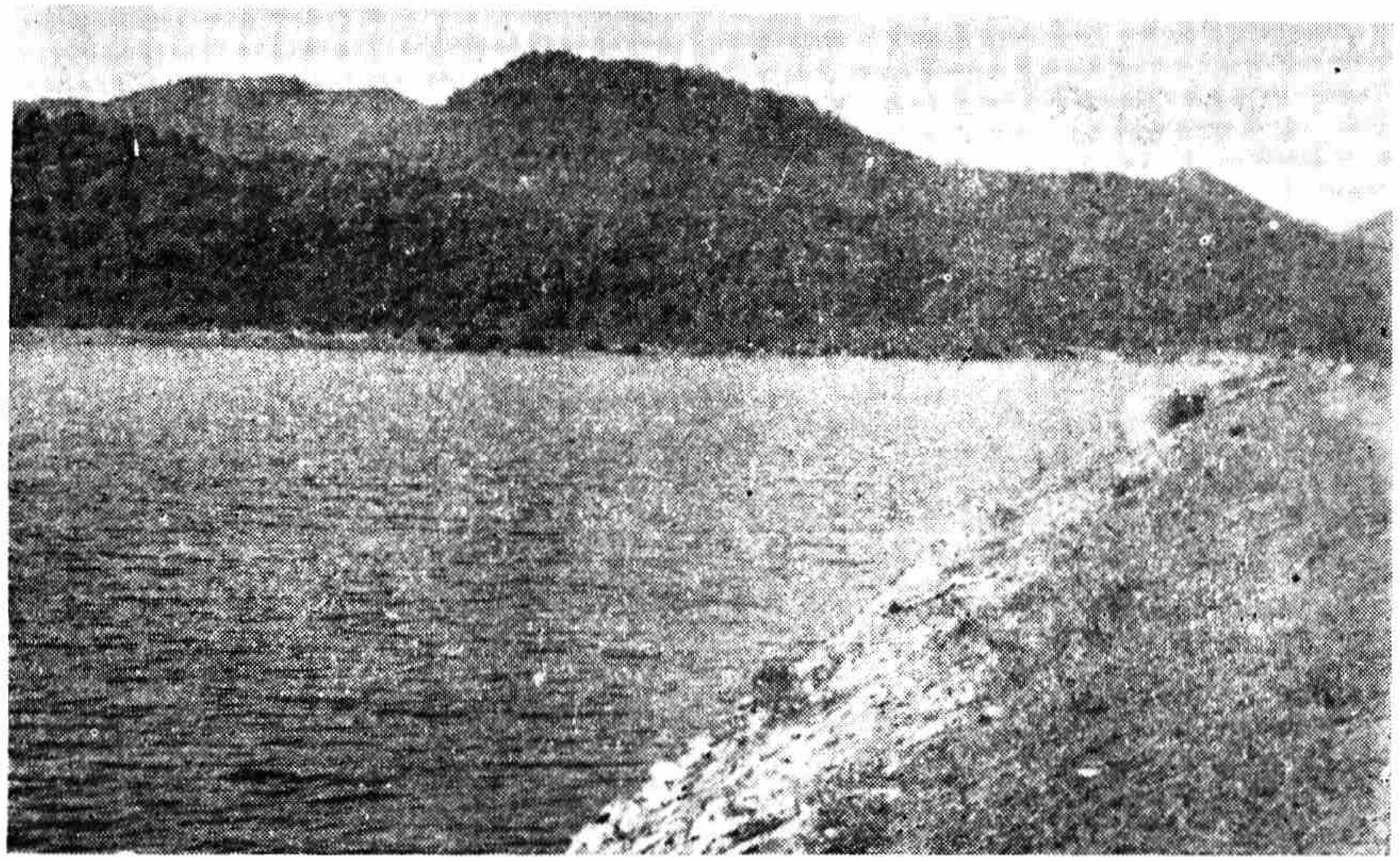
గాలివలన సంభవించు భూక్షరణము : గాలి వలన మట్టి కణములు ఒక ప్రదేశము నుండి మరొక ప్రదేశమునకు స్థానభ్రంశము పొందుట వాయు భూక్షరణము. పీఠ భూములయందు, వాలు లేదా చదును ప్రదేశములందు ఏర్పడుచున్న భూక్షరణము తీవ్రమైన సమస్య. ముఖ్యముగ ఇట్టి ప్రదేశములలో వృక్షజాలము లేకపోవుటవలన గాలి ఉద్ధృతముగ వీచుచుండును. భూతలముపై వీచు గాలులు విక్షోభవంతమై అతి ఉద్ధృతముగ సుమారు గంటకు 11 కి. మీ. చొప్పున వీచుచుండును. గాలి వేగముతో పాటు ఈ విక్షోభము వల్ల మన్ను ఎగుర గొట్టబడి స్థానభ్రంశము ఏర్పడి భూక్షరణము కలుగుచున్నది. ఇది గాక, గాలి ప్రసారమందు కలుగు మార్పులవల్ల, సుడి గాలులు లేచుటవల్ల భూతలముపై వదులు వదులుగా ఏర్పడిన మట్టి భాగము ఎగురగొట్టుకొని పోవును. ఈ విధముగా ఎగురగొట్టుకొని పోబడు మట్టి భూమ్యాకర్షణ శక్తి అధికముగా ఉన్న ప్రదేశములకు చేరవేయబడును. ప్రసరించుచున్న గాలి వేగము తగ్గినప్పుడు కూడ ఇట్టి పరిస్థితి ఏర్పడుచున్నది. భూమి పైభాగమున సారవంతమైన మట్టి కొట్టుకొని పోయి భూమి నిస్సారమై నిలుచును. స్థానభ్రంశము వలన పెద్దపెద్ద మట్టి కణములు సారవంతమైన భూముల మీదపడి భూసారమును క్షీణించి, దిగుబడి తగ్గి, ఫలసాయము తగ్గిపోవును.

భూక్షరణ ప్రభావము - కారణములు : శీతోష్ణస్థితి, భూలక్షణము, వృక్షజాలము, భూ భౌతిక స్వరూపము మొదలైనవి భూక్షరణమునకు కారణాంశములు అగుచున్నవి. ఇంతేగాక, శీతోష్ణస్థితి అవపతనము, తాప క్రమము, గాలి, వాతావరణములోని తేమ చెమ్మదనము, గాలి యొక్క చిక్కదనము, సాంద్రత, సూర్యవికిరణము మొదలగు అంశములు కూడ కానబడుచున్నవి. అత్యధికమగు తాపక్రమమువల్ల ఉత్స్వేదనము ఏర్పడుచున్నది. గాలి - వాన చినుకుల వేగము, తాకుడు దిక్కును కూడ మార్చుచున్నది. వాతావరణపు తేమ, సౌరవికిరణపు ప్రభావము ప్రత్యక్షముగ ఉండదు. నీటివల్ల జరుగుచున్న భూక్షరణమునందు మృత్ విచ్ఛేదము వర్షపాతానుగుణ్యముగ ఉండును. గాలి - వానల తగ్గుదలను బట్టి ఒక అంగుళము (25·4 మి. మీ.) లో ఏర్పడు భూక్షరణము క్రమముగ తగ్గును. ఇట్టి భూక్షరణమునకు ముఖ్య కారణములు అధిక వర్షపాతము, మొత్తము మీద కురిసిన వర్షపాతము ఎంతైనా వర్షపాతను అధికమయిన కొలది 25·4 మి. మీ మేరలో ఏర్పడు భూక్షరణము అధికముగనే ఉండును. గాలివల్ల ఏర్పడుచున్న భూక్షరణమునందు వాతావరణపు తేమ, గాలులు భూమిని కుప్పింపజేయును. అందువలన గాలివల్ల కలుగుచున్న భూక్షరణమునకు అనుకూల్యత ఏర్పడుచున్నది. గాలివల్ల కలుగు భూక్షరణమునకు గాలివేగము, గాలి దిక్కు, గాలివీచు కాలము, గాలివల్ల కలుగు విక్షోభము మొదలైనవి దోహదమయ్యే కారణములు.

భూమి : భూమియొక్క భౌతిక లక్షణములు అనగా భూనిర్మాణము, లక్షణము, జీవపదార్థములు, తేమ సాంద్రత, వీటితోపాటు రాసాయనికసంబంధమైనమార్పులు, జీవపరిణామములు ఒక్కొక్కటిగానో లేదా రెండు మూడు చేరియో భూక్షరణము కలుగుచున్నది. భూమిపై మన్ను వదులు వదులుగా ఉండుట లేదా భూమి యొక్క అంతఃసరణపు శక్తి తగ్గిపోవుటవలనను ఎక్కువగా మట్టికొట్టుకొని పోవును. మన్ను గట్టిపడని ప్రదేశములలో మన్ను అతి సులువుగా చెదిరిపోయి కొట్టుకొనిపోవును.

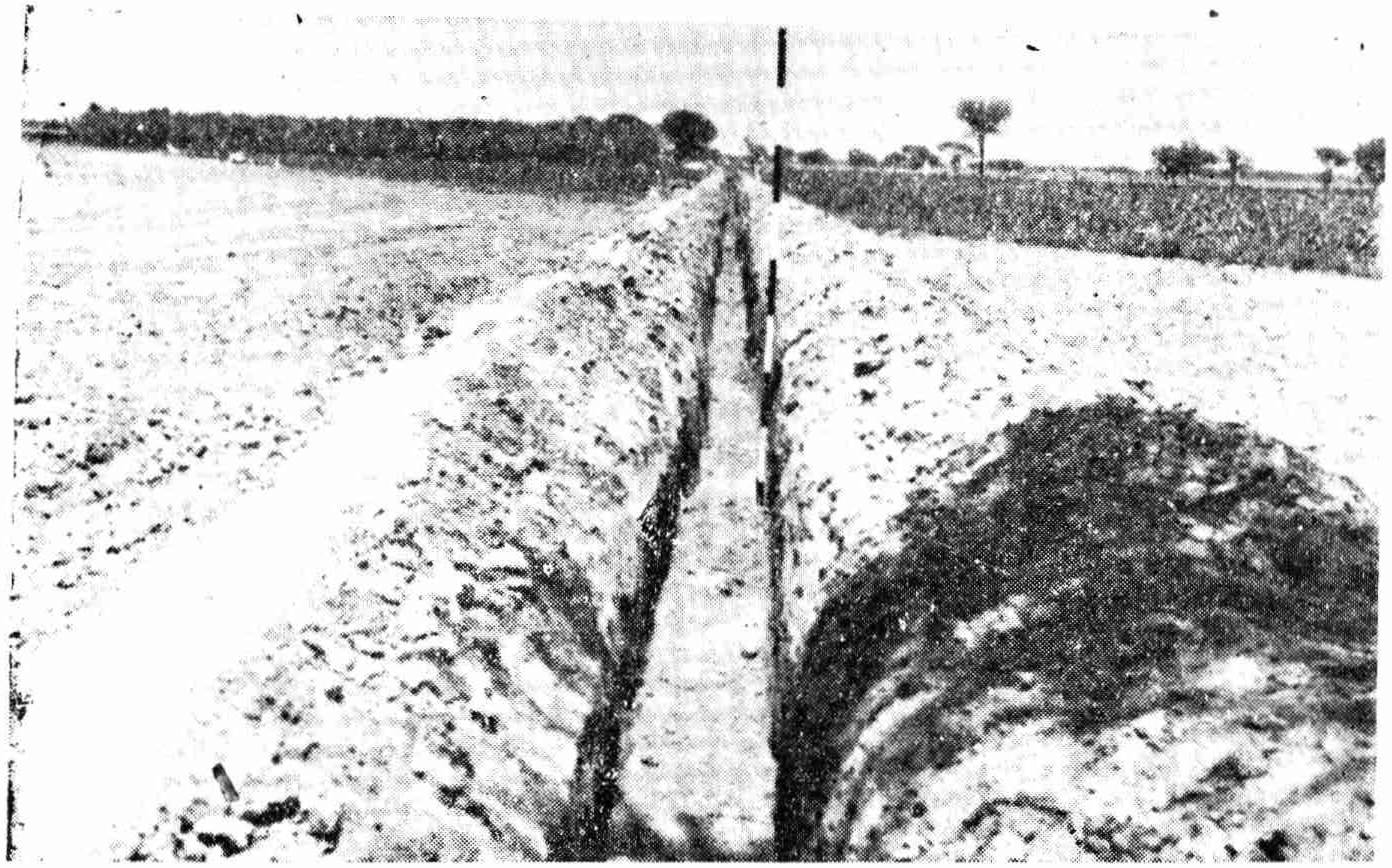
వృక్షజాలము : చెట్టు - చేమలు, వృక్షజాలముల వలన కూడ భూక్షరణము ఏర్పడుచున్నది. క్షరణ విస్తీర్ణము,

పర్వత ప్రాంతములలో అస్తవ్యస్తముగా సేద్యము చేయుటవలన ఏర్పడిన భూక్షరణము.



పర్వత సానువులను సక్రమ పద్ధతిని అటవీకరణము చేయుటవలన అరగాణి పరిరక్షింప బడుటయే గాక స్వచ్ఛమైన జలములను సరఫరా చేయబడు రిచర్వారు చాలా కాలము మనగలుగును.

నీటి వినియోగమునందు నష్టములను అరికట్టుటకు నీటిని కాలువల ద్వారాగాని, పైపుల ద్వారాగాని మరలించుట ఉత్తమమైన పద్ధతి. క్రింది చిత్రమున పంటనీటి గొట్టమును వేయుటకు తీసిన గాడిని చూడనగును.



పర్వత సానువునందు సాగు ↓

Blank Page

విధానము, భూమి, శీతోష్ణస్థితి ముఖ్యముగ వృక్షజాలమును బట్టి, సాంద్రతను బట్టి మారుచుండును. కొన్ని సమయములందు వృక్షజాలము వలన కలుగుచున్న క్షరణము క్రింద సూచించినట్లు తగ్గిపోవుచుండును. 1. వృక్షజాలము వర్షపాతమునకు ఆటంకము కలిగించును. వాన చినుకుల శక్తిని వృక్షములు గ్రహించును. దీని ఫలితముగ వాన జల్లులవల్ల కలుగుచున్న భూక్షరణము తగ్గిపోవుచున్నది; 2. భూమిపై నీటి ప్రవాహ వేగమును, గాలి ప్రసారపు వేగమును వృక్షజాలము తగ్గించును. దీనివలన భూ క్షరణము తగ్గిపోవుచున్నది; 3. భౌతికముగా చెట్లు-చేమలు, ఇతర వృక్షజాలము భూసరణమునకు ఆటంకము కలిగించును; 4. చెట్లవేళ్లు, ప్రకాండము, జీవరాశులు నాశమొంది, మట్టిలో చీకి, క్రుళ్లి భూమిపై మట్టిని వదులుగ చేయును. దీనివలన భూమియొక్క అంతఃసరణ శక్తి అధికము అగుచున్నది; 5. వృక్ష జాలము పెరుగుచుండుటచే భూమియందు జీవాణు ప్రక్రియ జరుగుచుండును.

భూ భౌతిక పరిస్థితులు: భూమియొక్క పరిస్థితి, వాలు, డిగ్రీ, నిడివి అను వాటిని బట్టి కూడ భూక్షరణము మారుచుండును. మరికొన్ని ప్రదేశములందు నీటి వసతి సైజు, రూపములను బట్టి నీటివలన కలుగుచున్న క్షరణము మారుచుండును. భూతల ప్రదేశము ఎక్కువ వాలుగా ఉన్నప్పుడు నీటి ప్రవాహపు వేగము హెచ్చును. ఈ నీటి వేగమును బట్టి భూక్షరణముకూడ అధికము అగుచుండును. ఇట్లు నాలుగు రెట్లు అధిక ఏటవాలుగా ఉన్న ప్రదేశములో నీటి ప్రవాహము రెండింతలు అగును. ప్రవాహవేగము రెండింతలు పెరిగినప్పుడు మట్టిని స్థానభ్రంశము చేయగల శక్తి 64 రెట్లు పెరుగును. ఇట్లు 3 రెట్లు అయినచో 729 రెట్లు పెరుగును.

భూక్షరణమువలన లాభనష్టములు: సాధారణముగ భూమిపై ఉండు సారవంతమైన మన్ను కొట్టుకొని పోవునపుడు భూమి నిస్సారమై ఫలసాయము తగ్గిపోవును. కాలక్రమమున గల్లీలు ఏర్పడి భూక్షరణము తీవ్రముగ జరుగును. అట్టి భూక్షరణ ప్రదేశములు సేద్య యోగ్యముగ ఉండక సాగునేల విస్తీర్ణము తగ్గిపోవును.

భూమి యొక్క అంతఃసరణశక్తి అధికముగా తగ్గిపోయి, ఎక్కువగ మన్ను కొట్టుకొని పోవును. భూమిమీద నీటి సరఫరా తగ్గిపోవును.

నదులు - ప్రవాహములు: నీటి ప్రవాహపు వేగమువలన గట్లు కోసికొని తెగిపోవును. గట్లపైన ఏర్పడి ఉన్న సారవంతమైన లోయలు శిథిలమగును.

అధిక వేగగతిలో భూక్షరణము ఏర్పడినప్పుడు ఎక్కువగ మన్ను నదీ ప్రవాహములో కొట్టుకొనివచ్చి లోయల ప్రాంతములందు చేరవేయబడును. దీని ఫలితముగ ఇట్టి ప్రదేశములందు భూసారము క్షీణించి కొంతకాలమువరకు సాగుబడి భూములు వ్యవసాయమునకు నిరుపయోగములు అగుచున్నవి.

పరీవాహ ప్రాంతము: పరివాహ ప్రాంతములనుండి ప్రవహించు నీటి ప్రవాహములలో ఏర్పడు మేటల, తిప్పల వల్ల ప్రవాహములక్రింది మన్ను కొట్టుకొనిపోవును. నదీ ప్రవాహములవల్ల గట్లు కోసికొనిపోవుటవల్ల ఏర్పడు క్షరణములవల్ల నీటి రిజర్వాయరులలో మన్ను చేరిపోవును. దీనివలన రిజర్వాయరులు చెడిపోవును. ప్రభుత్వమునకు, ప్రజలకు తీరని నష్టము ఏర్పడక మానదు. నదీ ప్రవాహము వలన ఏర్పడు భూక్షరణములవల్ల మేటలు వేయుటచేత నదీ జలములు పొంగి వరదలుగా గట్లుమీద నుంచి పారుచుండును. పరీవాహ ప్రాంతములలో ఏర్పడు భూక్షరణములవల్ల స్థానికముగ నదులు పొంగి పొరలుచుండును.

భూక్షరణ వ్యాప్తి: భూక్షరణము మారుచుండు స్వభావము కలది. అతివేగముగ ఏర్పడుచున్న భూక్షరణములను నిరోధించిననే గాని సాగుబడిలో ఉన్న సారవంతమైన ప్రదేశములు నిరుపయోగకరమై సేద్యమునకు ఉపయోగపడక తీవ్రమైన సమస్యగా పరిణమించును. అనేక ప్రదేశములందు ఇట్టి క్షరణము ఏర్పడి తీరని నష్టములు కలుగుచుండుటచేత భూక్షరణ ప్రదేశముల విస్తీర్ణములను అంచనా వేసి కట్టు లెక్కలు, ప్రమాణములు భ్రాంతికరముగ ఉన్నవి. అయినను, దీని విషయమై నేటివరకు లభించుచున్న అంచనాల లెక్కలవల్ల భూక్షరణములచే ఏర్పడుచున్న కష్టనష్టములను, వాటి విలువలను తెలిసికోగలుగుచున్నాము. సాలీనా సాగుబడిలో ఉన్న 12·545 కోట్ల హెక్టేరుల మేరలో 5·665 కోట్ల హెక్టేరులు అనగా సుమారు 45% భూప్రదేశమునందు అనేక పరిమాణములలో అనేక విధములుగ క్షరణము ఏర్పడుచున్నది. కాబట్టి, వీటిలో సుమారు 4·046 కోట్ల హెక్టేరులు వెనువెంటనే సంరక్షించుకొనవలసిన అవసరము ఉండనే ఉన్నది. దీనితోబాటు 2·023 కోట్ల హెక్టేరుల విస్తీర్ణము కటిక ఎడారులుగా ఏర్పడుచున్నవి. ఇది ఆనాటికానాడు పెరుగుచున్నది కాని తగ్గుటలేదు. ఇక పోగా మిగిలిన కోటి పదిలక్షల హెక్టేరుల విస్తీర్ణము నీటి బాడవలుగానో లేదా బంజరు భూములుగానో నిలిచిపోవుచున్నవి.

భూసార సంరక్షణోపాయములు: ప్రతి ఒక చదరపు మీటరు భూమియుతగినట్టుగా సద్వినియోగము చేయుటయే

భూసార సంరక్షణ మార్గమునకు కిటుకు. ఈ విధముగా భూసార సంరక్షణమును చేసికొనుటకు నీటి వసతి ఉండి తీరవలెను. కాబట్టి, భూసార సంరక్షణ, నీటివసతి ఒక దానికొకటి అవినాభావ సంబంధము కలదు. సాధారణ ముగా భూవసతులు చిన్న చిన్న ఖండములుగా ఉండును. ప్రజాస్వామ్య ప్రభుత్వమునందు శాస్త్రయుక్తముగ విజ్ఞాన రీతులలో తమ కృషి కార్యకలాపములను సాగించమని రైతులను నిర్బంధపెట్టలేము; పోగా ఆర్థిక పరిస్థితుల ప్రభావమును కూడ మరువజాలము. నీటి రిజర్వాయరులు దీర్ఘ కాలము మన్నుటకు పరీవాహ ప్రాంతములలో ఏర్పడు మట్టి మేటలను, తిప్పలను అతి శీఘ్రముగా తీసివేయుచుండ వలెను. కొన్ని కొన్ని ప్రదేశములందు వరదలు, వరదల వల్ల కలుగు నష్టములను, కష్టములను అరికట్టుటకు భూనిర్వహణ ఆవశ్యకరమగు ముఖ్యాంశముగా పరిణమించు చున్నది. ఎడారులను అభివృద్ధి కానీయకూడదు. వ్యవసాయ యోగ్యమైన భూములను క్షారవంతములై ఉప్పుగొట్టి నీటి బాడవలుగా మారనీయ కూడదు. కాబట్టి, ఈ సమస్యను బహు ముఖముగా ఎదుర్కొనుట అవశ్యము. దీనికి సంబంధించు వివిధ విషయములు: 1. సర్వేలు; 2. పరిశోధనలు; 3. మళ్ళింపులు; 4. భూమి, నీటి సంరక్షణా విధానములు.

సర్వేలు: భూమి సర్వే నిర్ణయములవలన వ్యవసాయ క్షేత్రముల యొక్క భౌతిక, రాసాయనిక లక్షణములను తెలిసికొనుటకు వీలుకలుగుచున్నది. ఇంతేకాక, భూసార పరిస్థితులను గ్రహించి భూసంరక్షణ, నీటి వసతుల నిర్వహణకు ప్రణాళికలను బద్ధపరచుటకు సహకరించును. భూమి సర్వేలకు విశిష్టమైన ఎత్తు ప్రదేశములనుండి తీయబడిన ఏరియల్ ఫోటోగ్రాఫులు భూసరణ ప్రదేశముల దగ్గర మన్ను, మన్ను లక్షణములను తెలిసికొనుటకు ఉపకరించును.

పరిశోధన: భూక్షరణ ఫలితముల కారణములు తెలిసికొనుటకు, భూరక్షణ నిరోధక చర్యలు సలుపుటకు, తడి, తేమ సంరక్షణలకు ఈ పరిశోధనలు సహాయపడుచున్నవి. దీనిని అనుసరించి డెహరాడూన్, కోట, ఉదకమండలము, బళ్ళారి, వసద్, ఆగ్రా, చండీఘర్, ఛాత్రా మొదలగు ప్రదేశములందు భారత వ్యవసాయ శాఖ ఎనిమిది పరిశోధక కేంద్రములను స్థాపించినది. వివిధ శీతోష్ణ పరిస్థితులలో ఆ యా ప్రదేశములందు ప్రజలకు ఈ కేంద్రములు సహాయకరముగా ఉన్నవి.

నీటివల్ల కలుగుచున్న భూక్షరణ నిరోధములు: సాగుబడి లేని బంజరు భూములలో మొక్కలను, తోటలను పెంచి అభివృద్ధి చేయుట; పశువులు అధికముగా సస్యగ్రాసమును మేయకుండ చేయుటవలనను; అటవీ సంరక్షణ అడవుల పెంపకములవలనను సిద్ధించుచున్నది.

సాగుబడియందు ఉన్న భూములలో ముఖ్యముగా వర్ష కాలమునందు గాలివాన, తుఫాను దెబ్బలు తగలకుండునట్లు అనువైన పంటలను పండించుట; పంటలను మార్చి మార్చి పండించుట, స్ట్రిప్ క్రాపింగ్ మొదలగు చర్యల వలన సిద్ధించుచున్నది.

సాగుబడిలో ఉన్న భూములలో నీటిని, మట్టిని వృథా పోనీయక వాలుప్రదేశములందు సాగుబడిని తగ్గించుట, కాంటూర్ బండింగ్, చదునుచేయుట, మురికి కాలువల ద్వారా అదనపు నీటిని పారించుట మొదలగు చర్యల వలన సిద్ధింపజేయవచ్చును.

అనువుగా ఆచ్ఛాదిత సస్యములను, పంటలను సాగు చేయుట, కాంటూర్ బండింగ్, చదును చేయుట మొదలగు చర్యలవల్ల భూతలముపై నీరు నిల్వ చేయుట, జల సంచయము సిద్ధించుచున్నది.

నిలువైన గోతులను, పల్లములను త్రవ్వుట, భూమి క్రింద మట్టిని తీయుట, చెరువులు త్రవ్వుట వలన భూమి లోలోపలి పొరలకు నీటితేమను అధికముగా పోనీయ వచ్చును.

సాగుబడి జరుగుచున్న భూములలో ఎరువులను పెట్టుట, మొక్కలు, మోళ్ళు, పంట కొట్టగా మిగిలిన కంపను నిల్వ చేసి భూమిలో దున్ని భూసారమును ఇనుమడింప చేయ వచ్చును.

గాడి ఆవలలో మట్టి కొట్టుక పోకుండ గట్లమీద కాలువలు కట్టుట, సాగుభూములలో గట్లుపోయుట మొదలగు చర్యలు తప్పక తీసికొనవలెను. ఇట్లే గల్లీలను పూడ్చుట, డాములకు అడ్డు వేయుట మొదలగునవి సాగుచేయు ప్రదేశములందు చేయవలసిన ప్రక్రియలు.

మట్టి బెల్లులు జారిపోయి భూక్షరణము ఏర్పడు ప్రదేశములలో సహజమైన వాగులను, ఏరులను, అధికముగా నీరు ప్రవహించు నీటి ప్రవాహ మార్గములను మార్చి మళుపులు తీయుచుండవలెను. గట్టులను మార్చుటచేత, ప్రవాహముల, వాగులలోని నీటి ప్రవాహ మార్గములను త్రిప్పుటచేత, రోడ్లప్రక్క సక్రమమైన మురుగునీటి కాలువలను ఏర్పాటు చేయుట చేత భూక్షరణ మును నిరోధించవచ్చును.

వాగులు లేదా ప్రవాహములకు అనువైన మళ్ళింపు, నీటి ప్రవాహ మార్గములను మార్చుట, వృక్షజాలములను పెంచుటగాని, ఇంజనీరింగు చర్యలవలనగాని భూక్షరణ మును నిరోధించవచ్చును. నీటి ప్రవాహములలో ఏర్పడు

లంకలు, మట్టిమేటలు, ఇసుక తిప్పలు మొదలయినవాటిని సకాలములో త్రవ్వుటవలన భూక్షరణము కొంతవరకు తగ్గును. గట్లపైన ప్రత్యేకమైన వృక్ష జాలములను పెంచుట వలన, గట్లను కట్టుటవలన ప్రవాహపు గట్లు, నదీతీరములు అభివృద్ధి చెందును.

నీటి ప్రవాహములను క్రమబద్ధము చేయుటచేత, నీటి ప్రవాహవేగములను తగ్గించుట వలన నీటి అడుగున ఉన్న మట్టి కోరుకొని పోవుట తగ్గును. వరుసలు వరుసలుగా డిటెంషన్ డాములను ఏర్పరచుట వలన నీటి ప్రవాహ మార్గములలో మేటలు వేయుట తగ్గును.

గాలివలన కలుగు భూక్షరణ నిరోధక చర్యలు : ముందు చెప్పినట్లు గాలి వేగములను తగ్గించుటవలన ఇట్టి భూక్షరణ మును తగ్గించవచ్చును. ప్రత్యేకమగు వృక్షజాలములను, చెట్లను పెంచుటవలన, నేలను దున్నుటవలన భూమిపై వీచు పవన వేగములు తగ్గిపోవును. గాలి ప్రవాహ వేగము లకు నిర్బంధములుగా ఏర్పాటు చేసిన అడ్డు మొక్కలు, వాటి ఎత్తు, చెట్టుచెట్టుకు గల మధ్యదూరము మీద ఆధార పడి ఉండును. భూసరణము కూడ దీనిపైననే ఆధారపడి ఉండును. హరితావరణములు, చెట్లు, మొక్కలు పెంచుట వలన, అంతఃక్షేత్రక్రియల వలన, అతి సన్నిహితముగా తక్కువ అవధులలో మొక్కలను పెంచి అభివృద్ధిచేయుట వలన, ప్రత్యేకమైన రెల్లుగడ్డి, ఇతర గడ్డి మొక్కలను పెంచుట వలన, ఇసుక తిప్పలు, లంకలు ఏర్పడకుండా చేయుట వలన, గాలి ప్రవాహములకు ఆటంకములను నిర్మించుట వలన, షెల్టర్ బెల్ట్‌లను నిర్మించుట మొదలైన చర్యలే హరిత చర్యలు.

భూ సంరక్షణ ముఖ్యముగా వ్యావసాయకోత్పత్తి అభి వృద్ధికి ఏర్పడిన క్రియోత్పాదక ప్రణాళిక. ఈ పరమావధికి వివిధ చర్యలను ఒకేసారి అనుసరించి సాధించవచ్చును. భూ క్షరణము ఏర్పడకుండ ఉండునట్లు భూసార సంరక్షణలు చేయుటవల్ల, నిల్వ నీటిని చెడిపోనీక సద్వినియోగము చేయుటవల్ల ఆ యా అనుకూల పరిస్థితులకు, సమస్యలకు తగిన భూసార సంరక్షక చర్యలు సకాలములో తీసికొని నచో భూక్షరణమును నిరోధించవచ్చును. విడివిడిగా చిన్న చిన్న ప్రదేశములలో అనుసరించుచున్న కార్య కలాపముల వలన గాని, ఇతర చర్యల వలన గాని ఇది ఎంత మాత్రము సిద్ధించదు ; ఆశించిన ఫలితములు కలుగవు. సస్యవిజ్ఞానము (అగ్రానమీ), అటవీ విజ్ఞానము, ఇంజ నీరింగు మొదలగు శాస్త్రవిజ్ఞానములు సవర్గ సమన్విత విధానములో సమైక్య ప్రణాళికాభివృద్ధుల వలన సాధింప వచ్చును. వి. కె. ష.

మంచినీటి సరఫరా : చూ. నీరు, నీటిశోధన - పు. 527; ప్రజారోగ్య శాస్త్రము - పు. 580.

మట్టిపని, త్రవ్వకము : మట్టి త్రవ్వకములోని విభ్రాంతికర భాగము ఏమనగా అందు ఏ రెండు పనులును ఎప్పుడు ఒకే విధమున ఉండవు ; ఏ పనిలోను రాగల విషయమును ముందుగా ఊహింపలేము.

మట్టి త్రవ్వకములో తొలిచర్య నేలను తొలచి మట్టిని తీసి పరీక్షించి, త్రవ్వితీయవలసిన మట్టి ద్రవ్యముల స్వభావ మును గూర్చి తెల్సుకొనుట. తరువాతనే త్రవ్వకపు పని వివరములను నిర్ణయించుకొనవలెను. ఇందు : 1. త్రవ్వితీయ వలసిన మొత్తపు మట్టి పరిమాణము ; 2. త్రవ్వకపు స్థల ముల స్థాననిర్దేశము ; 3. స్థలముల కొలతలు (పొడవు, వెడల్పు, లోతు); 4. త్రవ్వి తీయవలసిన మట్టి స్వభావము ; 5. త్రవ్వకమునకు అందుబడియైన పనిముట్లు ; 6. త్రవ్వి తీసిన మట్టిని వినియోగించు పద్ధతి - అంతర్భాగములు. ఈ విషయముల దృష్ట్యా మట్టి త్రవ్వకపు పనిని నాలుగు ముఖ్యరకముల క్రింద వింగడింపవచ్చును : 1. గోతుల త్రవ్వకము : ఇందు త్రవ్వవలసిన గోతుల వెడల్పు, సాధా రణముగ లోతును పరిమితమై ఉండును. ఏ మట్టిపైనైన త్రవ్వవచ్చును ; 2. భారీగోతుల త్రవ్వకము : ఇందు చాల లోతువరకు త్రవ్వి విస్తారమైన మట్టిని తీయవలసి ఉండును ; 3. సొరంగముల త్రవ్వకము : గోతుల త్రవ్వకము నందులో వలెనే ఇందులో కూడ వెడల్పు, లోతు పరిమిత ముగనే ఉండును. ఇది పూర్తిగా భూగర్భమునందే జరుప బడును. సొరంగముల త్రవ్వకపు పద్ధతి త్రవ్వవలసిన మట్టి ద్రవ్యముల స్వభావమును బట్టి నిర్ణయింపబడును. ఆధునిక పద్ధతులు ఏ రకపు నేలలలోనైన సొరంగములను త్రవ్వుట సాధ్యమగునట్లుగా మలచబడినవి ; 4. డ్రెడ్జింగ్ : ఇందు త్రవ్వోడల సాయమున నీటిలోనుండి మట్టిని త్రవ్వి తీయు దురు [చూ. పు. 328]. అయితే, త్రవ్వ వలసిన చోటునుండి నీటిని తోడివేసినచో, పనిముట్లు స్వేచ్ఛగను, సమర్థముగను పనిచేయగలవు.

మట్టి త్రవ్వకము, రాతిత్రవ్వకము అందు [చూ. క్వారీ పరిశ్రమ - పు. 326] ప్రేలుడు సామగ్రి వాడకము [చూ. భూగర్భ ఖనిపరిశ్రమ - పు. 610] అంతర్భాగ ములు. జి. పి. రాజు.

మట్టి, రాతి డాములు : నాగరకత మానవునికి అబ్బి నది మొదలు పంటలకు, గృహకృత్యములకు నీటికై ప్రవాహములకు గట్లు కట్టి నీరు నిల్వ చేయుట పరిపాటి. అట్టి ప్రాచీన జలాశయములు ఇరాక్, జోర్డాన్, ఇజ్రా యెల్ దేశములలో కనబడినవి. అట్లే సిలోన్‌లో, భారత

దేశములో పెద్ద చెరువులు కొన్ని 2000 ఏండ్ల క్రిందట త్రవ్వబడినవి నేటికిని కలవు [చూ. సమీక్ష - పు. 34].

ఏటవాలు తలముల స్థైర్యమును గురించి ఏమంత తెలియని రోజులలో కేవలము అనుభవమే ఇట్టి ఆనకట్టలు పోయుటకు సహాయకారి అయినది. 18 వ శతాబ్దము మధ్యనుండి భూమి ఒత్తిడిని గురించిన సిద్ధాంతములను, విజ్ఞానమును ఆధారముగ గొని నిర్మాణములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. అగస్టీన్ కూలూమ్ (1736 - 1806) వంటి ప్రసిద్ధ వైజ్ఞానికులు ఈ విజ్ఞానమును వృద్ధిపరచిన తరువాత 152మీ. (500′) ఎత్తు గల డాములు ఖర్చు ఎక్కువ కాకుండ, ప్రమాదమునకు లోనుగాకుండ కట్టబడుచున్నవి [చూ. డాములు - 416].

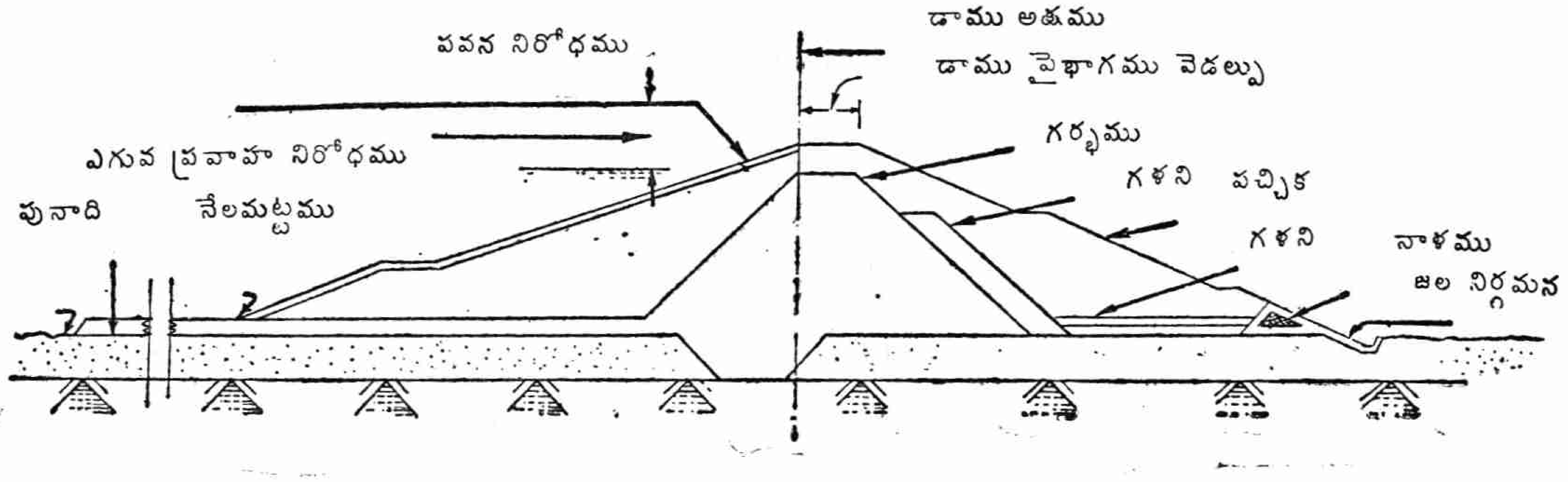
మట్టిగట్ల ప్రాధాన్యమునకు హేతువులు : 1. భూమిపై పలుచోట్ల మట్టి చౌకగ లభ్యమగును; 2. మట్టిని త్రవ్వి మోసుకొని పోవుట, కావలసిన చోట పోయుట, దానిని అణగగొట్టుట చాల సుకరమైన పనులు. పునాదుల బలము లేక రాతిని, సున్నమును ఉపయోగించి ఆనకట్టలు నిర్మించుట వీలు లేని చోట్ల ఇట్టి మట్టితో, రాతిముక్కలతో నింపిన గట్లు చాల లాభకరమైనవి.

వీటి సామాన్య లక్షణములు : 1. పునాది; 2. మధ్యభాగము లేదా పొర; 3. పై భాగము (కప్పు) ఇవిగాక పై చెప్పిన అంగములు దృఢముగ ఉండుటకు ఇతర అనుబంధ లక్షణములు కూడ కలవు [చూ. చిత్రము - 1].

పునాదిపై తక్కువ వెడల్పు గల మధ్యభాగమును కట్టి, దానిని నీటిని చొరనీయని పొరతో కలుపుదురు. పై కప్పును ముతక మట్టి కణములతో నిర్మింతురు. ఇది ఎక్కువగా నీటిని చొరనిచ్చు గుణము కలది అగుటచే మధ్యభాగము గుండా ప్రవాహమును అనుసరించు ఏటవాలు తలముపై ఊరు ఊటను పైకి పంపును.

ఈ ఆనకట్టల ముఖ్య అనుబంధ లక్షణములు : వడపోత సాధనములు నీరు వడియుటకు దారులు, రిప్ రేప్* పచ్చిక పెల్లలతో అమర్చిన పైమట్టికప్పు. వడపోత సాధనములు పరివర్తకములు, సంరక్షకములు అను రెండు విధములు. మొదటి రకము సాధారణముగ మధ్యభాగమునకు, పైకప్పునకు మధ్యను అమర్చబడును. మధ్యభాగమునుండి పైకప్పు యొక్క రంధ్రములలోనికి చిన్న మట్టి కణముల సంచారమును ఆపుట వీటి పని; సంరక్షక సాధనములు ప్రవహించు నీరు చిన్న మట్టి ముక్కలను లాగుకొనిపోయి వడియు కాలువలను మేట వేయకుండ చేయును [చూ. 637 వ పుటలోని చిత్రము - 2].

పరీక్షక ఉపకరణముల ఉపయోగము : డాముల వంటి ప్రధానమైన కట్టడములను ప్రమాదములకు గురికాకుండ చేయుటకు ఆ కట్టడము ఎట్లు పని చేయుచున్నదో నిర్విరామముగ పరీక్షించుట ఆవశ్యకము. గట్లు జరుగుట, నీరు నిల్వలేని కాలమున గట్టు ఒత్తిడి, నీటిని కొల్చుటకు ఈ క్రింది విధముగ ఉపకరణములను ఉపయోగింతురు :



చిత్రము - 1 : మట్టి డాము స్వరూపము

మట్టితోనైన లేదా రాతి ముక్కలతోనైన పునాదిని కట్టవచ్చును. మధ్యభాగము సాధారణముగ మట్టితోగాని లేదా ఆస్ఫాల్ట్, కాంక్రీటు, ఉక్కు రేకుల పొరలతోగాని నిర్మించవచ్చును. ఈ పొర నీటిని చొరనీయదు. పై భాగము మధ్య దానికి ఆధారముగ ఆచరించుటయే గాక, పునాది మీద మోపబడిన భారము కట్టపై సమముగ పంచిపెట్టును. పునాది నీటిని చొరనిచ్చినచో మునుపటి

1. డాము మధ్యలోనుండు రంధ్రములలో ఇరుకుకొని ఉన్న నీటి యొక్క ఒత్తిడిని కొలుచు పీజో మీటరులు; 2. ఆనకట్ట యొక్క క్షితిజ చలనము, పునాదుల స్థైర్యము, గట్టు యొక్క స్థైర్యము వీటిని కొలుచు అంత

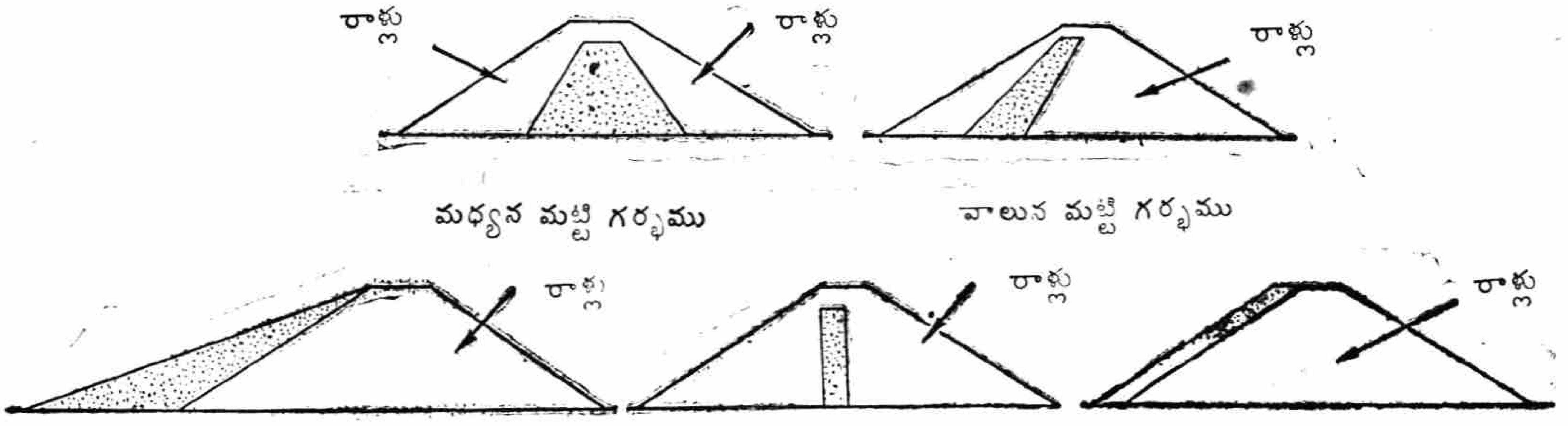
* ప్రవాహమునకు ఎదురుగ ఉన్న వాలుతలముపై వదులుగ పరుపబడిన రాతి ముక్కల పొర.

రోపకరణములు; 3. క్షితిజ చలనము, స్థైర్యము కనుగొనుటకు కట్ట ఉపరితలముపై నిర్మించబడిన గురుతులు.

నిర్మాణ పద్ధతులు: మట్టి సేతువులు నిర్మించు పద్ధతులు రెండు: 1. రోలర్ విధానము; 2. నీటితో కలిపిన మట్టితో నింపు విధానము; 1. యంత్రములతో కట్టపై మట్టిపోసి బాగుగా తడియునట్లు నీటిని చిలికి మట్టి అణగారుటకు రోలర్లతో నొక్కుట; 2. నీటితో కలియబెట్టిన మన్ను కట్ట ఉండవలసిన స్థలములోనికి పంపు చేసి కట్ట స్థిరపడ నిచ్చుట.

వరకు గల అనేక అగ్రాహ్య విషయములపై ఆధారపడి ఉండును. అయినను, క్రింద పేర్కొన్న సమాచారము గనుక లభించినచో అందుకు ప్రయత్నము చేయవచ్చును: 1. నిర్మింపబడిన సంవత్సరము; 2. దాని నిర్మాణములో ఉపయోగింపబడిన వివిధ ద్రవ్యముల యొక్క, పనితనము యొక్క వివరములు; 3. వేరు వేరు ఘటకముల (భాగముల) మన్నికకు సంబంధించిన వివరములు.

పై వివరములను బట్టి దాని నిర్మాణవ్యయమును (అది



చిత్రము - 2: రాతి డాము రకములు

రాతి ముక్కలతో నిర్మించు విధానము: ఇవి అందుబాటులో ఉన్న రాతి స్వభావమును బట్టి అనేక విధములుగ ఉండును. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఈ క్రింది రెండు విధానములు ఉపయోగములో ఉన్నవి: 0·609 మీ. నుండి 1·82 మీ. వరకు మందము గల రాతి ముక్కల పొరలను పరచి రోలర్లతో వాటిని అణగ ద్రొక్కుట ఒక విధానము; మరొక విధానమున రాతి ముక్కల పూరణముతో కలిపిన నీటిని సేతు స్థలముపై నిర్గమన ద్వారముల గుండ పారనిచ్చి, తరువాత మిగిలిన నీటిని గొట్టముల ద్వారా తీసివేయుదురు. ఈ విధానమున అణగ ద్రొక్క పని లేదు [చూ. నాగార్జున సాగరు డాము పు. 476]. కో. న.

మదింపు (వాల్యుయేషన్): మదింపు అనగా ఒక వస్తువు యొక్క విలువను అంచనా కట్టుట. భవనములకు, ఇతర నిర్మాణములకు, సామగ్రికి బాడుగలు నిర్ణయింపవలసివచ్చినపుడును; వాటి హక్కుదారులలో మార్పు వచ్చినపుడును ఇంజనీరులు వాటి విలువను మదింపు వేయవలసి ఉండును.

అయితే, వాటి ప్రస్తుత విలువను ఇతమిత్థముగా తేల్చి నిర్ణయించుట అసాధ్యము; ఏలన, ఆ నిర్ణయము అంతర్జాతీయ పరిస్థితి మొదలు వ్యక్తిగత ఇష్టానిష్టముల తెలియని పక్షమున) అంచనా కట్టవచ్చును. తరువాత అరుగుదల, తరుగుదల వల్ల కలుగు మూల్యహానిని (డిప్రిసియేషన్) ప్రమాణ పద్ధతులను అనుసరించి లెక్క వేయవచ్చును. ప్రారంభ నిర్మాణ వ్యయమునుండి మూల్యహానిని మినహాయించినచో వచ్చిన శేషము ప్రస్తుతపు విలువగా పరిగ్రహింపవచ్చును. అయితే, ఈ విలువను నిర్మాణము జరిగిననాటినుండి నేటివరకు నిర్మాణవ్యయ సూచికలో వచ్చిన వ్యత్యాసములకు అనుగుణముగా సవరింపవలసి ఉండును. నిర్మాణము పూర్తియైన తదుపరి కట్టడముల, సామగ్రుల ఉపయోగితను మెరుగుపరచుటకు చేయబడిన పెద్దతరహా మరమ్మతులను, చేర్పులను తెలిసికొని వాటి వ్యయమును కూడ నిర్మాణ వ్యయమునకు చేర్చవలెను.

కట్టడముల, సామగ్రుల ఉపయుక్త జీవనమును నిర్ణయించుట అత్యావశ్యకము. కాని, అందుకు అనుకూలములైన అపరోక్ష పద్ధతులు ఏమియు లేవు. కేవలము సదృశ కట్టడముల, సామగ్రుల వినియోగమును అపేక్షించుట ద్వారానే మదింపవలసి ఉండును. కాబట్టి, అది విలువ కట్టువాని శ్రద్ధ, అనుభవము, యుక్తాయుక్త విచక్షణలపై ఆధారపడి ఉండును [చూ. అంచనా - పు. 151]. ఎమ్. వె. రా.

మాగ్నటిక్ రికార్డింగు: చూ. శబ్దలేఖనం-పునరుత్పత్తి.

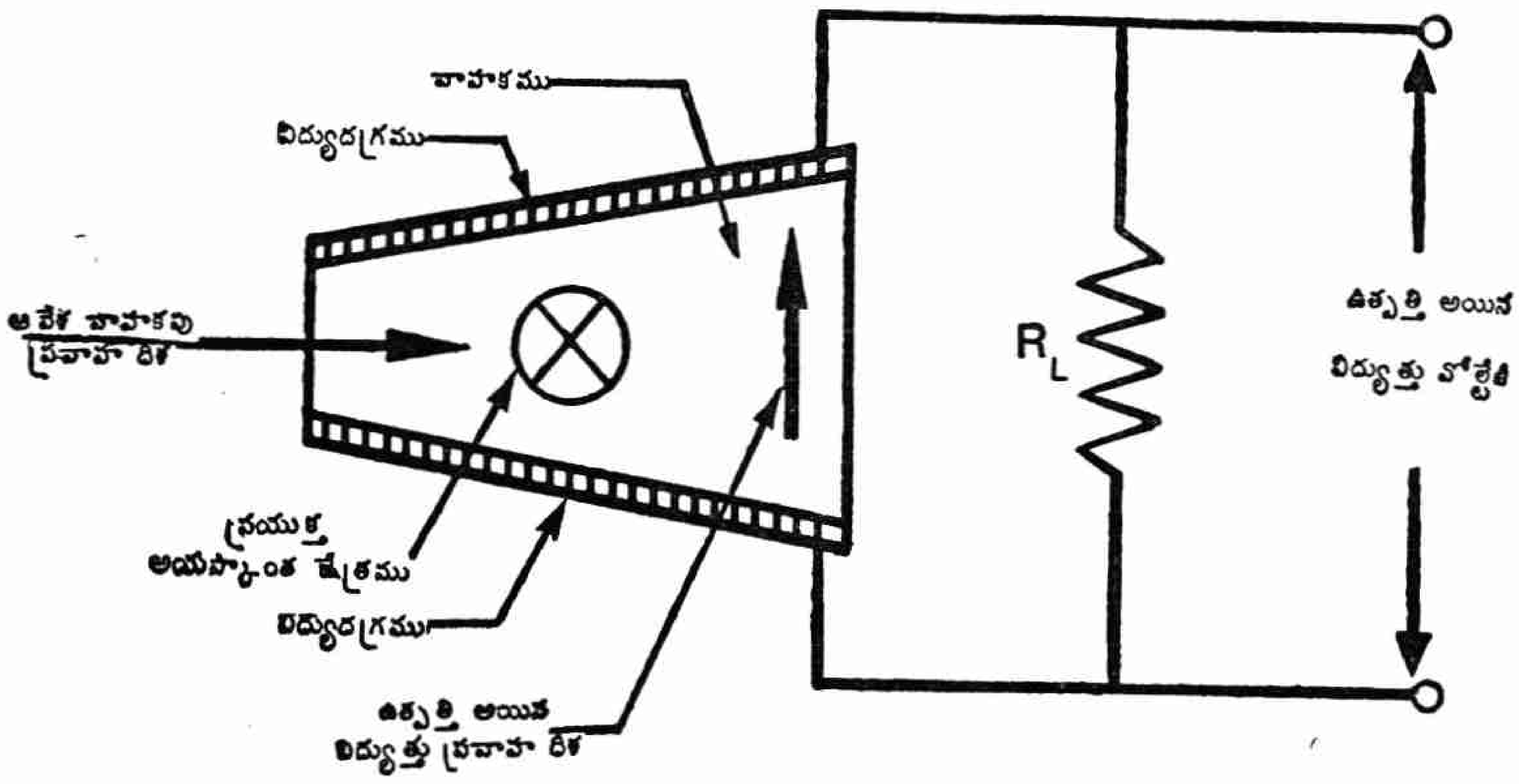
మాగ్నటో హైడ్రో డైనమిక్స్ : జలగతి శాస్త్రము అనగా ప్రవాహుల ప్రవాహ స్వరూపమును పరీక్షించు శాస్త్రము కాగా అయస్కాంత ప్రవాహి గతిశాస్త్రము (మాగ్నటో హైడ్రో డైనమిక్స్) అనగా అయస్కాంత క్షేత్రములందు విద్యుద్వాహక ప్రవాహులు ప్రవహించు ప్రకారమును అనుశీలించు శాస్త్రము.

వాతావరణ వాయువులను ఉన్నతమైన తాపక్రమము లకు వేడిచేసి, వాటిని ఉపయోగించి కృత్రిమ ఉపగ్రహ ముల కక్ష్యలను నియంత్రించుటకు ఉపయోగించుటకై అతిశయిత సామర్థ్యము గల ఎమ్. ఎచ్. డి. చాలక యంత్రముల నిర్మాణమునకు యోజన్లు కల్పింప చూచుచున్నారు ఫ్రాన్సునకు, ఇంగ్లండునకు మధ్య న ఉన్న ఇంగ్లీషు ఛానెల్ ను ఒక ఎమ్. ఎచ్. డి. ఉత్పత్తి కేంద్ర ముగ పరిగణింప వచ్చును. ఏలన, అందు ఉద్భవించు ప్రవాహములు భూమి యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రము ద్వారా ప్రవహించుచు అతి సూక్ష్మ విద్యుత్తు ప్రవాహము లను జనింపజేయును. కాని, ఇవి చాల దుర్బలమైనవి. ఇంతకన్న చాల పెద్ద ఎత్తున భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రమే ప్రవాహి రూపమున ఉన్న కేంద్రముయొక్క ధాతుమయ హృదయ ప్రవాహముల వలన, అయస్కాంత ప్రవాహి శాస్త్రరీతిని ఉత్పన్నమైనది అని నేడు శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించుచున్నారు.

నేటి అయస్కాంత ప్రవాహిశక్తి ఉత్పాదక భావము లక్షల కొలది డిగ్రీల తాపక్రమముల వలన శక్తిని ఉద్భవింప చేయవలెనని కాదు. వాయువులను విద్యు ద్వాహకములుగ చేయుటకు చాలినంత కొన్ని వేల డిగ్రీల తాపక్రమములను జనింపజేయుటకు ఊహ. మామూలు దాహక పరికరములు ఉత్పాదించబడిన ఒక తప్త వాయు ధార ఉన్నత వేగముతో ఒక అయస్కాంత క్షేత్రముగుండ విడుదల చేయబడును. ఈ ప్రక్రియ నుండి జనించు విద్యు చ్ఛక్తిని పరికరములందు ఇవతల, అయస్కాంత క్షేత్రము నకు అవతల, వాయు నిస్సరణ దిశకు లంబముగ అమర్చబడిన విద్యుదగ్రముల ద్వారా గ్రహించ వచ్చును.

ఈ ప్రత్యక్ష విద్యుత్తు ఉత్పాదన ఒక ఆకర్షణీయమైన ఉపాయము ; ఏలన పరికరమునందు పనిచేయుచున్న ప్రవాహియే విద్యుత్తును ఉత్పాదించును. టర్బయిన్ యంత్రముల వలన ఇంకొక ఉత్పాదకమును అది చలింప చేయ నక్కరలేదు.

నేడు ఎమ్. ఎచ్. డి. యంత్రములు ఇంజనీరుల ఆదర మును ఎక్కువగా గడించినవి. అనేక దేశములలో వీటి దక్షత పరిశోధనాలయములో పరిశీలించబడుచున్నది. నేడు ఇవి కిలోవాట్ తరగతిలో పనిచేయుటకు సమర్థములుగా ఉన్నవి. రానున్న కాలములో మెగావాట్ రేంజి యంత్రము లను నిర్మించుటకు యోజనలు కల్పించబడుచున్నవి.



చిత్రము - 1 : మాగ్నటో హైడ్రో డైనమిక్ విద్యుత్తు జనిత్ర స్థూలస్వరూపము

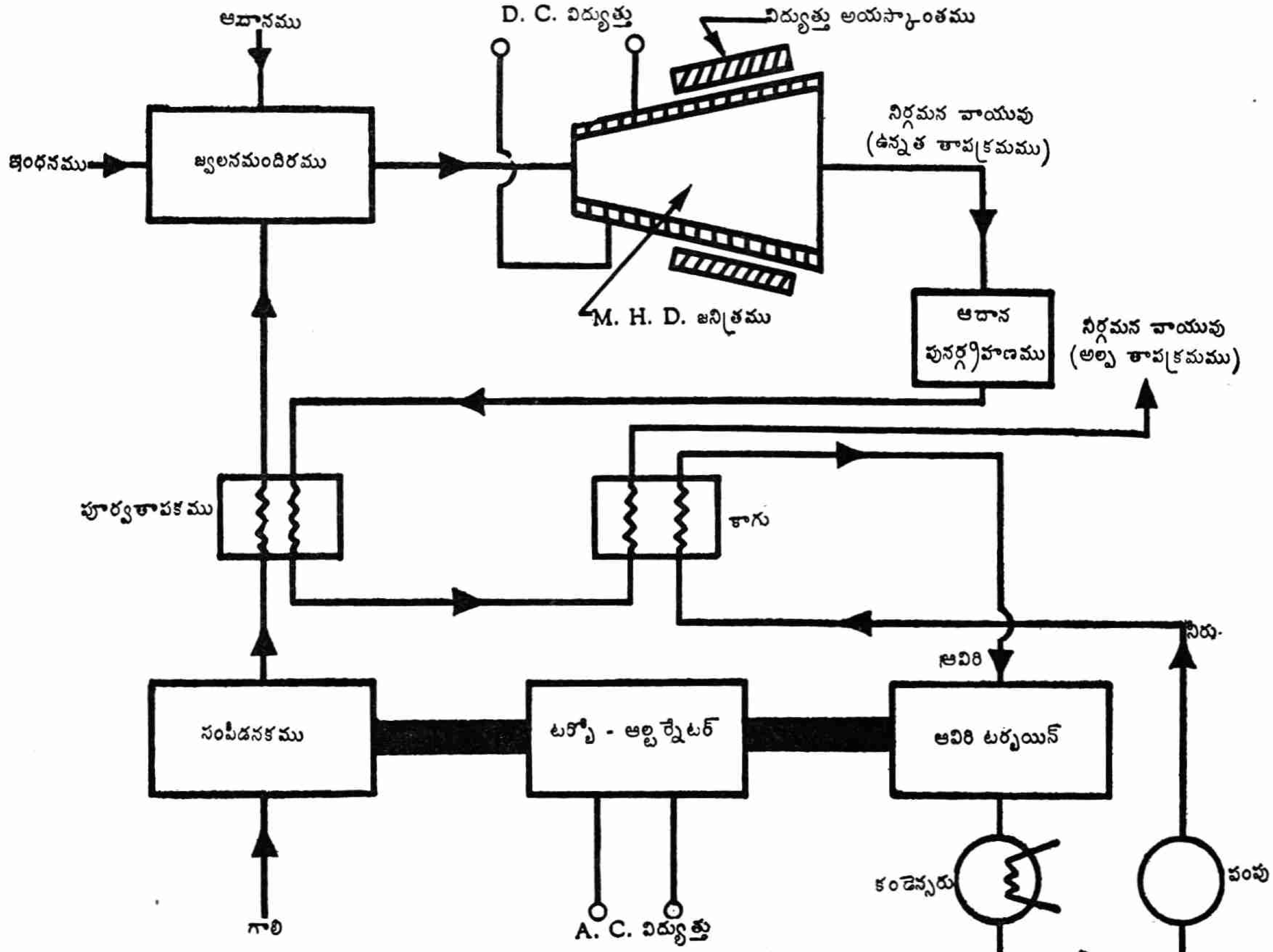
పై చెప్పిన పరిశీలనలు ఈ ఉత్పాదక పరికరములు, వాటి పరిణామము పెంచబడినచో అవి ఎక్కువ దక్షముగ పనిచేయునని తెలిసినది. ఈ పరికర ముల దక్షతను గురించిన సంపూర్ణ సైద్ధాంతిక విచారణ బహుక్లిష్టమైనది. ఏలన, ఇది ఉన్నత గణిత శాస్త్రీయ సూత్రములపై ఆధారపడి ఉన్నది.

విద్యుద్వాహకములుగ ద్రవరూపమున ఉన్న ధాతు వులో లేదా తాపముచే 3000°K (కెల్విన్ డిగ్రీ) లకు వేడి చేయబడిన వాయువులో (ప్లాస్మా కావచ్చును) వాడబడు చున్నది [చూ. చిత్రము - 1]. ఈ పరికర పద్ధతియందు కదలు భాగములు ఎవ్వియు లేవు. ఉన్నత దక్షతలను ఆర్జించుటకు వీటితో అతిశయిత తాపక్రమముల వద్ద పని చేయించవచ్చును.

కాని, వీటికి ఒక అసౌకర్యము అనివార్యముగ కలదు. అది ఏమన, ఇందుకై వలసిన మహా పరిమాణముగల విద్యుదయస్కాంతములు విద్యుచ్ఛక్తిని అపారముగ గ్రహించును. అందువలన ఈ ప్రక్రియకు అగు వ్యయము చాల ఎక్కువ. అతి విద్యుద్వాహక విద్యుదయస్కాంత

ములను ఉపయోగించి ఎమ్. ఎచ్. డి. యంత్రములు గ్రహించు శక్తిని తగ్గించవచ్చును.

వివృత ఆవర్త ఎమ్. ఎచ్. డి. విద్యుత్తు జనిత్రము : ఈ పద్ధతిలో బొగ్గువంటి ఇంధనము యొక్క దహనము వేడిమిని ఉత్పత్తి చేయును. దీని సూత్రములు చిత్రము - 2 లో చూపబడినవి. ఇంధనము యొక్క వేడివలన గాలి అమితముగ వేడెక్కి అయనీకరించబడును. ఇందుమూలముగ గాలి విద్యుద్వాహకముగ ఆచరించును. పొటాసియమ్ వంటి పదార్థమును వాడుక చేయుట వలన గాలియొక్క విద్యుద్వాహకత్వము ఎక్కువగును. ఎమ్. ఎచ్. డి. ప్రణాళిక వ్యూహమందు ఫారడే ఫలితము వలన విద్యుత్తు జనించును. పైకి నిస్సరించు వేడివాయువులను తాపవినిమయ పరికరముల ద్వారా పంపి, శక్తి ఉత్పాదన పరికరమునకు అందించి, శక్తిని ఆర్జించిన తరువాత, వాతావరణములోనికి - బయటకు - వదిలి వేయుదురు.



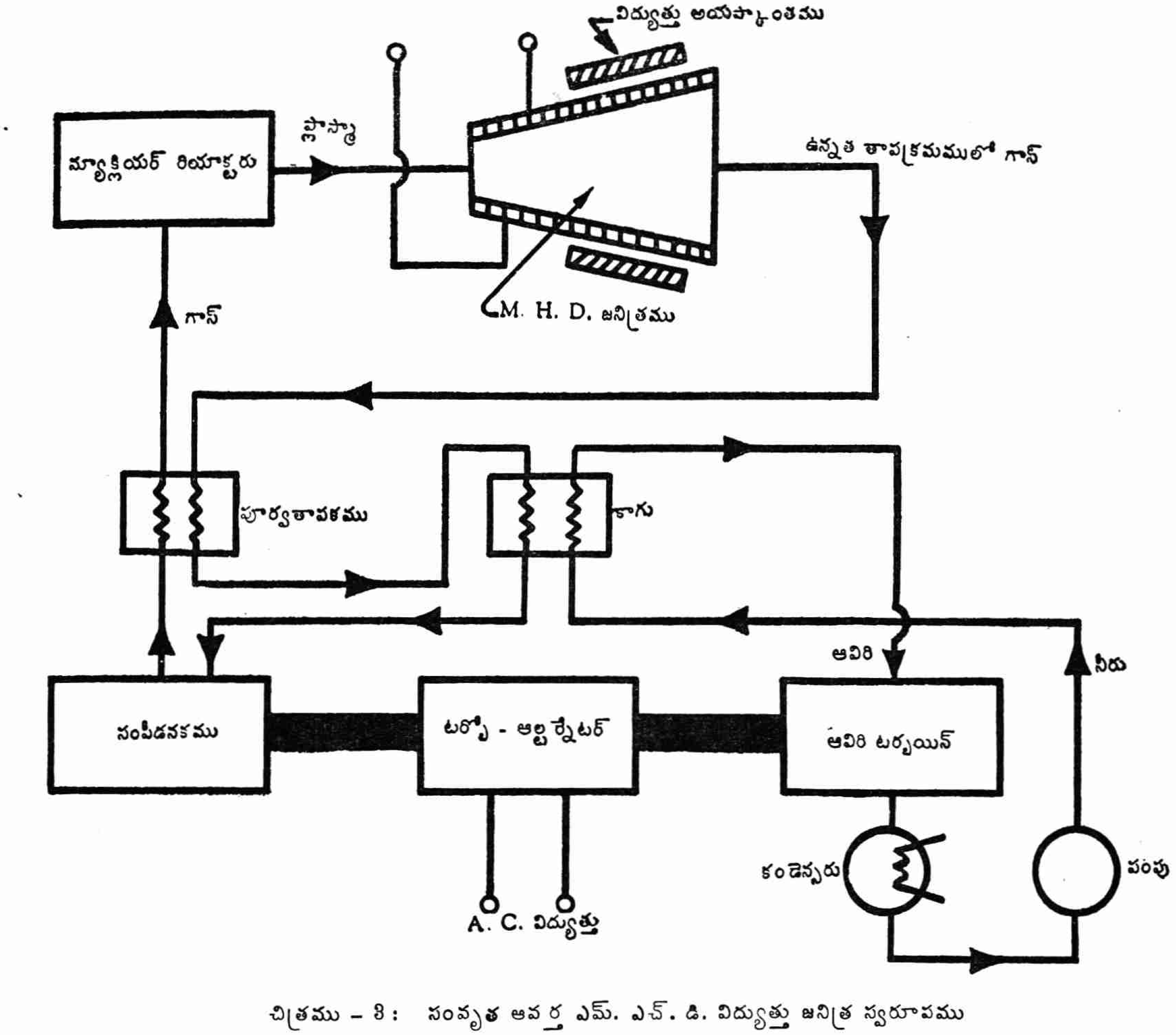
చిత్రము - 2: వివృత ఆవర్త ఎమ్. ఎచ్. డి. విద్యుత్తు జనిత్ర స్వరూపము

సంవృత ఆవర్త ఎమ్. ఎచ్. డి. విద్యుత్తు జనిత్రము : ఇందలి కారక ద్రవ్యము ప్లాస్మా కాని లేదా ఒక ద్రవరూప విద్యుద్వాహకము కాని కావచ్చును. న్యూక్లియర్ రియాక్టరు తాప ఉత్పత్తి స్థానముగ ఉపయోగించుటకు వీలైన పద్ధతి ఇది. దీని మౌలిక వివరములు 640 వ పుటలోని చిత్రము - 3 లో చూపబడినవి. ప్లాస్మాను ఉపయోగించిన ఎడల పద్ధతి సంపూర్ణముగ సంవృతమై ఉండుటచే, అందుండి వాయువు ఏదియును వాతావరణమును ప్రవేశించదు గనుక, అధికముగా అయనీకరించబడి అందువలన ఎక్కువ విద్యుద్వాహక సామర్థ్యములో గల వాయువును ఉపయోగించవచ్చును.

వివృత ఆవర్త పరికరములు ఎక్కువగా వృద్ధి పొందించబడినవి. ఈ వృద్ధి పథకమందు ఉచిత ద్రవ్యములు, ద్రవ్యములు, ఇంజనీరింగు సమస్యలు, పవర్ సాంద్రతలు, విద్యుదగ్రముల, నాళముల జీవితకాలములు ఇట్టి పెద్ద ఇబ్బందులు తారసిల్లినవి.

సంవృత ఆవర్త క్షేత్రమందు పెద్దపెట్టున శోధన పరికరములు ఇంకను నిర్మించబడ లేదు. ఇచ్చట కూడ వివృత పద్ధతులందు తారసిల్లు ఇబ్బందులే తారసిల్లును.

ద్రవరూప ధాతువులను ఉపయోగించి పరిమాణములో చిన్నవియై, స్వయంసంతృప్తముగా పనిచేయు పరికరముల సృష్టికి ఎక్కువగ యత్నములు జరుగుచున్నవి. వీటి సృష్టికి, వీటికగు ఖర్చును ఆమోదించుటకు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో అంతరాళ పరిశోధన ప్రణాళికలు ఎక్కువగా తోడ్పడుచున్నవి. వి. వి. ఎల్. రావు.



చిత్రము – 3 : సంవృత ఆవర్త ఎమ్. ఎచ్. డి. విద్యుత్తు జనిత్ర స్వరూపము

మాగ్మా : చూ. అగ్ని పర్వతములు - పు. 162.

మిస్సైల్‌లు, గైడెడ్ (నియంత్రిత మార్గాస్త్రములు) : అది పయనించు మార్గమును నియంత్రించు స్వయంచాలక యాంత్రిక పరికరములు గల అస్త్రము నియంత్రిత మార్గాస్త్రము. దీని గమనమునకు అధిష్ఠాత మానవవ్యక్తి అక్కరలేదు. సాధారణముగ ఇందు చోదక మనుష్యుడు ఉండడు ; ఈ అచోదక పరికరము వినాశకర ప్రయోజనములకే ఉద్దిష్టమైనది. కాని, ఒకప్పుడు ఇది ప్రయాణ సుంకమును ఇచ్చు మనుజుని కూడ మోసికొనిపోవును. ఇది నిర్మాణాత్మక, వైజ్ఞానిక ప్రయోజనములకు గాని, టార్పిడోవలె నీటిగుండా ప్రయాణమునకు గాని ఉపయోగపడును.

ప్రాక్షేపిక అస్త్రములు పై వాటికన్న చాల భిన్నములు. మొదటి తరగతిలో చేరినవి పైకి ఎగిసిన తరువాత కొన్ని నిముషముల వరకు మార్గదర్శివలె పనిచేయును. తరువాత అందలి రాకెట్టు ఇంజనులు ఒత్తిగిలించబడును. అటు పిమ్మట దాని యానమును పూర్తిచేసి, దాని నిర్దిష్ట లక్ష్యమును తాకును.

ఇట్టి అస్త్రములకు వలయు శక్తిని ఇచ్చు పరికరములు రాకెట్ మోటార్లు. రాకెట్ ఇంజనుకు గాలి అనావశ్య

కము. తక్కినవి వాటి ఇంధన దహనమునకు గాలిని కోరును. అందుకొరకై రాకెట్‌లో ఇంధనముగాక, దానిని ఆక్సీకరించు రాసాయనిక ద్రవ్యము కూడ ఉండును. రాకెట్ మోటారు నిర్వాతప్రదేశములో కూడ పని చేయును. అందువలననే రోదసీయందు పనిచేయగలది ఇది ఒక్కటే. దాని గతివేగము ఎక్కువ అగుకొలది రాకెట్ మోటారు దక్షతరముగ పనిచేయును. కొన్ని ప్రధానములు, ప్రసిద్ధములును అగు నియంత్రిత మార్గాస్త్రములు ఈ క్రిందివి : 1. నేలను వదలకుండ కొద్ది దూరము మాత్రమే పయనించునవి - ఇవి సేనల ప్రథమ పంక్తులచే శత్రు సేనలపై అగ్న్యస్త్రములవలె ప్రయోగించబడును; 2. ద్రవేంధనముచే నడుపబడు ఈ నియంత్రిత మార్గాస్త్రము 80 కి. మీ. వరకు ఉపయోగించును. . . . . . .

'మలాక్రా' అనునది ఆస్ట్రేలియన్ల తొలి నియంత్రిత మార్గాస్త్రము. ఇవి టాంకులపై ప్రయోగించబడు అస్త్రములు. ఇప్పుడివి అన్ని దేశములందును ఉపయోగములో ఉన్నవి.

ఈ అస్త్రముల ఉత్పత్తి కొలది సంవత్సరములలో అన్ని దేశములందు (యునైటెడ్ స్టేట్స్, ఇంగ్లండు, పశ్చిమ యూరప్, సోవియట్ రష్యా) చాల ముఖ్యమైన పరిశ్రమముగా రూపొందినది.

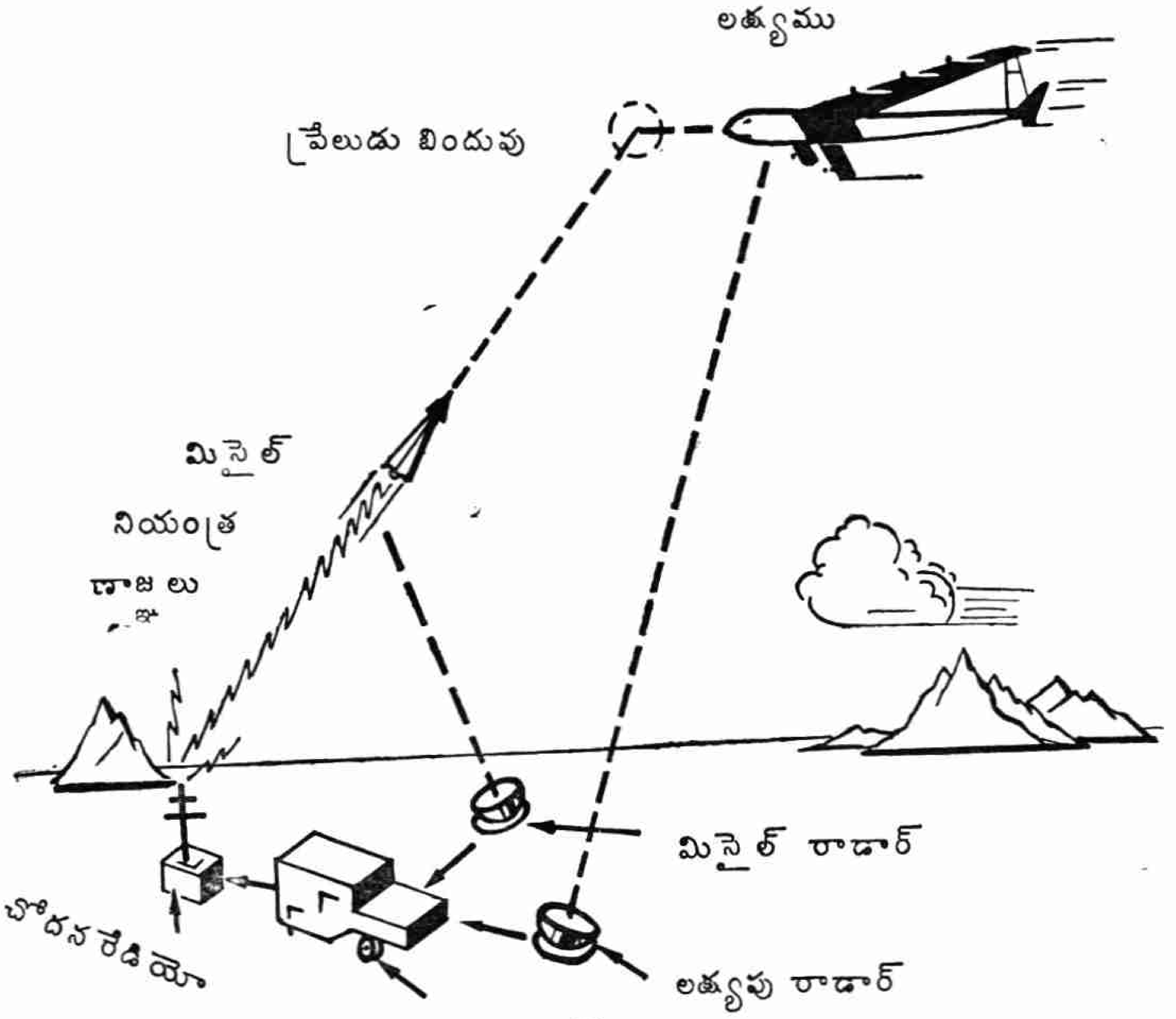
నియంత్రిత అస్త్రములను వృద్ధిచేయుటకు ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము [చూ. పు. 280], ఇంజనీరింగు, రాసాయనిక శాస్త్రముల పరిశోధనలలో మిక్కిలి అభివృద్ధిని కన్నవి. అంతర్జాతీయ తపాలాను అందరాని స్థలములకు అందించుటకు, మిక్కిలి ప్రధానమైన ఉత్తరములను శీఘ్రముగ నగరములకు అందించుటకు వీలగునట్లు పెద్ద పెట్టున యునైటెడ్ స్టేట్స్‌వంటి సాంకేతిక అభివృద్ధిని కన్న దేశములలో పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి.

నియంత్రిత మార్గాస్త్రముల వివిధ పద్ధతులు : 1. జడాత్మక చోదన; 2. జడాత్మక రేడియో చోదన; 3. నాక్షత్ర జడాత్మకచోదన; 4. పూర్వ స్థాపిత చోదన; 5. పరవలయ చోదన; 6. భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్ర చోదన; 7. ఆదేశ చోదన; 8. ప్రస్థాన ప్రదేశ చోదన (పరారుణ, చాక్షుషీయ, ధ్వనిశాస్త్రీయ పద్ధతులు).

వీటిలో ఒకటి అగు ఆదేశ చోదన పద్ధతి - అనగా నేల నుండి వాయువులను జలమునకు పంపబడు పద్ధతి - రేడియో ఆదేశము అను పేరుగల పరికరము క్రింద వర్ణించడినది.

ఈ విధానమందు రెండు మార్గాన్వేషక రాడార్‌లు [చూ. రాడార్] లక్ష్యమగు విమానమును, అస్త్రమును కూడ వెంటనంటును. కొలువబడిన కోణములు (దిగంశ, ఎత్తు ఈ రెండును), కక్ష్యలు కంప్యూటర్ [చూ. ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్‌లు - పు. 276] యంత్రమునకు అందింతురు. అస్త్రము లక్ష్యమును అమోఘముగ తాకుటకుగాని లేదా ఆ లక్ష్యమును అస్త్రముచే పరిమార్చుటకు వీలు కలుగునట్లు దగ్గరకు చేర్చుటకు గాని వీలగు నియంత్రణాజ్ఞలను లెక్కకట్టును. ఈ ఆజ్ఞలు కమాండ్‌తో సంధింపబడిన రేడియో సంజ్ఞల ద్వారా పంపబడును. వీటిని అస్త్రములో ఉన్న రేడియో కిరణ గ్రాహక పరికరము గ్రహించి, ఆయుధ నియంత్రక పరికరమునకు అందజేయును. గణిత్ర నిర్దిష్టమైన ఈ మార్గము ఉన్నత ఫ్యాక్టరీలను వేగముల ఒత్తిడుల నుండి తప్పించుటకు వక్రరేఖాకారమున ఉండును. సముద్రతలము యానమునకువలె, లక్ష్యమునకు సాపేక్షముగ ఈ అస్త్ర సన్నివేశము స్థిరముగ ఉండును. ఈ రేడియో కమాండ్ పద్ధతులు కొన్ని వేళల ఇతర ప్రక్రియలతో - రేడియో - ఇనర్షల్ చోదన పద్ధతియందువలె - సమకాలికముగ సంధింపబడి ఉండును.

వి. వి. ఎల్. రావు.



రేడియో చోదన నియంత్రిత వ్యవస్థ

ముద్రణ పరిశ్రమ : ముద్రణకు మరియొక పదము అచ్చువేయుట. ముద్రణయందు ప్రముఖముగా మూడు విధానములు కలవు. అవి : 1. అక్షరములు ఉబికిన టైపుల రిలీఫ్ పద్ధతికి లెటర్ ప్రెస్ విధానమనియు ; 2. ఫోటో ఎంగ్రేవింగ్ ద్వారా తయారైన పద్ధతికి ఫోటోగ్రావ్యూర్ (ఇంటాలియో) విధానమనియు ; 3. ఎత్తు పల్లములు ఏవియు లేకుండ ముద్రించు పద్ధతికి లితోగ్రఫీ విధానమనియు పేరులు. లితోగ్రఫీకి మరియొక స్వరూపము ఫోటో-ఆఫ్‌సెట్ పద్ధతి. ఈ విధానముల క్రమ వికాసము ఈ సమీక్షయందు స్థూలముగా పరిచయము చేయడమైనది [చూ. పు. 72, 74].

లెటర్ ప్రెస్: ఇది ఎక్కువగా ప్రచారములో ఉన్న ముద్రణ పద్ధతి; అత్యంత ప్రాచీనమైనది కూడ. ఈ విధానమునందు సీసము ప్రాధాన్యముగా గల టైపుధాతు మిశ్రముతో తయారు చేసిన టైపును ఉపయోగింతురు. ఒక్కొక్కటి 0·918 అంగుళములు * ఎత్తు గల విడిటైపుల పై భాగమున ఉబికిన అక్షరములు ఉండును. ఈ ఉబికిన ప్రాంతమునకు - అనగా అక్షరములకు - సిరాను అంటించి కాగితముపై ఒత్తుదురు. ఇందు రెండు దశలు కలవు: విడి అక్షరములను పాఠమును బట్టి ఆ యా అక్షరములను స్టిక్‌లో లైనుగా కూర్చుట మొదటిదశ; ఇట్లు కూర్చిన టైపులను ముద్రణ యంత్రములో పెట్టి ముద్రించుట రెండవదశ ; మొదటిదశను కంపోజింగు అందురు. కూర్చువానిని కంపోజిటర్ అందురు. అక్షరములు, ఒత్తులు, కొమ్ములు, దీర్ఘములు, గుణింతములు ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క అరలో ఉండును. ఇట్లు అనేక అరలు గల కేస్ ముందు కంపోజిటర్ నిలిచి అక్షరములను కూర్చి కంపోజ్ చేయును. అక్షరములు చిన్నవి, పెద్దవి, ముద్ద అక్షరములు, సన్న అక్షరములు-అక్షరముల స్వరూప భేదమును బట్టి - ఒక్కొక్క రకము ఒక్కొక్క కేస్‌లో ఉంచుదురు. తెలుగులో అచ్చు ప్రారంభించిన ఆదికాలమున ముద్రణ ఎట్లుండునో విజ్ఞాన సర్వస్వము తెలుగు సంస్కృతి సంపుటములో చర్చించడమైనది [చూ. సం. 4 - పు. 1056]. ఇప్పటికిని పూర్వపు గ్రేట్ ప్రీమియర్ (జి. పి.), ఇంగ్లీషు బాడీ (ఇ. బి.) వంటి తెలుగు టైపులు వాడుకలో గలవు. ఇప్పుడిప్పుడు తెలుగులో పాయింట్ పద్ధతిని టైపు అక్షరములు రూపొందుట మొదలిడినవి. ఈ విజ్ఞాన సర్వస్వములో వాడిన టైపులు పాయింట్ పద్ధతికి చెందినవే. ఇవిగాక మోనో టైపులు, లినో టైపులు రూపుగొని వాడుకలోనికి వచ్చుచున్నవి.

* ఒక అంగుళమునకు = 25·4 మి. మీ.

తెలుగున ప్రముఖముగా వాడుకలో ఉన్న కొన్ని పాయింట్ టైపులు :

విజ్ఞాన సర్వస్వము	36 పాయింట్
విజ్ఞాన సర్వస్వము	24 పాయింట్
విజ్ఞాన సర్వస్వము	18 పాయింట్
విజ్ఞాన సర్వస్వము	14 పాయింట్
విజ్ఞాన సర్వస్వము	12 పాయింట్
విజ్ఞాన సర్వస్వము	10 పాయింట్

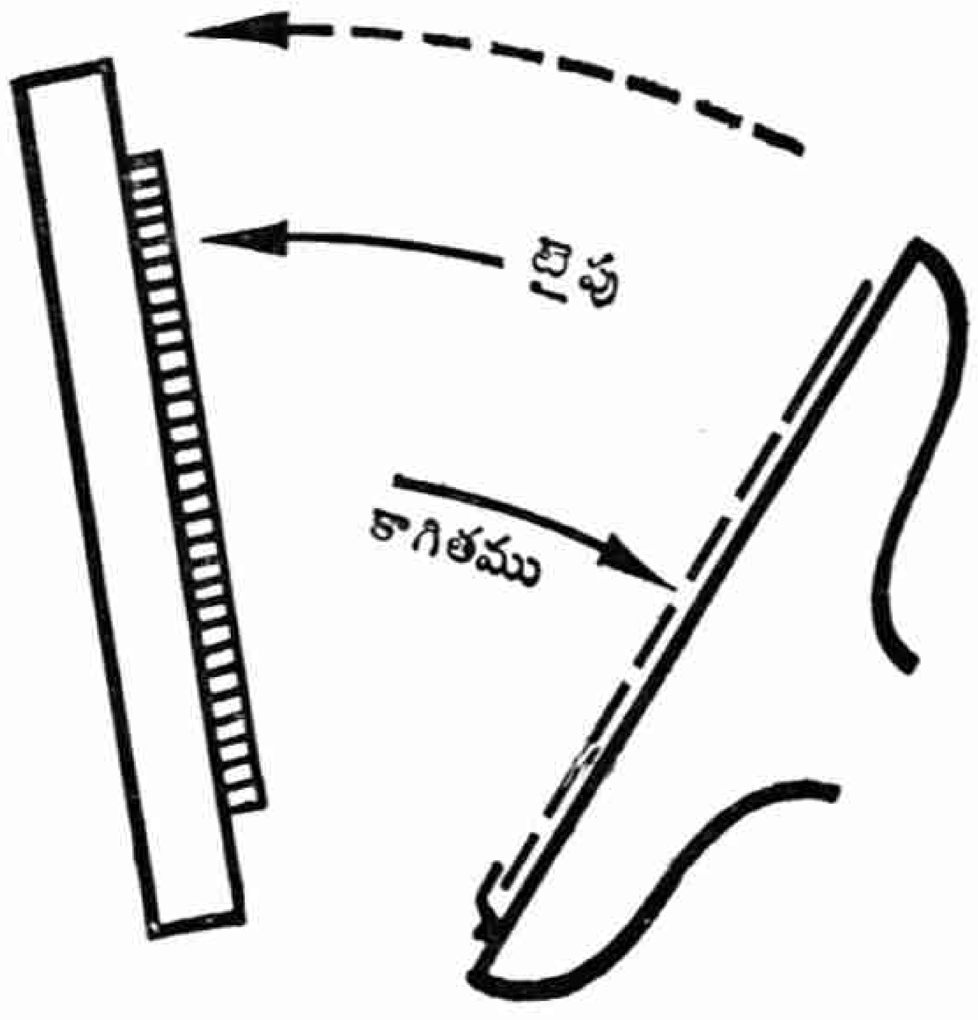
పాఠమును బట్టి కంపోజింగ్ ముగించిన పిదప స్టిక్కు నుండి ఆ టైపులను 'గాలీ' ల లోనికి తీయుదురు. గాలీ నిండిన వెనుక గాలీప్రూఫ్ మిషన్‌లో పెట్టి, సిరాను అద్ది, గాలీ ప్రూఫును తీయుదురు. వెనుక గాలీ ప్రూఫ్‌ను పాఠమునకు సరిచూచి తప్పులున్న దిద్దుదురు. ఈ దశయందు జాగరూకత చూపకున్నచో అచ్చు తప్పులు దొరులును. సరిచూచిన గాలీ ప్రూఫులను కంపోజిటర్ తప్పు అక్షరములను తీసివేసి, దిద్ది, స్పేసులు సరిచూచును. పంక్తికి పంక్తికి మధ్య లెడ్ వేసి, చిత్రములున్న వాటి బ్లాకులను వాటికి తగు స్థానములలో అమర్చి పేజీలు వరుసగా కట్టును. కట్టిన పేజీలను మరల ప్రూఫుతీసి చదువుటకు ఇచ్చును. అట్లు చదివిన పేజీ ప్రూఫులను కంపోజిటర్ మరల సరిదిద్ది వాటిని చెస్ అనబడు సాధనమున ఇంపోజ్ చేసి బిగించును. ఇట్లు బిగించిన చెస్‌ను ముద్రణ యంత్రమునకు కొనిపోవుదురు.

ముద్రణ : పై విధముగా బిగించిన చెస్‌ను యంత్రమున బిగించి యాంత్రికముగా రోలరుల ద్వారా సిరాను ఆ చెస్‌లో ఉన్న టైపు అక్షరములపై వ్రాసి కాగితముపై ముద్రించును. ఇట్లు ముద్రించిన మొదటి అచ్చు కాగితమును 'ఫారమ్ ప్రూఫు' అందురు. ఈ దశలో కూడ తప్పులున్న వాటిని సరిదిద్దుదురు. ఆ తరువాత చెస్‌ను యంత్రమున బిగించి కావలసినన్ని ప్రతులు ముద్రింతురు.

లెటర్ ప్రెస్ విధానమున ముద్రించు సాధనములను మరల మూడు తెగలుగ విభజింపవచ్చును : 1. ప్లాటెన్

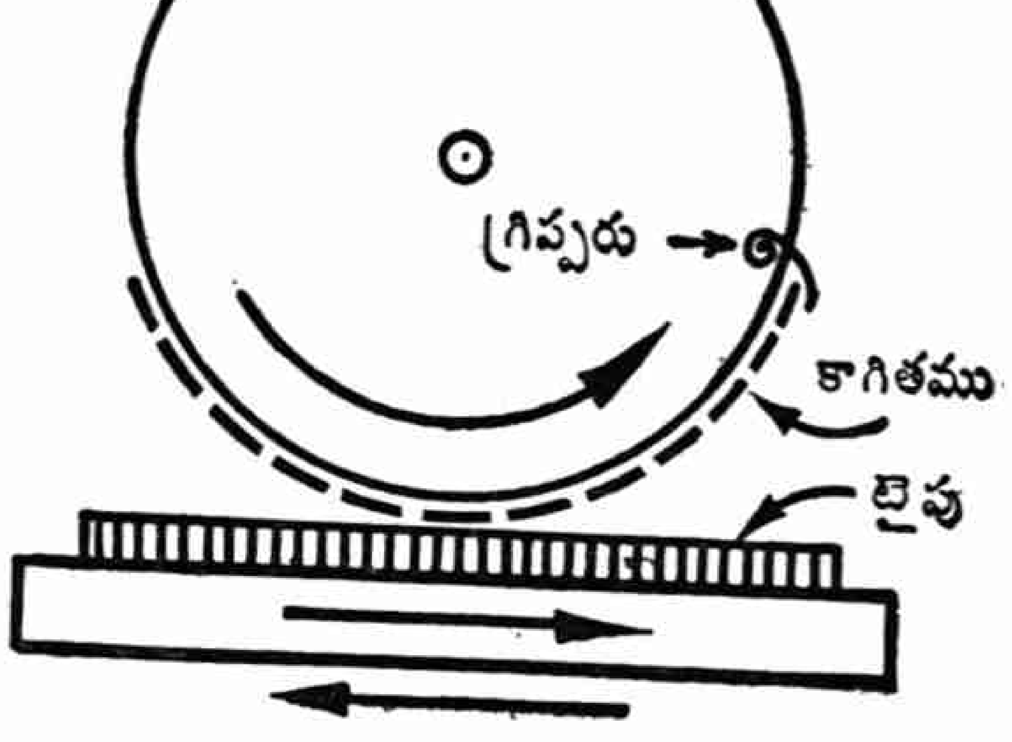
ట్రెడిల్ మిషన్; 2. స్టాప్ సిలిండరు మిషన్; 3. రోటరీ మిషన్.

ప్లాటెన్ ట్రెడిల్ మిషన్: చిన్న చిన్న అచ్చు కరపత్రములు, చిన్న పుస్తకములు, స్టేషనరీ వంటి అచ్చు పనులకు ట్రెడిల్ మిషన్ అత్యంత ఉపయోగమైనది. ఇందు మరల మూడువిధములు గలవు: 1. కాలితో నొక్కుచు, చేతితో కాగితము త్రోయు విధానమున ఇతర విధములైన యాంత్రిక శక్తి అవసరము లేదు; 2. యంత్రము పనిచేయుటకు మాత్రము విద్యుత్తు మోటరును ఉపయోగించి, కాగితమునుమాత్రము చేతితో అందించుట; 3. పని అంతయు స్వతశ్చలనముగా యాంత్రికశక్తితోడనే జరుగుట. ఈ మూడవవిధానమున అంతయు సరిచేసి మీట నొక్కిన కాగితములు మిషన్‌కు అందింపబడినప్పుడు దానంతట అదే మానవ ప్రమేయము లేకుండ ముద్రించును. సాధారణముగ ప్లాటెన్ ట్రెడిల్ సాధనములు 245 మి.మీ × 330 మి. మీ. (8″ × 13″) ఫుల్‌స్కేప్ మొదలుకొని డెమ్మీ ఫోలియో సైజువరకు ఉండును.



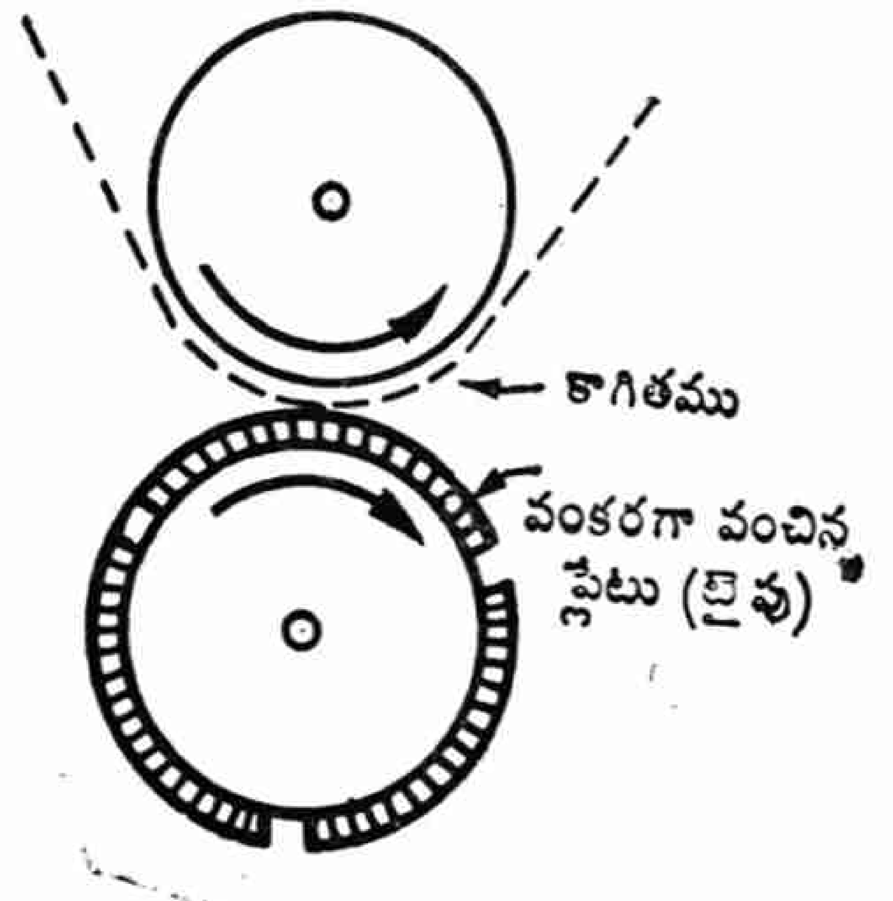
ప్లాటెన్ ట్రెడిల్ మిషన్

స్టాప్ సిలిండర్ మిషన్: ఈ యంత్రములు విద్యుత్తు సహాయముననే పని చేయును. కొన్నిటియందు చేతితో కాగితమును అందించు విధానము ఉండును. యంత్ర సహాయమున చెస్ పెట్టబడిన పడక అటు,ఇటు ఆడును. ఆ సమయమున సిలిండరు కాగితమును గ్రహించి, అందించుచు తాను కూడ చుట్టు తిరుగును. సిలిండరు విధానమున ముద్రించుటలో ఏ క్షణమునైనను ఒకే రేఖపై ముద్రణ జరుగుటవలన ముద్రణ చక్కగ ఉండును.



స్టాప్ సిలిండరు ప్రెస్సు

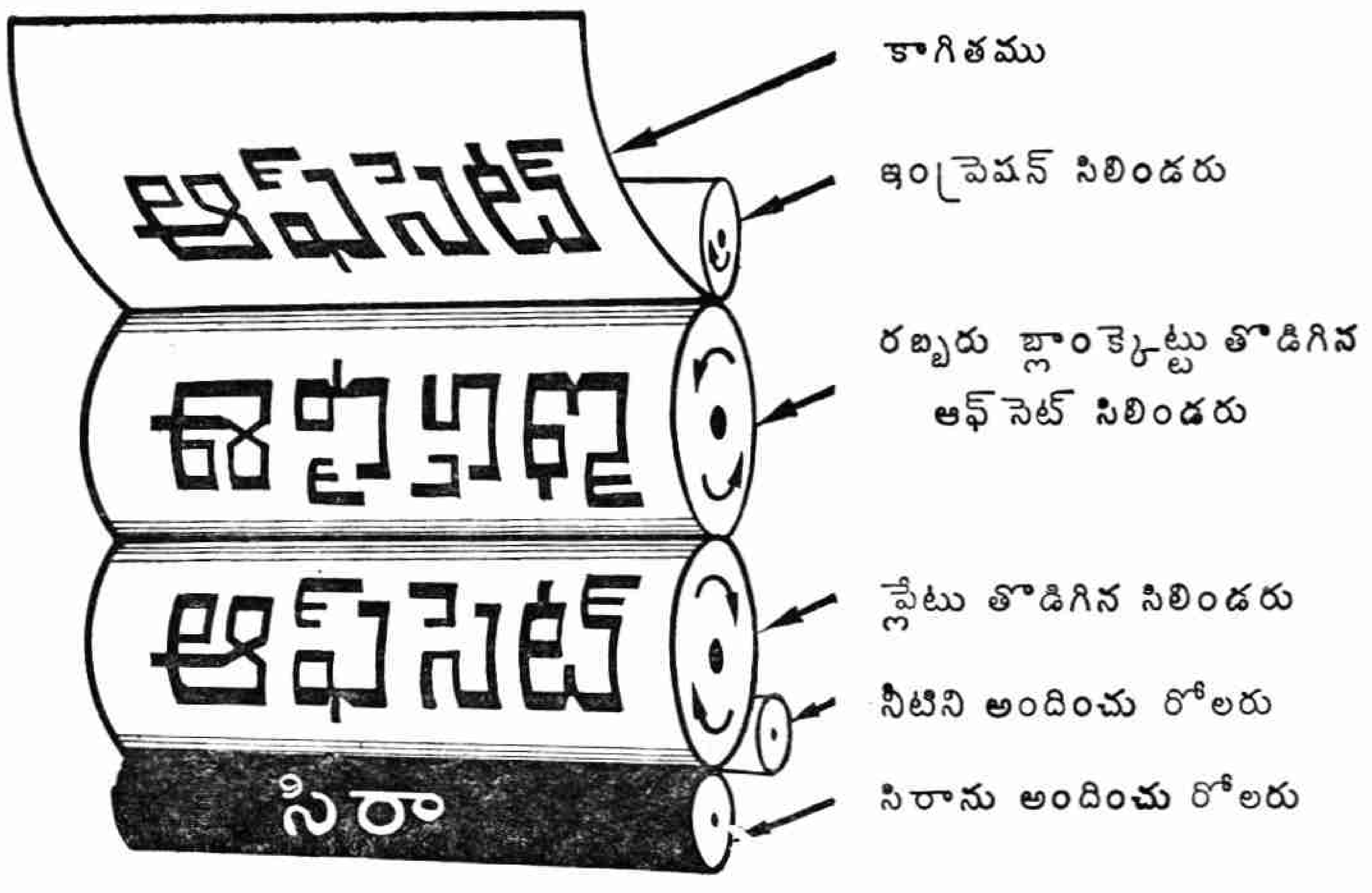
రోటరీ మిషన్: రోటరీ విధానము సాధారణముగా భారీ ముద్రణ పరిశ్రమయందు వినియోగింపబడుచున్నది. దిన పత్రికలు నిర్వహించవలెనన్న తక్కువ వ్యవధిలో ఎక్కువ ప్రతుల ముద్రణ సాధించవలెను. అందుకు సమాధానము రోటరీ పద్ధతియే. కంపోజింగు ముగిసిన వెనుక పేజీలు కట్టబడిన తరువాత దానినుండి ఒక స్టీరియో మాట్రిక్స్ తీయుదురు. దీనినే 'ఫ్లాంగ్' అని కూడ అందురు. ఈ ఫ్లాంగ్‌ను అర్ధ స్తూపాకారముగా చుట్టి ఒక సాధనమున ఉంచి కరిగిన సైపు ద్రావణమును పోసిన అర్ధ స్తూపాకారములో ఫ్లాంగ్ మీద ఉన్న ఎత్తు పల్లములను బట్టి స్టీరియో తయారగును. ఆ స్టీరియోను రోటరీప్రెస్‌కు తగిలింతురు. ఇటువంటి స్టీరియోలు చాల ఉండును. దీనినే 'వెబ్ ఫెడ్ రోటరీ' అందురు. వెబ్ అనగా కాగితము చుట్టబడిన పెద్ద చుట్ట. చుట్టను తగిలించి ఆ కాగితమును రోటరీ యందు తొడుగుదురు. అప్పుడు ఆ వెబ్ కాగితము ఇంప్రెషన్ సిలిండరుల మధ్య జరుగుచుండును. గంటకు 50,000 పైగా ప్రతులు ముద్రించుట ఇప్పుడు దీనివలన సాధ్యమైనది. వెబ్ వేగము నిముషమునకు సుమారు 500 మీ. (1500′). రోటరీ ప్రెస్‌యందు రంగుముద్రణ కూడ 1950 తరువాత సాధ్యమైనది.



రోటరీ ప్రెస్

లితోగ్రఫీ: 18వ శతాబ్దముననే లితోగ్రఫీ సిద్ధమైనప్పటికిని ఇటీవలననే ఫోటో లితో పద్ధతి అవతరించిన పిమ్మట బహుళ ప్రచారములోనికి వచ్చినది. ఇందు ప్రధానముగా లితోగ్రఫీ సూత్రము వినియోగింపబడును. చిత్రములను, కూర్చిన పాఠములను ఫోటోగ్రఫీ ద్వారా నెగటివ్‌ను తయారుచేసి దానిని జింకు ప్లేటు పైకి మార్చుదురు. ఆ జింకు ప్లేటు ఆల్బుమిన్ పూయబడుటచే వెలుతురు తగిలిన రంగు మారును. ఈ ఫలితమును ఆధారముగా తీసికొని నెగటివ్‌ను ఆల్బుమిన్ పూయబడిన జింకుప్లేటుపై పెట్టి ఆర్క్‌దీపమునుండి వెలువడు సాధారణమైన కాంతికి కొద్దిసేపు గురిచేయుదురు. అప్పుడు నెగటివ్‌లోని నలుపు, తెలుపులను బట్టి జింకుప్లేటుపై బింబము గుప్తముగా ఏర్పడును. రాసాయనిక ద్రావణములను పెట్టి క్షాళనము చేసిన వెనుక అసలు బింబము స్ఫుటముగా తెలియును.

చేతితో తడివిన ఎత్తు పల్లములు ఏవియు గోచరించవు. అట్టి ప్లేటును మరికొన్ని ద్రావణములకు గురిచేసి, ఆఫ్ సెట్ మిషన్‌కు తగిలింతురు. ఆఫ్ సెట్ యంత్రమున కాగితము జింకుప్లేటు పైకి ఎన్నడును రాదు. మధ్య ఒక రబ్బరు బ్లాంకెట్టు ఉండును. సాధారణముగా జింకు ప్లేటును వర్తులాకారముగా ఉండు ఒక డ్రమ్ముకు బిగింతురు. దానిపై రబ్బరు బ్లాంకెట్టు బిగించిన డ్రమ్ము ఉండును. ఆ డ్రమ్ముపైన ఇంప్రెషన్ సిలిండరు ఉండును. సిరా మొదట జింకుప్లేటు పైకి రోలర్ ద్వారా అందించబడినపుడు సిరా బింబము ఉన్న ప్రాంతములందే అంటుకొనును. బింబములేని పరస్థలములందు సిరా అంటుకొనదు. ఆ ప్రాంతము తేమగా ఉండును. అప్పుడు ప్లేటు బిగించిన సిలిండరు మీదనుండి యంత్రమును పనిచేయించినపుడు చుట్టు తిరుగు బింబమును రబ్బరు బ్లాంకెట్టు పైన మొదట ముద్రించును. రబ్బరు బ్లాంకెట్టుపై ముద్రించిన ప్రతి బింబము చదువుటకు తలక్రిందులుగా ఉండును. అప్పుడు మరొక చుట్టులో రబ్బరు బ్లాంకెట్టుకును, ఇంప్రెషన్ సిలిండరుకును మధ్యగా జరుగు కాగితముపైన బింబము ముద్రించబడును. జింకుప్లేటు నుండి నేరుగా కాగితముపై బింబము ముద్రింపబడక మధ్యన ఒక రబ్బరు బ్లాంకెట్టుకే ఆఫ్ సెట్ చేయబడుటచే ఈ పద్ధతికి 'ఆఫ్ సెట్ పద్ధతి' అనిపేరు. ప్రతిసారి సిరా పూతకు ముందర జింకు ప్లేటుపై తేమను ఉంచుటకు నీటి రోలరు అటు, ఇటు ఆడును. అప్పుడు తేమ బింబము ఉన్న చోట అంటదు. పైన పరస్థలములందు సిరా అంటదని తెలిసికొంటిమి. అనగా, ఆఫ్ సెట్ పద్ధతియందు సిరా-నీరు ప్లేటుపై పరస్పర ఆకర్షణ వికర్షణలను నెరపును. ఈ ఫోటో-ఆఫ్ సెట్ పద్ధతి అతి శీఘ్రముగా అభివృద్ధి పరుపబడినప్పటికిని పూర్వము రాతిమీదనే వ్యతిరేక దిశలో వ్రాసి ముద్రించు లితో పద్ధతి కూడ ఇప్పటికిని అక్కడక్కడ అమలులో ఉన్నది. అయితే, ఇది అంతగా ఆర్థికముగా గిట్టుబాటు అయిన పద్ధతి కాదు.

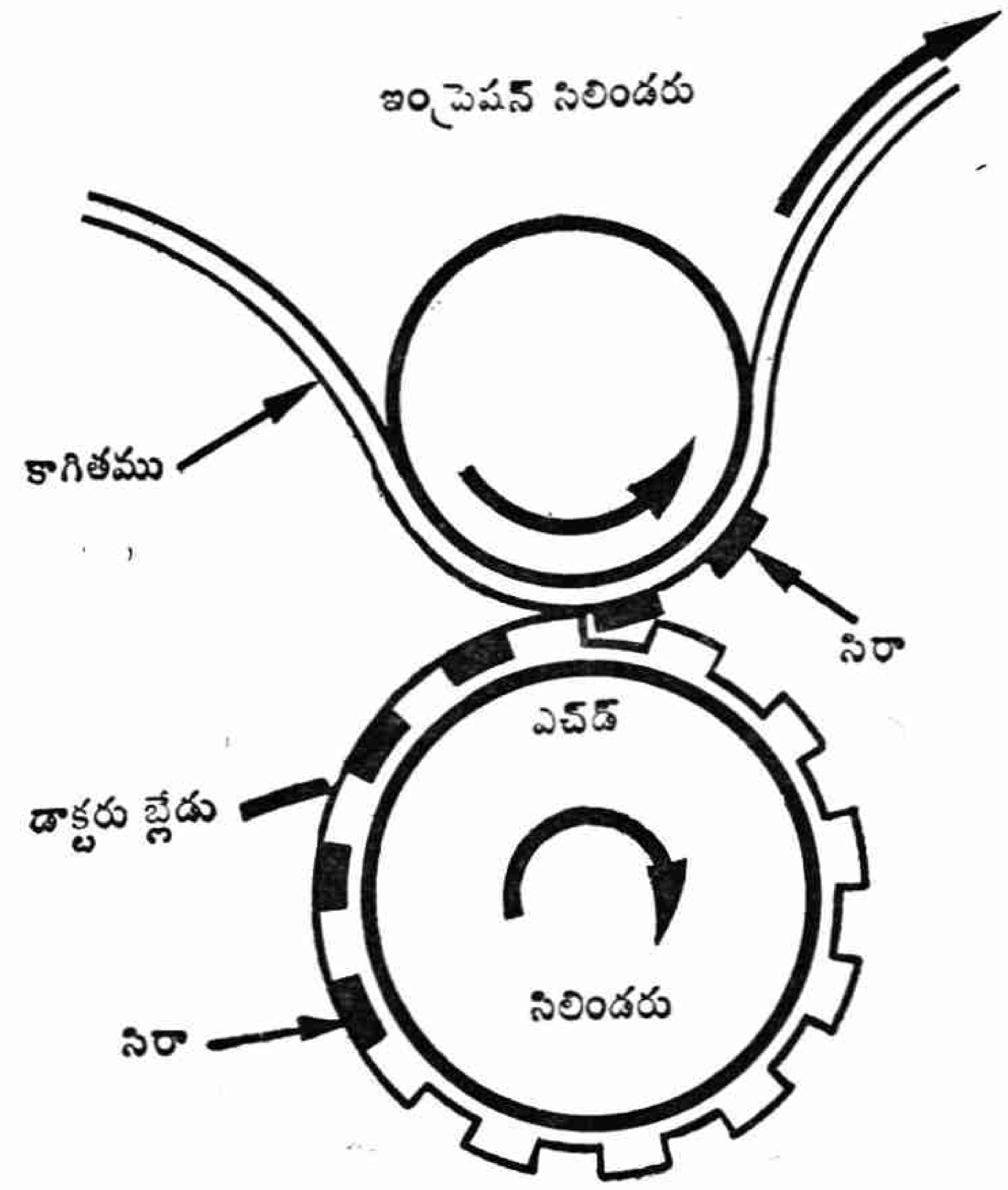


ఆఫ్ సెట్ మిషను స్వరూపము

అల్యుమిన్ పూసిన జింకుప్లేటుపై నెగెటివ్‌ను ఉపయోగింతురని పైన తెలిసికొంటిమి. అట్లుకాక, ఫోటోగ్రాఫిక్ పాజిటివ్‌ను ఉపయోగించి జింకు ప్లేటుపై డీప్ ఎచ్ పద్ధతిని బింబము ఏర్పడునట్లు చేయవచ్చును. డీప్ ఎచ్ పద్ధతిని ఉపయోగించినపుడు అల్యుమిన్ పద్ధతికంటె ఎక్కువ ప్రతులను తీయవచ్చును. ఇప్పుడు బైమెటల్ పద్ధతిని ప్లేటులను తయారుచేయు పద్ధతి కూడ వాడుకలోనికి వచ్చినది. వెబ్ ఆఫ్ సెట్ కూడ ఇప్పుడు వాడుకలో కలదు.

గ్రావ్యూర్ పద్ధతి : గ్రావ్యూర్ పద్ధతిని ఇంటాలియో విధానమని కూడ పేర్కొందురు. ఇందు లెటర్ ప్రెస్ పద్ధతికి వ్యతిరేకముగా ఉండును. లెటర్ ప్రెస్ పద్ధతిలో అక్షరములు, బింబము పైకి ఉబికినట్లు ఉండగా గ్రావ్యూర్ పద్ధతిలో అవి మట్టమునకు లోతుగా చెక్కినట్లు ఉండును. ఆ లోతులలోనికి సిరా వెళ్లును. రాగి పూయబడిన సిలిండరు ఇందు ముఖ్యభాగము. ఇది రంగుగల జెలటిన్ పూత పూయబడిఉండును. దానిపై వెలుతురు తగిలిన రంగు మారు స్వభావము గల కార్బన్ పూత ఉండును. దీని పైన ముద్రణ చేయవలసిన బింబమును ఎక్స్‌పోజ్ చేయుదురు, అప్పుడు దానిని వేడినీటిలో డెవలప్ చేయుదురు. ఎచ్ చేయదగని ప్రాంతముపై వార్నిష్‌పూసి, ఆరనిచ్చి మిగత ప్రదేశమును ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్‌తో ఎచ్ చేయుదురు. గ్రావ్యూర్ పద్ధతిలో చిత్రముల (కంటినెన్ టోన్) కే కాక అక్షరములకు కూడ స్క్రీన్ వేయుట అవసరము. గ్రావ్యూర్ పద్ధతి వ్యయప్రయాసలతో కూడినది. అందుచేత ఎక్కువ సంఖ్యలో ముద్రించవలసి వచ్చినపుడే గ్రావ్యూర్ పద్ధతి గిట్టుబాటు అగును [చూ. సమీక్ష - పు. 73]. గ్రావ్యూర్ పద్ధతిలో ఫోటోగ్రావ్యూర్, రోటోగ్రావ్యూర్ అని రెండు విధములు కలవు. రోటోగ్రావ్యూర్‌నందు వెబ్ ఉండును. భారతదేశమున బొంబాయిలోని టైమ్స్ ఆవ్ ఇండియా గ్రూపువారి 'ఇలస్ట్రేటెడ్ వీక్లీ ఆవ్ ఇండియా' అను సచిత్ర వారపత్రిక రోటో గ్రావ్యూర్

పద్ధతిని ముద్రింపబడుచున్నది. దక్షిణ భారత దేశమున తమిళనాడులో మద్రాసు నగరమున ఉన్న చందమామ ప్రెస్‌లో ఫోటోగ్రావ్యూర్ పద్ధతి ముద్రణ సాగుచున్నది.



గ్రావ్యూర్ ముద్రణ పద్ధతి

బ్లాకుల తయారీ : ముద్రణ పరిశ్రమయందు కంపోజింగు, ముద్రణ వంటి ముఖ్య ప్రక్రియలకు బ్లాకులు చేసి అంటించుట అనుబంధ ప్రక్రియ. పుస్తకములందు, కరపత్రములు మున్నగు వాటియందు చిత్రములు ఉండుట పరిపాటి. ఆ చిత్రములను ముద్రణకు అనువుగా చేయుట బ్లాకుల ద్వారానే సాధ్యము. సాధారణముగా మూడు రకముల బ్లాకులు ముద్రణ పరిశ్రమయందు తటస్థపడును : 1. లైను బ్లాకు ; 2. అఫ్ టోన్ బ్లాకు ; 3. రంగుబ్లాకు. చిత్రకారుడు ఇండియన్ సిరాతో గీసిన చిత్రము 'లైను బ్లాకు' నకు ఆది స్వరూపము. కెమేరాతో తీసిన ఫోటోగ్రాఫ్ నెగెటివ్ నుండి లభించిన చిత్రము 'అఫ్ టోన్ బ్లాకు' కు ఆది రూపముగా గ్రహించవచ్చును. ఇక చిత్రకారుడు రంగులు, కుంచెను ఉపయోగించి వేసిన తైలవర్ణచిత్రము, వాష్ డ్రాయింగ్ వంటివి గాని, కెమేరాను, కలర్ ఫిలిమ్‌ను ఉపయోగించి తీసిన రంగు ఫోటోలు గాని రంగు బ్లాకులకు మూలరూపములుగా చెప్పుకొనవచ్చును.

సాధారణముగా బ్లాకులను జింకు, రాగి వంటి ధాతు ఫలకములపై చెక్కుట పరిపాటి. ఇప్పుడిప్పుడు బ్లాకుల తయారీలో ప్లాస్టిక్కు, ఎబొనైట్ వంటివి కూడ వాడుకలోనికి వచ్చుచున్నవి. స్థూలముగా చెప్పవలెనన్న కావలసిన చిత్రములను కెమేరాకు ఎదురుగా పెట్టి, కెమేరాలో ఫిలిమ్ పెట్టి ఎక్స్‌పోస్ చేసి, పిమ్మట డెవలప్ చేసి దానిని తాత్కాలికముగా సెన్సిటైజ్డ్ చేసిన జింకు, రాగిఫలకముపైని పెట్టి వాక్యూమ్ కాంతికి ఎక్స్‌పోస్ చేసి చట్రములో బిగించి గాఢమైన ఆ ధాతుఫలకమును ద్రావకములలో ఎచ్ చేయుదురు. ఆ తరువాత బొమ్మ నిలుచుటకు తగు ప్రక్రియలు జరిపించి పైపు ఎత్తు గల కర్రదిమ్మెపై బిగింతురు. అఫ్ టోన్ బ్లాకులకు మాత్రము స్క్రీన్ ఉపయోగించవలెను. స్క్రీన్ అనగా సన్నని అడ్డు, నిలువు గీతలు గల గాజుఫలకము. రంగుల బ్లాకులకు మాత్రము మూడు వేర్వేరు నెగెటివ్‌లను తయారు చేసి మూడు బ్లాకులు తయారు చేయుదురు. ఇందు 1. పసుపు రంగును ; 2. మెజెంటా (ఎరుపు) రంగును ; 3. సియాన్ బ్లూ రంగును ఉపయోగింతురు. రంగు ముద్రణయందు ఇప్పుడిప్పుడు నాలుగవ రంగుగా నలుపును కూడ చేర్చినపుడు ఫలితము మరింత శోభాయమానముగా ఉండునని కనుగొనిరి. సర్వసాధారణముగా రంగు బ్లాకులకు రాగి ఫలకమును ఉపయోగింతురు. ఇట్లు తయారైన బ్లాకుల ఉపయోగము లెటర్ ప్రెస్ ముద్రణకు మాత్రము పరిమితము. అఫ్ సెట్, గ్రావ్యూర్ ముద్రణ విధానములందు రంగు ముద్రణకు ప్రత్యేక ప్రక్రియలు కలవు.

వేరియోక్లిషోగ్రాఫ్ : ఇటీవల 1957 నుండి క్లిషోగ్రాఫ్ పద్ధతి ఎలక్ట్రానిక్ సూత్రములను ఉపయోగించి బ్లాకులు తయారుచేయుట వ్యాపార సరళిలో వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఇందు ప్లాస్టిక్కు, జింకు, రాగి, మగ్నీషియమ్ ప్లేటులను ఉపయోగించి అఫ్ టోన్ బ్లాకులను తయారు చేయవచ్చును. ఇందు నెగెటివ్‌ను తీయవలసిన పనిలేదు. ఒక చాక్షుష పరికరము ద్వారా చిత్రమునందలి వెలుగు నీడలను పట్టి ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ సెల్‌లు సంజ్ఞలను గ్రహించి వాటిని మరొక చివర ప్లేటుపై ఆడుచుండు ఎన్‌గ్రేవింగ్ హెడ్‌కు అందించి పని చేయించును. ఎన్‌గ్రేవింగ్ హెడ్ కదలక స్థిరముగా ఉండును. ఒకవైపు ప్లేటు, రెండవ చివర చిత్రములకు ఆదిరూపము కదులుచుండును. స్కానింగ్ ఐమూలగా జరుగుచుండును. 60, 75, 100, 133 వరకు స్క్రీన్‌ను క్లిషోగ్రాఫ్ ద్వారా సాధించవచ్చును. 304·8 × 406·4 మి. మీ. (12 × 16 అంగుళముల) సైజు వరకు బ్లాకులను తయారుచేయవచ్చును.

మెకానికల్ కంపోజింగు : లెటర్ ప్రెస్ విధానమున విడివిడి అక్షరములను చేతితో కూర్చు పద్ధతిని 'హాండ్ కంపోజింగు' అందురు. మీరు చదువుచున్న ఈ గ్రంథము హాండ్ కంపోజింగుకు ఉదాహరణము. యంత్రవిధానమున

మరింత శీఘ్రముగా అక్షరముల కూర్పు పద్ధతులు రెండు రూపుగొనినవి. అందు మొదటిది మోనోటైపు; రెండవది లైనోటైపు. పెద్ద పెద్ద పుస్తకములను, పత్రికలను ముద్రించునపుడు ఈ యాంత్రిక కంపోజింగు పద్ధతి అత్యంత అనుకూలముగా ఉండును. ఆఫ్‌సెట్ విధానమున ముద్రించునపుడు పాఠములను సమకూర్చుటకు నేరుగా మోనోఫోటో, లైనోఫోటో విధానములు ఇటీవల సిద్ధపరుపబడినవి.

మోనోటైపు: మోనోటైపు యంత్రమున రెండు దశలలో కంపోజింగు జరుగును. మొదట పాఠమును బట్టి కీ బోర్డును ఆపరేట్ చేసి, చుట్టనుండి వెలువడు కాగితమునందు రంధ్రములు పడునట్లు చేయుదురు. ఇట్లు చేయునపుడు ఒక నిర్దిష్ట అక్షరమునకు కాగితమున ఒక నిర్దిష్టమైన చోట రంధ్రము పడును. ఆ తరువాత ఆ రంధ్రములు గల కాగితపు చుట్ట తీసికొని కాస్టింగ్ యంత్రమున బిగించి, కావలసిన పాయింట్లు గల మాట్రిక్స్ కేసును అందుంచి, ఆ రంధ్రముల ద్వారా సంపీడనకు గురియైన గాలిని పంపుదురు. రంధ్రవిన్యాసమును బట్టి ఒక్కొక్క అక్షరము పాఠమునకు అనుగుణముగా అప్పటికప్పుడు పోత పోయబడి వెలువడుచుండును. మోనోటైపు విధానమున ఒక్కొక్కసారి ఒక అక్షరము తరువాత మరియొక అక్షరమును కూర్చబడుట గమనించదగిన విషయము. ఇప్పుడు తెలుగున వెలువడు ప్రముఖ దినపత్రికలు మోనోటైపును ఉపయోగించుచున్నవి.

లైనోటైపు: ఒక పంక్తి అంతయు ఒకేసారి పోత పోయబడుటచే ఈ పద్ధతిని 'పంక్తి కంపోజింగు (లైనోటైపు)' అందురు. ఇందు కూడ కీబోర్డు సహాయమున పాఠమును టైపు చేయుదురు. అయితే, టైపు చేయునపుడు ఆ యా మాట్రిక్స్‌లు విడివిడిగా పంక్తిగా ఏర్పడి, పోతకు సిద్ధముగా ఉండి, కరిగిన టైపు ధాతువును, మాట్రిక్స్‌ల పంక్తిని యంత్రసహాయమున కలిపినపుడు పంక్తి స్వరూపము వెలువడును. తెలుగున లైనోటైపు ప్రభుత్వ ముద్రణాలయమున ఉన్నప్పటికిని వ్యాపార సరళిలో ఉపయోగమునకు ఇంకను రాలేదు (1970).

ఫోటో టైపు సెట్టింగులు: ఇందు మోనో ఫోటో, లైనో ఫోటో వంటివి ముఖ్యముగా ఆఫ్‌సెట్ విధానమున వినియోగమగుచున్నవి. ఫోటో టైపు సెట్టింగు విధానము రూపుగొనుటకు పూర్వము ఆఫ్‌సెట్ పద్ధతిని పుస్తకములను అచ్చువేయవలెనన్న మొదట హాండ్ కంపోజింగు, మోనో కంపోజింగు, లైనో కంపోజింగు వంటి ధాతు కంపోజింగు పద్ధతిని పాఠమును కూర్చి ప్రూఫులు దిద్ది దానిని ఆఫ్‌సెట్‌కు ఆదిరూపముగా గ్రహించెడివారు. ఇప్పుడు ఫోటో టైపు సెట్టింగు పద్ధతి వచ్చిన తరువాత నేరుగా పాఠమును ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మ్ మీదికి మార్చుట సాధ్యమైనది. ఇందు ఫోటోగ్రాఫిక్ సూత్రములు [చూ. పు. 593] వినియోగమగును. మోనోటైపు వలెనే మోనోఫోటోలో కూడ రెండు దశలు ఉండును. మొదటి దశ: కీ బోర్డు మీద పాఠమును టైపు చేయగా రంధ్రములు పడిన కాగితము చుట్ట సిద్ధమగును. అట్లు ఫలించిన రంధ్రములు గల కాగితముచుట్టను ఫోటో కాస్టింగు మిషిన్‌లో ఉంచిన ఫిల్మ్ఎక్స్‌పోస్ అగును. అట్లు ఫలించిన ఫిల్మ్‌ను డెవలప్ చేయగా మాస్టర్ నెగిటివ్ ఫలించును. ఇది రెండవ దశ.

లైనో ఫోటో: ఇందు రెండు దశలకు బదులుగా ఒకే దశలో కంపోజింగు జరుగును. లైనోటైపులోవలె లైనో ఫోటోయందు ఫోటోమాట్‌లు అనబడు మాట్రిక్స్ ఉండును. కీ బోర్డు మీద టైపు చేయగనే ఫోటోమాట్‌ల పంక్తి ఏర్పడును. మీట నొక్కగనే ఆ పంక్తి వెనుక ఉన్న ఫిల్మ్ పైకి ఎక్స్‌పోస్ అగును.

జోగ్రఫీ: చిత్రములోని లోతును కూడ ప్రదర్శింపవీలగు ముద్రణ పద్ధతి జోగ్రఫీ*గా అవతరించినది. సాధారణముగా ప్రతి చిత్రమునందును పొడవు, వెడల్పు అను రెండు పరిమాణములలోనే చిత్రము గోచరము అగుచుండును. లోతును కూడ జోగ్రఫీయందు చూడవచ్చును. దీనిద్వారా త్రిపరిమాణిక (త్రీ డైమన్షనల్ - 3 - D) ముద్రణను సాధించవచ్చును. 1964 లో జోగ్రఫీ విధానమును యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో మొదటిసారి సాధించిరి.

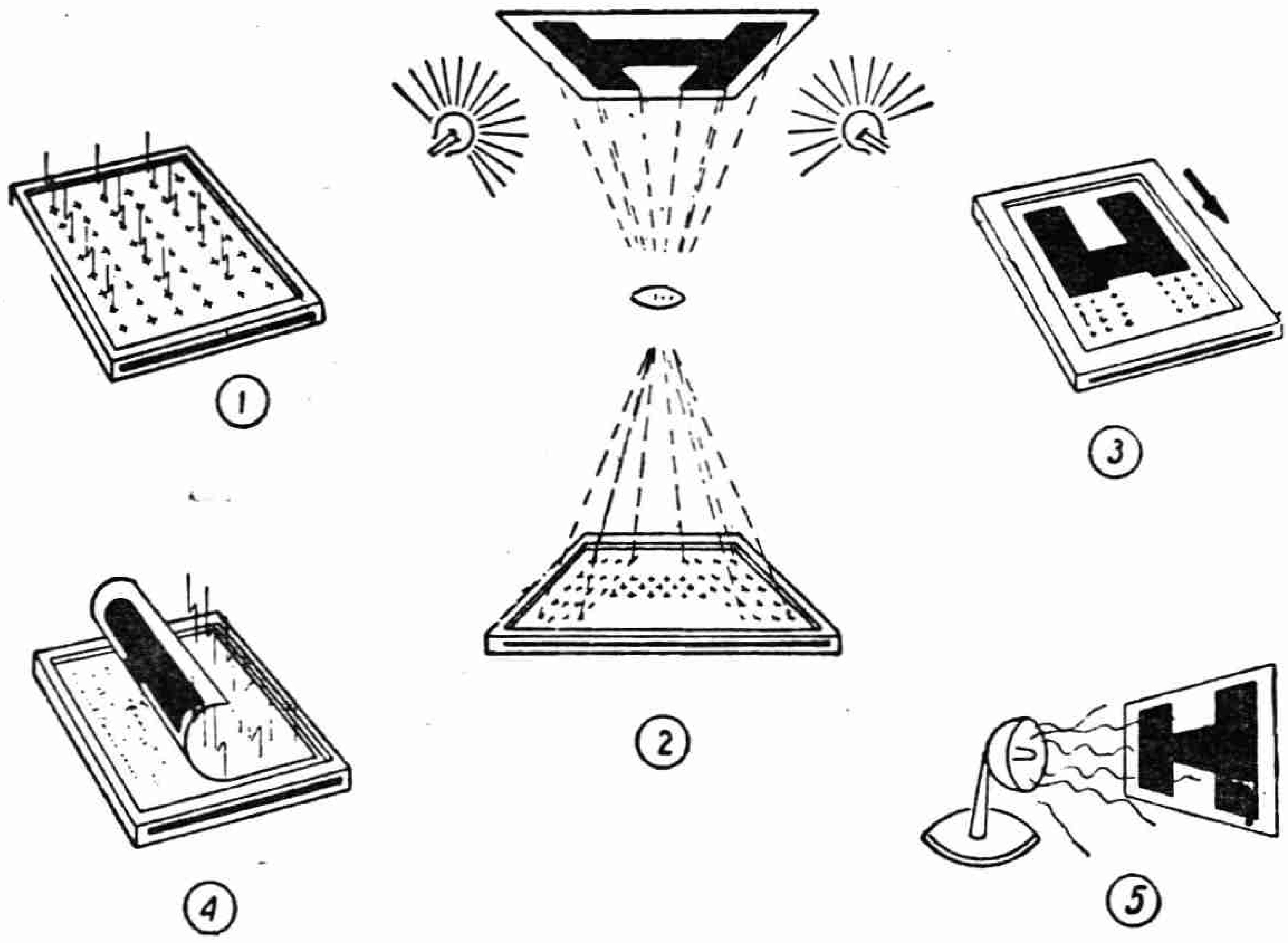
జోగ్రఫీ ముద్రణలో మొదట కెమేరాలో ఫిల్మ్ ఉంచి దానిముందు ఒక స్క్రీన్‌ను ఉంచి ఫోటో తీయుదురు. అప్పుడు ఫిల్మ్‌పై బడిన బింబము అనేకవందల సంఖ్యలో నిలువు గీతలుగా వింగడింపబడును. ఫిల్మ్‌ను డెవలప్ చేసి, సాధారణ పద్ధతిని బ్లాకులు తయారు చేయుదురు. ముద్రించునపుడు ఒక స్క్రీను పూతను కాగితముపై పూయుదురు. ఆ స్క్రీను ద్వారా నిలువు గీతలపైకి బింబము కేంద్రీకరింపబడుటచే చూచువారికి లోతు ఉన్నట్లు భ్రమ కలిగించును. అసలు ఇంత క్లిష్ట ముద్రణను సాధించుటలో ఒక క్రొత్త ప్లాస్టిక్కు ఉపయోగపడినది. దాని పేరు 'ఇపోలీన్'†. ఈ ప్లాస్టిక్కు పదార్థము స్క్రీన్ పూతకు ఉపయోగపడును. నీటివలె స్వచ్ఛముగా ఉండు ఇపోలీన్‌కు అవసరమైన చాక్షుష ధర్మములు ఉండుటయే

* Xograph.

† Epolene.

గాక, కాగితమునకు సులువుగా అంటును. దాని ద్రవాంకము కూడ సరియైన స్థితిలో ఉన్నది. అందువలన అత్యంత శీఘ్రముద్రణలో ఉపయోగపడుచున్నది. జోగ్రఫీలో ఉపయోగించు కెమేరా ప్రత్యేకముగా నిర్మితమైనది. 0·150 ఘ. మీ. (6 ఘ. అ.) ఘనపరిమాణము గల ఈ కెమేరా బరువు ½ టన్ను. దీనిని నియంత్రించుటకు ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము వినియోగపడుచున్నది. ముద్రణలో అత్యంత జాగ్రత అవసరము; మామూలు ముద్రణ పద్ధతిలోకంటె జోగ్రఫీయందు పదిరెట్లు జాగ్రత అవసరము.

జీరోగ్రఫీ (క్సీరోగ్రఫీ)*: ఇది స్థిరవిద్యుత్తును ఆధారముగాగొని రూపొందింపబడిన ముద్రణ పద్ధతి. అందుచేతనే దీనిని 'ఎలక్ట్రో స్టాటిక్ ప్రింటింగు' అని కూడ అందురు. ఇందు ఫిల్ము నెగెటివ్‌లు గాని, ద్రవ రసాయనములు గాని ఏవియు వినియోగింపబడవు. కాంతి పడినప్పుడు విద్యుత్తు వాహక ధర్మమును పొందు (సిలీనియమ్‌వంటి ధాతువులకు అర్ధ విద్యుత్తు వాహకత కలదు) గుణము ఆధారముగ జీరోగ్రఫీ రూపుగొనినది, సిలీనియమ్ పూత పూయబడిన ధాతుఫలకమును 'జీరోగ్రఫీ ప్లేటు' అందురు. మొదట దానిని అనువైన విద్యుదగ్రము (ఎలక్ట్రోడ్) లకు గురి చేయగా, ధాతుతలము అర్ధ విద్యుత్తు వాహకత కలిగి ఉండుటచే ధన విద్యుత్తు ఆవేశము పొందునట్లు చేయుదురు. ఇది మొదటి దశ. ఈ దశలో దానికి కాంతి తగిలిన ఆ ధనవిద్యుత్తు ఆవేశమును కోలుపోవును. అందుచే సరియైన జాగ్రతలు తీసికొని, దానిని కెమేరాలో ఉంచి, ముద్రించవలసిన కాపీకి ఎదురుగా ఉంచి కొద్దిసేపు - సుమారు 20 సెకనులు - ఎక్స్‌పోస్ చేయుదురు. అప్పుడు కాపీని బట్టి అందు బింబము ఉన్నచోట తప్ప మిగతా చోట విద్యుత్తు ఆవేశము కోలుపోవును. ఇది రెండవ దశ. ఎక్స్‌పోస్ చేసిన ప్లేటుపై డెవలపింగ్ చూర్ణమును పోనిచ్చి ఆడింతురు. ఇట్లు ఆడించునపుడు ఆ చూర్ణము విద్యుత్తు ఆవేశము పొంది ఋణావేశము గలదిగా సిద్ధమగును. ఈ ప్రక్రియలో రెసిన్ చూర్ణము సిలీనియమ్ ఫలకముపై ఉన్న ఋణావేశబిందువులచే ఆకర్షింపబడి అంటుకొనును. ఇది మూడవదశ. ఇట్లు డెవలెప్ చేయబడిన చూర్ణబింబము పైన కాగితము పెట్టి, దానిని ధనవిద్యుత్తు ఆవేశమునకు గురి చేసినపుడు ధన విద్యుత్తు ఆవేశయుతమైన కాగితము చూర్ణ బింబమును ఆకర్షించును. ఇది నాలుగవ దశ. ఇక అంతిమ దశయైన అయిదవ మెట్టులో కాగితముపైకి తీసికొనబడిన చూర్ణ బింబమును శాశ్వతముగా ఉండునట్లు చేయుటకు దానిని వేడికి గాని, ట్రైక్లోరో ఎతిలీన్ అను రాసాయనిక ద్రావణముల బాష్పములకు గాని గురి చేయుదురు. జీరోగ్రఫీ విధానము 1950 ప్రాంతమున వ్యాపార సరళిలో వాడుకలోనికి వచ్చినది. విరివిగా కాపీలు తీయుట యందును, ఆఫ్‌సెట్ ముద్రణకు వలయు మాస్టర్‌లు, డీప్ ఎచ్ పాజిటివ్‌లు తయారు చేయుట యందును ఈ జీరోగ్రఫీ విధానము ఉపయోగించుచున్నారు.



జీరోగ్రఫీ

1. స్థిర (ధన) విద్యుదావేశముగల సిలీనియమ్ ప్లేటు; 2. ఎదురుగా తీయవలసిన కాపీని పెట్టి దానిమీద కాంతిని పడనిచ్చుట (సిలీనియమ్‌ప్లేటు కెమేరాలో ఉండును); 3. నల్లని రెసిన్ చూర్ణమును ప్రయోగించి బింబమును డెవలెప్ చేయుట; 4. ప్రతులు తీయుట; 5. తీసిన ప్రతిని వేడిమికి గాని, ట్రైక్లోరో ఎతిలీన్ బాష్పములకు గాని గురిచేసి ఫిక్స్ చేయుట.

సిల్కు స్క్రీన్ ప్రింటింగు: ముద్రణ విధానము లన్నింటిలోను స్క్రీన్ ప్రింటింగు అత్యంత సరళమైనది; బహుళ ప్రయోజనకారి. సాధారణముగా తక్కువ

* Xero = శుష్క (తడిసిరాలేని) Graph = లేఖనము (వ్రాయు పద్ధతి)

ప్రతులు అవసరము అగునపుడు ఈ విధానము గిట్టుబాటు అగును. పోస్టర్లు, లేబిల్ లు వంటి రంగు ముద్రణకు సిల్కు-స్క్రీన్ ప్రింటింగు విధానము ప్రయోజనకారిగా ఉండును. ఈ విధానమున రంగులు కొట్టవచ్చినట్లు గాఢముగా ఉండును.

సిల్కు స్క్రీన్ విధానమున ఉపయోగించు పరికరము గుడ్డ బిగించబడిన కర్ర చట్రము. ఈ గుడ్డ పట్టు, నైలాన్ వంటి జాతికి చెంది, 51 గేజీ గలదై ఉండును. ఇప్పుడిప్పుడు స్టెయిన్‌లెస్ స్టీల్‌తో తయారైన గుడ్డ కూడ ఇందులకు ఉపయోగపడుచున్నది. ఈ గుడ్డపై డిజైనును ఫోటోగ్రాఫిక్ విధానమునగాని, మరొక విధానమునగాని వేసి, డిజైను మీద ఇందులకై ప్రత్యేకముగా తయారు చేయబడిన సిరా ముద్దను 'స్క్వజి' అనబడు కుంచెతో ఒత్తుదురు.

తంబ.

మురుగు కాలువలు : చూ. జల నిర్గమన పద్ధతులు - పు. 345.

మేసర్, లేసర్ : మేసర్ అను పదము దానికి సరియైన ఇంగ్లీషు భాషా నామములో ఉన్న పదముల ప్రథమాక్షర సంపుటి విన్యాసమువలన నిష్పన్నమైనది (మైక్రోవేవ్ ఆంప్లిఫికేషన్ బై ది స్టిమ్యులేటెడ్ ఎమిషన్ ఆవ్ రేడియేషన్) *

ఈ పరికరము ఒక వర్ధకము లేదా ఒక కంపకమో (ఆసిలేటర్) అయి ఉండును. ప్రేరిత ఉత్సర్గము (ఎమిషన్) వలన ఇది పనిచేయును.

ఇది పనిచేయు విధాన సూత్రములు : అణువులు, పరమాణువులు నియతశక్తి సోపానములను గ్రహించును. ఒక విడదీసిన పరమాణువు పనిచేయవలెననిన అది ఒక ఫోటాన్ కాంతి కణమును విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగము నుండి విచూషించుటయో లేదా ఒక ఫోటాన్‌ను విసర్జించుటయో జరుగును. ఈ సన్నివేశము శక్తి, గతి భార నిత్యతానియమములనుండి నిష్పన్నమైనది. మాటకు ఒక పరమాణువు ఉచ్చతర శక్తి సోపానమందు ఉన్నదను కొందము. ఇట్టి స్థితిలో అది ఉచిత పౌనఃపున్యము, ఉచిత గమన దిశయు గల విద్యుదయస్కాంత తరంగమును చూచినప్పుడు (తాకినపుడు) అది ఒక కాంతి కణమును విసర్జించుటకు ప్రేరేపించబడి, దానికి అందుబాటులో ఉన్న క్రింది శక్తి సోపానమునకు దిగిపోవును. ఆ తరంగము విస్పష్ట కాంతి తరంగమునకు చెందిన శక్తిని కోలుపోదు. ఈ ప్రక్రియ మనచుట్టు ప్రతిదినము జరుగుచున్నదియే. ఏలన, కాంతి తరంగములు ఎల్లపుడును ద్రవ్యముతో ప్రతికరించుచునే ఉన్నవి. అప్పుడే ద్రవ్యము శక్తిని ఆర్జించును. పరమాణువులు కాంతి కణములను విచూషించి, ఉత్తేజితములు అగును. అందువలన ప్రకృతిలో కాంతి కణము వాస్తవికముగ వర్ధక ప్రక్రియ (ఆంప్లిఫికేషన్) కు గురికాదు.

క్వాంటం యాంత్రిక వర్ధక పరికరములో విచూషణ ప్రక్రియకు ఒత్తిగిలించబడుటయో లేదా విసర్జన ప్రక్రియకు సాపేక్షముగ తగ్గించబడుటయో జరుగవలెను. ఉచ్చ శక్తి సోపానములను ఆశ్రయించి ఉన్న అణు సముదాయ సహాయమున ఈ పనిని మనము సాధించవచ్చును.

ఇచ్చట మనము ఒక విషయమును గుర్తుంచుకొనవలెను. ఒక్క పౌనఃపున్యములో తప్ప కాంతి, రేడియో తరంగముల మధ్య భేదమేదియు లేదు. కాంతి తరంగముల పౌనఃపున్యము మైక్రోతరంగముల దానికన్న ఒక లక్ష రెట్లు ఎక్కువ. దీని పర్యవసానముగ ప్రేరిత విసర్జనము లేదా విచూషణకు చెందిన నియమములు రెండు రకముల తరంగములకును సమానము. ఇట్లు ఈ ప్రేరిత విసర్జన సూత్రము (మైక్రో తరంగములను ఉపయోగించుటయందు) పై అధికీకరణము ఆధారపడి ఉన్నది. ఈ ప్రక్రియయందు తొలిని వాడబడిన ద్రవ్యము శలాక (కిరణ) రూపమున ఉన్న అమోనియా వాయువు, విద్యుత్తు చాలక క్షేత్రమందు ఉచ్చ శక్తి సోపానములయందు అమరు కొన్ని అమోనియా అణువులు, నీచ శక్తి సోపానములను ఆశ్రయించుకొన్న అమోనియా అణువులనుండి ప్రత్యేకించబడును. ఉత్తేజిత అమోనియా అణువులు ఉచిత పౌనఃపున్యము గల ఒక మైక్రోతరంగ కుహరము ద్వారా పంపబడినపుడు, అమోనియా అణువుల స్వభావమునకు తగిన తరంగ పౌనఃపున్యము స్థాపించబడును. ఈ ప్రక్రియయందు స్వరమేళనము (ట్యూనింగ్) నకై సంవిధానము ఏదియు లేదు. అందువలన అమోనియా కిరణపుంజము యొక్క ప్రధాన వినియోగము 'గడియారము' రూపముననో లేదా పౌనఃపున్యప్రమాణముగనో జరుగుచున్నది. ఉత్పాదకశక్తి మిల్లీమైక్రోవాట్ ప్రమాణమున ఉన్నది. ఇది పౌనఃపున్య ప్రమాణముగ పని చేయుటకు చాలును.

మేసర్‌ను ఉపయోగించి మైక్రోతరంగముల అధికీకరణము యొక్క శక్యత అవగతమైన తరువాత, మరికొన్ని ఇతర యోజనములు కల్పించబడి శోధించబడినవి. వీటిలో చాల ప్రధానమైనది, విజయవంతమైనది కార్యసాధకాంశముగ పారా మాగ్నెటిక్ స్ఫటికమును ఉపయోగించుట. దీనికి ఘనస్థితి మేసర్ అని పేరు. పారా మాగ్నెటిక్

---

* Microwave Amplification by the Stimulated Emission of Radiation.

స్వభావము గల పరమాణువులు అతి సూక్ష్మమైన అయస్కాంతములకు సదృశములు.

పారా మాగ్నెటిక్ స్ఫటికమును ఒక దానిని అయస్కాంత క్షేత్రమునందు పెట్టినపుడు అయస్కాంత గుణములు గల అతి స్వల్పములును, భ్రమణ శీలములును అగు అయస్కాంతములవలె అవి పనిచేయును. ఒక పారా మాగ్నెటిక్ స్ఫటికమును అయస్కాంత క్షేత్రమందు ఉంచినపుడు అయస్కాంత గుణములు గల స్ఫటిక పరమాణువులు కొన్ని అనుమతమైన శక్తి స్థితులనే గ్రహించును. సాధారణ సమతోలన పరిస్థితులలో ఉచ్చశక్తి సోపానములందు కన్న నీచశక్తి సోపానములందు ఎక్కువ పరమాణువులు కన్పట్టును. లేసర్ కార్యమును సాధించుటకు పైన చెప్పిన సన్నివేశము విపర్యస్తము కావలెను. సోపాన స్థిత కణలోకమును తారుమారు చేయుటకు నాలుగు సాధనములు కల్పించబడినవి: 1. త్రి సోపాన పద్ధతి; 2. అతాపక (అడయబాటిక్) శీఘ్ర పారగమన పద్ధతి; 3. నాడీస్ఫురణ వ్యుత్క్రమ పద్ధతి; 4. అయస్కాంత క్షేత్ర హఠాత్ పరావర్తనము. ఉపయోగ్యమగు రేడియో వర్ణమాలను విస్తరింప జేయుటలో మేసర్ ప్రధానపాత్రను నిర్వహించుచున్నది. ద్వి సోపాన లేదా త్రి సోపాన పద్ధతులలో పనిచేయు మేసరులు నిర్మించబడినవి.

ఈ పరికర నిర్మాణము ఇంకను దాని శైశవదశను దాటలేదు. కాని, దాని శక్యత అపారము. ప్రప్రథమముగ వర్ధకమును పరమ నిర్వాత తాపక్రమము వద్ద ఉపయోగించవచ్చును. ద్రవస్థితిలో ఉన్న హీలియమ్ లేదా నైట్రోజన్ ఈ పరికరమునకు అవశ్యకములు. ఏక జాతీయ నిత్య అయస్కాంత క్షేత్రము కూడ ఆవశ్యకము.

వినియోగములు: 1. రేడియో ఖగోళశాస్త్రము; 2. వైజ్ఞానిక పరిశోధన కార్యములు; 3. విక్షిర్ణ సందేశ పద్ధతి; 4. రాడార్ వ్యూహములు; 5. ఉపగ్రహమార్గ అన్వేషణ. ఈ మేసర్ పరికరము యొక్క అభివర్ధిత రూపమే లేసర్.

లేసర్: అతి సూక్ష్మరేడియో తరంగము (20 సెంటి మీటరుల పొడవు) ల యొక్క పౌనఃపున్యమును ఉత్తేజింపబడిన వికిరణము వలన అధికీకరింపగా ఫలించినది మేసర్. కాంతి తరంగమును ఉత్తేజింపబడిన వికిరణము వలన అధికీకరింపగా ఫలించినది లేసర్*.

ఒక యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశపు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు ఇటీవల క్రింది విషయమును పరిశీలించెను: లెస్సగా మెరుగు పెట్టబడిన అద్దముల లేదా తలముల మధ్యను పరమాణువులను ఉత్తేజించుటవలన జనించిన కాంతి తరంగములు ఆ తలముల మధ్య ఇటునటు పరుగులిడుచు తమ కంపన విస్తారమును ఎక్కువ చేసికొనుటయే కాక, ఆ కాంతి వర్ణ పట్టిక యొక్క పౌనఃపున్య అవధులలో సన్నని ఏక జాతీయ పౌనఃపున్యమును ఉత్పాదించును.

రేడియో ప్రసారణ పరికరమునుండి వ్యాపించు వాహక తరంగమువలె గాక, దీపమునుండి ప్రసరించు కాంతి తరంగములు వాటి పౌనఃపున్యములలో అక్రమములను ప్రదర్శించును. అందువలన అవి సందేశ ప్రయోజనములకు ఉపయోగపడవు. ఏలనన, వీటి ఈ క్రమరాహిత్యము కంటికి అగుపడునది కాకపోయినను వాహక తరంగముగ ఉపయోగించిన దానిపై ఆరోపింపబడిన ఇతర సందేశ ప్రవాహములకు అప్రస్తుతమగు సంక్షోభమును తెచ్చిపెట్టును. లేసర్ సాధనమువలన ఉత్పాదించబడు కాంతి తరంగములలో అక్రమత కన్పట్టదు. అనగా, అవి ఏక జాతీయములు. అందువలన ఇట్టి తరంగములు వాహక తరంగములుగ ఆచరించగలవు. అదిగాక, లేసర్ తరంగము సన్నని కిరణ శలాకవలె ప్రసరించును గనుక వీటి ఉత్పాదనకు అగు శక్తి చాల తక్కువ. ఆ కిరణశలాకను ఒక నిర్దిష్ట లక్ష్యము వైపు ప్రసరింప చేయవచ్చును.

లేసర్ కిరణ శలాక మామూలు కాంతివర్ణమాలలోనిది గనుక దాని పౌనఃపున్యము రేడియో వాహక తరంగ పౌనఃపున్యము కంటె అనేక కోట్ల రెట్లు ఎక్కువ.

మూడు ప్రధాన లేసర్ రకములు కలవు: 1. పద్మరాగ లేసర్; 2. వాయులేసర్; 3. అర్ధవిద్యుద్వాహక లేసర్. వీటిలో మూడవది దిగువ వర్ణించబడును. ఇటీవల ఒక సరళ సాధనము కనిపెట్టబడినది. ఈ సాధనమందు గాలియమ్ ఆర్సినైడ్ P - N సంధిని కాంతి తరంగములు మిక్కిలి తరుచుగా పరావర్తించబడునట్లు ఒక ఉచ్చ విద్యుత్తు ప్రవాహము తాకును. ఈ పరికరము ద్రవీభూత నైట్రోజన్‌ను ఉపయోగించి 80°K తాపక్రమములో ఉంచబడును. కార్యకారియగు కాంతి తరంగము పరారుణ కాంతి తరంగ సీమలో ఉండును (ఈ తరంగము యొక్క శక్తి 1.5 ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల తరగతిలో ఉండును).

వినియోగము: లేసర్ ఏకజాతి కాంతి పౌనఃపున్యమునకు తొలి ప్రభవస్థానము అగుటచే ఇది మిక్కిలి వైజ్ఞానిక జనాదరణను గ్రహించినది. ఏకజాతి కాంతి శలాక యొక్క శక్యత అపారమైనది. సందేశ క్షేత్రమునకు వినియోగించినచో ఇదివరకు సాధ్యముకాని వర్ణపట్టికా విస్తారము, సమాచారవాహక సామర్థ్యము లభించినవి.

* LASER = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

లేసర్ యొక్క ముఖ్య లక్షణములు: స్ఫటికము (పద్మరాగము)ను గాని, వాయువును గాని, అర్ధవిద్యుద్వాహకమును గాని కార్యకారి వాహకముగ వినియోగించునది లేసర్. ఇది కాంతి తరంగము ముందు - వెనుకలకు పరావర్తించ గల రెండు మెరుగుపెట్టిన సమాంతర తలములు గల స్తూపాకార సాధనము. కాంతి వాటిని తాకినపుడు దాని వాహకము యొక్క పరమాణువులు కాంతిని విసర్జించుటకు ప్రేరేపించబడును. ఆ కాంతితరంగములు మాధ్యమమందు ఇటునటు పరుగిడునపుడు పరమాణు శరీరములనుండి నూతనముగ శక్తి విడువడును. దీని పర్యవసానముగ ఆ శక్తి విస్తరింపచేయబడును. పరికరము యొక్క ఒక వైపున ఉన్న దర్పణ తలము అర్ధ పారదర్శకముగ చేయబడినచో, ఆ అధికీకృత కాంతి ఒక కిరణశలాక రూపమున బయటకు నిర్గమించును.

స్థూలముగ దీని వినియోగములు మూడు భాగములుగ ఉన్నది: 1. శుద్ధ విజ్ఞాన ప్రయోజనమునకు ఉపయోగించును; 2. ద్రవ్యము యొక్క ప్రవృత్తిని అనుశీలించుటకు ఒక నూతన దృక్పథమును ప్రసాదించినది. యంత్ర భాగముల నిర్మాణమందు: లేసర్ కిరణ శలాక ఇదివరకు సాధ్యము కాని కాంతి తీక్ష్ణతలు వైజ్ఞానికులకు హస్తగత మొనరించినది. వీటిని ఉపయోగించి కోయుట, కన్నము కొట్టుట, అతుకుట మొదలగు వ్యాపారములను ఆ భాగము తాకబడకుండ నిర్వహించవచ్చును; 3. సందేశ నిర్వహణమందు: రాడార్, టెలిఫోన్, టెలివిజన్, సమాచార ప్రాపణము వీటిలో లేసర్ అత్యంత ఉపయోగకరము. వి. వి. ఎల్. రావు.

మైనింగు ఇంజనీరింగు: ప్రాచీనతమ ఇంజనీరింగు శాఖలలో మైనింగు ఇంజనీరింగు శాఖ ఒకటి. సివిలు, మిలటరీ ఇంజనీరింగు శాఖలు ప్రత్యేక శాఖలుగా పరిగణింపబడిన తరువాత అదియును ఒక ప్రత్యేక శాఖ అయ్యెను. గత శతాబ్ది చివరిభాగమున, ప్రస్తుత శతాబ్ది మొదటినుండియు నూతన ప్రాంతములలో ఆర్థికముగా విలువ కల పెక్కు ఖనిజ నిక్షేపములను గుర్తించుటకు, వాటిని సద్వినియోగించుకొనుటకు చాల అవకాశములు లభించినవి. ప్రపంచమున అనేక దేశములలో సమర్థులగు మైనింగు ఇంజనీర్లకు గిరాకీ ఏర్పడినది. గని కార్మికులను తర్ఫీదు చేయుటకు శిక్షణ కేంద్రములు నెలకొల్పబడినవి. అందువలన ఖనిపరిశ్రమ పెక్కుమంది విద్యార్థులను ఆకర్షించినది.

తొలి రోజులలో గనులలో విశేష భాగము వివిక్త ప్రాంతములలో ఉండెడివి. కాబట్టి, మైనింగు ఇంజనీర్లు ఖనిపరిశ్రమ - అనగా ఖనిజ నిక్షేపములను త్రవ్వుట - అను తమ ప్రధాన కర్తవ్యముతోపాటు ఖనిజ అన్వేషణము; రోడ్లు, భవనములు, కట్టడములు నిర్మించుట; గాలి, నీరు, విద్యుత్తు సరఫరాలకు ఏర్పాటు చేయుట; ముడిఖనిజములను విశ్లేషించుట; ఖనిజములను నలగగొట్టుట, నూరుట, సాంద్రీకరించుట వంటి అనేక అదనపు బాధ్యతలను కూడ పైన వేసికొనవలసిన వారైరి. మైనింగు ఇంజనీరుకు ఈ అదనపు విషయముల గూర్చి కూడ కొంత పరిజ్ఞానము ఆవశ్యకమని భావింపబడుచుండెను. ఖనిజమును త్రవ్వుట; దానిని భూగర్భపు గనులనుండి, ఉపరితలపు గోతులనుండి పైకి తీయుట అను రెండు పనులకు మైనింగు ఇంజనీరింగు పరిమితీకరింపబడినది.

ఖనిజ అన్వేషణ - ఖనిజ నిక్షేపముల అంచనా: ఖనిజ నిక్షేపముల అన్వేషణకు 1. భూ శాస్త్రీయ పద్ధతులు; 2. భూ భౌతికపద్ధతులు; 3. భూ రాసాయనిక పద్ధతులు అను మూడు రకముల విభిన్న పద్ధతులు కలవు. భూ శాస్త్రీయ పద్ధతులలో శిలావరణశాస్త్రీయ (లితోలాజకల్), నైర్మాణిక, ఖనిజశాస్త్రీయ, స్తర భూ శాస్త్రీయ సహాయకములు అన్వేషణ పరికరములుగా వినియోగింపబడును. అన్వేషింపబడిన తరువాత ఖనిజ నిక్షేపముల నిల్వలను, అవి రెండు ప్రక్కల ఎంత మేరకు, లోతుగా ఎంతవరకు విస్తరించి ఉన్నవో అంచనా కట్టవలసి ఉండును. పై రెండు దశలు ముగిసిన తరువాతనే మైనింగు ఇంజనీర్లు భూమి ఉపరితలమునుండి గనులవద్దకు సొరంగములు త్రవ్వుట; గనిని త్రవ్వుటకు వీలుగా సిద్ధపరచుట; భూగర్భ ఖని పరిశ్రమ పద్ధతులనుగాని, క్వారీ పరిశ్రమ పద్ధతులనుగాని వినియోగించి ఖనిజమును త్రవ్వి తీయుటకు ఉపక్రమింతురు. ఇందు సివిలు, మెకానికల్, ఎలక్ట్రికల్, శానిటరీ ఇంజనీర్లు కూడ తమ తమ పనులను నిర్వహింపవలసి ఉండును [చూ. ఖనిపరిశ్రమ - పు. 325; భూగర్భ ఖని పరిశ్రమ - పు. 611]. కామేశ్వరరావు.

మోటారు పరిశ్రమ: చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు - పు. 197.

మోటారు సైకిలు: చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు - పు. 197.

మోర్స్‌కోడ్: చూ. టెలిగ్రాఫు - పు. 376.

యంత్ర ఖని త్రవ్వకము: చూ. ఖని పరిశ్రమ - పు. 325.

యంత్ర పరికరములు: నేటి యంత్రయుగమున భారీ స్థాయిలో వస్తువులను ఉత్పత్తి చేయుటకు లేతు మిషను, డ్రిల్లింగుమిషను, బోరింగు మిషను, బ్రోచింగు మిషను, గ్రైండరు, మిల్లింగు మిషను, ప్లేనరు, షేపరు, నిబులింగు

మిషను మొదలగు యంత్రపరికరములు వాడుకలో ఉన్నవి. ఇటీవల స్వతఃశ్చలనము (ఆటోమేషన్) ను ఆధారముగా గొని మరింత శీఘ్రముగా ఉత్పత్తిని సాధించుటకు వీలయిన యంత్రపరికరములు రూపుగొనినవి. మాటవరుసకు మోటారుకారు వంటి సాధనమును తయారుచేయుటకు గాని, టైపురైటరు వంటి సాధనమును సిద్ధపరుచుటకు గాని పై చెప్పిన యంత్రపరికరముల అవసరము కలదు. లేతు వంటి పరికరములను ఉపయోగించి కార్ఖానాలో చాల పనులను సాధించవచ్చును. నేటి ఇనుప కార్ఖానాలో లేతు అత్యంత సాధారణమైన యంత్రపరికరము.

టర్నింగు, ఫేసింగు : దీనికి మరొక పేరు 'చిత్రీపట్టుట' అని చెప్పవచ్చును. లేతును ఉపయోగించి ఈ పనిని సాధింతురు. చిత్రీపట్టవలసిన ఇనుపముక్కనుగాని, మరొక ధాతుముక్కనుగాని లేతునందు బిగించి మోటారు సహాయమున అది అధికవేగముగ భ్రమించునట్లు చేయుదురు. ఒకే మొనగల కోత అంచును కోత పరికరముగా గ్రహించి, ఇనుపముక్కపైకి పోనిత్తురు. అట్లు పోనిచ్చి, ఆ ఇనుపముక్కకు కావలసిన రూపమును తీర్చి దిద్దుటలో పనివాని నైపుణి కనిపించును.

లేతులోని రకములు : హారిజాంటల్ లేతు, వర్టికల్ లేతు. లేతులను మరల ఇంజను లేతనియు, టరెట్ లేతనియు రెండు రకములుగా వింగడింపవచ్చును.

ఇంజను లేతు : ఇంజను లేతు బహుళార్థ సాధకమైన పరికరము. సైజులోను, డిజైనులోను అనేక రకములుగా ఉండి, బెంచిమీద ఉండు చిన్న లేతు మొదలు భారీ స్థలమును ఆక్రమించు పెద్ద లేతు వరకు ఉండును. పని చేయవలసిన ధాతుముక్కను కొసలు సన్నముగా గల మధ్య భాగముల నడుమ ఉంచి అది భ్రమించునట్లు చేయుదురు లేదా చుక్‌నందు ఉంచుదురు. అది భ్రమించునపుడు ఏక మొనగల పనిముట్టును కరిపించి, తిర్యక్ దిశలో గాని, దైర్ఘ్య దిశలో గాని పనిచేయునట్లు చేయుదురు.

టరెట్ లేతు : ఇందు అనేక ముఖములు గల టరెట్‌లు ఉండును. ఇందు అధిక సంఖ్యలో కోత పనిముట్లను బిగించుటకు వీలుగా ఉండును. టరెట్ లేతులు కూడ వర్టికల్ పద్ధతిలోను, హారిజాంటల్ పద్ధతిలోను ఉండును.

ఆటోమాటిక్ స్క్రూ మిషను : ఎక్కువ సంఖ్యలో చిన్న సైజు స్క్రూ, బోల్టు వంటి విడిభాగములను సిద్ధపరచుటకు ఆటోమాటిక్ స్క్రూ మిషనును వాడుక చేయుదురు. ఇదికూడ ఒక విధమైన లేతు పరికరమే. సాధారణముగా ఇది హారిజాంటల్ రకమునకు చెందినది. ఈ ఆటోమాటిక్ స్క్రూ మిషనులలో సింగల్ స్పిండిల్, మల్టిపుల్ స్పిండిల్ రకములు కూడా కలవు. అయిదారు స్థానములు గల టరెట్‌నందు కోతపనిముట్లు ఇండెక్సింగ్ ప్రక్రియ ద్వారా అమర్చి, దైర్ఘ్యముగా భ్రమించు ధాతుముక్క వైపుకు పయనించునట్లు చేయుదురు. టరెట్‌నందు బిగించబడిన కోత పనిముట్లలో డ్రిల్లులు, రీమర్‌లు, గుల్లమిల్లింగు పరికరము, కౌంటర్ బోరింగు పనిముట్లు ఉండును. వీటి సహాయమున ఫేసింగు, డ్రిల్లింగు, రీమింగు, ఫార్మింగు, నర్లింగు వంటి ప్రక్రియలను ఒకేసారి చేపట్టి ముగించవచ్చును. ఇట్లే మల్టిపుల్ స్పిండిల్ పరికరములో పెక్కు టరెట్‌లు ఉండును. వీటిపై పని చేయుటకు సుశిక్షితులైన నైపుణిగలవారు ఉండవలెను.

డ్రిల్లింగు : గుండ్రని కన్నములను కావలసిన ద్రవ్యమునందు తొలుచుట డ్రిల్లింగు అనబడును. ఇందులకై ఉపయోగించు సాధనమును 'డ్రిల్లుప్రెస్' అందురు. కావలసిన వ్యాసమున కన్నములు తొలుచుటకుగాను డ్రిల్లు లేదా ట్విస్ట్ డ్రిల్లు అనబడు కోత మొనను ఉపయోగింతురు. డ్రిల్లు యంత్రపరికరమున బిగించి అది భ్రమించునట్లు చేయుదురు. దిగువన బిగించిన ధాతువుపైకి దానిని పోనిత్తురు. డ్రిల్లు కొన పదునుగా ఉండుటచే అది ధాతువునందు కన్నము చేయును.

బోరింగు : డ్రిల్లులు సాధారణముగా ఒక నిర్ణీత పరిమాణము గల కన్నములను తొలుచుటకు నిర్ణీత సైజులలో ప్రమాణీకరింపబడి ఉండును. రెండు ప్రమాణీకృత సైజుల మధ్య సైజును సాధించవలెనన్న బోరింగు ప్రక్రియద్వారా సాధించవచ్చును. మొదట కావలసిన సైజుకంటె చిన్న సైజులో డ్రిల్లును ఉపయోగించి, డ్రిల్లింగుచేసి కన్నములను తొలుతురు. ఆ కన్నమును కావలసిన సైజుకు పెద్దది చేయుటకుగాను బోరింగు పరికరమును ఉపయోగించి సాధింతురు. సాధారణముగా ఈ పనిని సాధించుటకు బోరింగు యంత్రపరికరమునే ఉపయోగింతురు లేదా సైజునుబట్టి లేతునందుకూడా ఈ పనిని సాధించవచ్చును.

రీమింగు : డ్రిల్లింగు చేయునపుడు కన్నమును తొలిచి, అందలి పదార్థమును తీసివేయుటయేగాని తొలిచిన కన్నమునకు నైగనిగ్యము సాధించుట కుదరదు. కొన్ని అవసరములకు కన్నము నున్నగా ఉండి, కచ్చితముగా ఒకే పరిమాణమున ఉండవలెను. అట్లు లేనిచో రోటేటింగు షాఫ్ట్‌లోని బేరింగు వంటి సాధనము సరిగా పనిచేయదు. బేరింగులు సరిగా పనిచేయవలెనన్న అందలి రంధ్రములు నున్నగా పట్టి ఉండవలెను. షాఫ్ట్ స్థిరగతిలో చక్కగా ఒడుదొడుకులేకుండా తిరగవలెనన్న అది కచ్చితమైన సైజులో ఉండి, నున్నగా చేయబడి ఉండవలెను. రంధ్రము

నందు ఈ పనిని సాధించుటకు రీమింగు ప్రక్రియను ఉపయోగింతురు. చివరకు కావలసిన సైజుకంటె చిన్న సైజులో కన్నమును డ్రిల్లింగు ద్వారాగాని, బోరింగు ద్వారాగాని సాధించి, కడసారిగా రీమర్‌ను ఉపయోగించి నునుపు చేయుదురు. రీమర్ కూడ డ్రిల్లు ఆకారములోనే ఉండును. అయితే, దీని పొడవున కోత మొనలు చాల ఉండును.

షేపింగు : దీనికి మరొక పేరు చిత్రీపట్టుట. ఈ పనిని సాధించవలెనన్న లేతు కావలెను. చిత్రీపట్టవలసిన దానిని లేతునందు బిగించి, దానిపైన ముందుకు - వెనుకకు జరుగు పరికరము ఉండును. మోటారు సహాయమున అది ముందుకు - వెనుకకు జరిగినపుడు చిత్రికపట్టి చదును తలమును సాధింతురు.

ప్లేనింగు : ఇదికూడా షేపింగువలెనే చిత్రిక పట్టుటయే. అయితే, ఇందు కోత పనిముట్టును బిగించి, చిత్రిక పట్ట వలసిన దానిని అటూ, ఇటూ ఆడునట్లు చేయుదురు. కోతపనిముట్టు మెల్ల మెల్లగా ప్రక్కకు జరుగుటవలన ధాతు తలము కావలసినంతవరకు చిత్రిక చేయబడును.

మిల్లింగు : అనేక మొనలు గల పనిముట్టును 'మిల్లింగు కట్టర్' అందురు. దీనిని మిల్లింగు మిషనులో బిగించి భ్రమించునట్లు చేయుదురు. మిల్లింగు చేయవలసిన దానిని భ్రమించుచున్న మిల్లింగు కట్టర్ వైపుకు పోనిచ్చినపుడు అది మిల్లింగు చేయబడును. ఈ పని చేయునపుడు వ్యర్థ పదార్థము బైటికి నెట్టబడును. అనేక రకములైన పనులకు మిల్లింగు మిషనును ఉపయోగింతురు. లేతునుగాని, షేపరును గాని ఉపయోగించి ఒకే మొనగల పనిముట్టుతో సాధించిన దానికన్నా, మిల్లింగు మిషనును ఉపయోగించి చక్కని, నున్నని చదునుతలమును సాధించవచ్చును. కచ్చితమైన నిమ్నోన్నతములను కూడ సాధించవచ్చును. డై సింకర్ అనబడు ప్రత్యేకమైన మిల్లింగు మిషనును ఉపయోగించి ఈ పనిని సాధించవచ్చును.

గ్రయిండింగు : అపఘర్షక పదార్థమును పూసిన చక్రమును అత్యధిక వేగమున భ్రమింపజేసి, దానిపైకి కావలసిన ధాతుతలమును పోనిచ్చి, తీసివేయవలసిన దానిని తీసివేయుదురు. అయితే, తీసివేసిన పదార్థము అత్యల్పము. అయితే, కచ్చితమైన కావలసిన పరిమాణములను సాధించుటకు గ్రయిండింగునే ఉపయోగింతురు.

జిగ్‌లు, ఫిక్చరులు, డైలు: డ్రిల్లింగు, మిల్లింగు, రీమింగు, బోరింగు వంటి ప్రక్రియలను ఆ యా యంత్రపరికరములందు సాధించుటకు-కచ్చితమైన స్థాన నిర్దేశమునకు-జిగ్‌లు అవసరము. వాస్తవమునకు కోతపరికరములకు మార్గదర్శకత్వము వహించినవి జిగ్‌లే. ఇక ఫిక్చర్‌లు అనబనుబడునవి వెల్డింగు, మెషీనింగు వంటి ప్రక్రియలకు వస్తువును సిద్ధపరచుటకు ఉపయోగించును. 'డై'లు ప్రెస్ పరికరములో బిగించుటకు వీలుగా సిద్ధపరుపబడిన పని ముట్టు. పంచింగు, ఫార్మింగు ప్రక్రియలలో 'డై'లు అత్యవసరము. ఉక్కుతో సాధారణముగా జిగ్‌లు, ఫిక్చర్‌లు నిర్మింపబడును. అరుగుదల ఎక్కువగా ఉండు చోట దృఢీకరించబడిన ఉక్కును పొందుపరతురు. తేలిక ప్రధానమైనపుడు అల్యూమినియము, మగ్నీషియమ్ వంటి ధాతువులు జిగ్‌లు, ఫిక్చర్‌లకు ఉపయోగించబడుతున్నవి.

కోత ద్రవము (కట్టింగ్ ఫ్లూయిడ్) : ధాతువును చిత్రీపట్టుట వంటి పనులకు గురిచేయవలసి వచ్చినపుడు ఏదో ఒకవిధమైన కోత ద్రవమును వాడుకచేయవలసి ఉన్నది. సాధారణముగా చిత్రీకి గురిచేసిన ధాతువులందు ఘర్షణ, వికృతి వంటి అస్తవ్యస్తతములు ఫలించుట కద్దు. పనిచేయునపుడు ఫలించు అధికాధిక తాపక్రమము పని ముట్టును అరగిపోవునట్లు చేయుటయే గాక, అది ఒకొక్కక్కప్పుడు చెడిపోవుట కూడ తటస్థించును. పైగా ధాతువునందు వ్యాకోచము పొడసూపుట, తత్ఫలితముగా నైశిత్యము కోల్పోవుట కూడ పరిపాటి. వేడెక్కిన ధాతువును చల్లబరుచు కోత ద్రవములను ప్రయోగించినచో పై అరిష్టములు అన్నియు పరిహరింపబడుటయేగాక పని సుకరముగా జరుగును. కొన్ని పరిస్థితులలో కోత ద్రవము వాడుటవలన ధాతుతలము నునుపెక్కుట కూడ సాధ్యమగుచున్నది. కోతద్రవము వాడకమువలన యంత్ర పరికరమునకు అది కందెనగా కూడ ఉపయోగపడుచున్నది. అదియునుగాక, యంత్రపరికరము తురణమునకు గురి కాకుండా కాపాడబడుచున్నది. కోత పని ముట్టును కలిపి మిషను భ్రమించునట్లు చేయునపుడు ఫలించు ధాతు శలాకలు, కణజాలము పనిముట్టుకు, యంత్రపరికరమునకు అడ్డము రాకుండా కోత ద్రవము ఎప్పటికప్పుడు ప్రక్షాళనము చేయుచుండును. సాధారణముగా వాడుకలో ఉన్న కోత ద్రవములు రెండు రకములు : 1. నీటితో కలిసిన ద్రవము ; 2. చమురుతో కలిసినది. చల్లబరుచుటయే ప్రధానమైనపుడు నీటితో కలిసిన చమురు ఎమల్షనును ఉపయోగింతురు. కోత ద్రవము చల్లబరచుటతోబాటు కందెన ద్రవ్యముగా ఉపయోగించబడుటకే ఖనిజ తైల ద్రవమును వాడుకచేయుదురు. ఏ. ఎన్. ఆర్.

యురేనియమ్, తోరియమ్ : చూ. సం. 2. పు. 388 ; 553.

యూనిట్లు : చూ. తులామానములు - పు. 431 ; సిస్టమ్ ఇంటర్నేషనల్ యూనిట్లు.

యూరియా : చూ. ఎరువులు - పు. 268.

రత్నములు : అలంకార వస్తువులుగ అనుకూలపడు కొన్ని ఖనిజములపై మానవునకు అనాదిగా అభిలాష కలదు. చరిత్ర పూర్వయుగ ప్రసిద్ధి కల స్థలముల వద్ద జరుపబడిన త్రవ్వకములలో విభిన్న రూపములు కల చిన్న చిన్న ఖనిజములు బయటపడినవి. అవి ఆనాటి మానవులు అలంకార వస్తువులుగా వినియోగించుకొనినవి కావచ్చును. **అలంకారములకు ఉపయోగపడు ఖనిజములు 'రత్నములు'** అని వ్యవహరింపబడును.

ప్రాథమిక గుణములు : రత్నములకు కాంతి, మన్నిక, అపూర్వత ప్రాథమిక గుణములు. అవి నాజూకుగను, తేలికగా ధరింప వీలుగను కూడ ఉండవలెను. అయితే, వజ్రము వినా ఇతర రత్నములకు పై గుణములన్నియు ఉండుట అరుదు. వజ్రము [చూ.] నకు మాత్రము అవి అన్నియు ప్రస్ఫుటముగ ఉండును.

ఖనిజములే కాక, కొన్ని సేంద్రియద్రవ్యములను కూడ రత్నములుగ ఆచరింపవచ్చును. కొన్ని సముద్ర జంతువుల స్రావము ఒక కేంద్రము చుట్టు ఘనీభవించుటవలన ఏర్పడు ముత్యము కూడ రత్నముగనే పరిగణింపబడుచున్నది.

రత్నములను గుర్తించు తీరులు : సాధారణముగ ఖనిజములను గుర్తించుటకు ఉపయోగించు పద్ధతులను అనుసరించియే రత్నములను గుర్తింపవచ్చును. రత్నములుగ ఉపకరించు ఖనిజములు సర్వసాధారణముగ చక్కగ రూపొందిన స్ఫటికముల మాదిరిగ ఉండును. కోతకోయని రత్నములను వాటి స్ఫటికాకృతులను బట్టి, వాటి కాఠిన్యములను బట్టి గుర్తింపవచ్చును. కోసినవాటిని విశిష్ట గురుత్వము, వక్రీభవన సూచిక, ద్వివర్ణత (రెండు విభిన్న దిశలనుండి చూచునపుడు రెండు రంగులను ప్రదర్శించుట) అను గుణముల సాయమున గుర్తింపవచ్చును.

కోయుట, మెరుగు పెట్టుట : ప్రకృతిలో దొరకు రత్నములు * తరుచుగా నీట అణగి ఉండును లేదా నలిగి చితికిన అంచులతో, రంపపు పళ్ళవంటి పలకలతో ఉండును లేదా గోళాకారపు గులకరాళ్ళవలె ఉండును. అట్టి వాటిలో తరచుగా ఆకర్షణ లోపించును; సామాన్య మానవుడు వాటి విలువను గ్రహించ సమర్థుడు కాడు. కోసి మెరుగుపెట్టిన తరువాతనే అవి ప్రకాశించుచు అందగించును. సహజముగనే సొగసైన రత్నములను కూడ వివేకవంతముగ కోసి, మెరుగు పెట్టినచో అవి మరింత భాసించును. ఖనిజములో సామాన్యముగ చిన్న భాగము మాత్రమే చక్కని రంగుతో పారదర్శకమై నిర్దుష్టమైన రత్నముగ పనికివచ్చును. పలకలను కోయుటతోపాటు రత్నమునకు ఆకారసౌష్టవము కూడ ఉండునట్లు చేసినచో అది కంటికి ఇంపుగ కూడ కనిపించును.

కృత్రిమ రత్నములు : సిలికాను ప్రస్థాన ద్రవ్యముగ చేసికొని, వివిధ సంఘట్టనములు కల రంగు గాజుతో అనేక రంగులు కల కృత్రిమ (నకిలీ) రత్నములను (చేత రాళ్ళను) తయారుచేయవచ్చును. ఈ రత్నములకు సహజ రత్నములకు గల కాఠిన్యము లోపించును; పైగా వాటిలో సూక్ష్మాతిసూక్ష్మములైన గుండ్రని గాలిబుడగలు కూడ గోచరించును. ఈ రెండు లోపములను బట్టి కృత్రిమ రత్నములను పోలిక పట్టవచ్చును.

సంయోజిత రత్నములు : రత్నములలో అనేకములు చాల విలువ కలవి. కాబట్టి, వాటి అనుభవము ఆర్థిక స్తోమతు కల కొద్దిమందికి పరిమితమై ఉండును. అందువలన సామాన్య ఆదాయము కల ప్రజల అభిలాషను తీర్చుటకు పరిశోధనాగారములలో సంయోజింపబడిన పెక్కు రకముల రత్నములు విరివిగా అమ్మకమునకు వచ్చుచున్నవి. వీటికి 'సంయోజిత రత్నములు' అని పేరు. ఇవి సహజ రత్నములకు దాదాపు అన్ని విధముల చాలవరకు సన్నిహితముగ ఉండును. వాటిలోని ఘటకములగు మూలద్రవ్యములు రాసాయనిక ప్రక్రియల ద్వారా సంయోగింపబడును. ఉదా : సహజసిద్ధమైన కెంపువలెనే సంయోజితము కూడ అల్యూమినియము ఆక్సైడ్‌తో సంఘటితమై ఉండును; రెండిటి భౌతిక ధర్మములు కూడ ఒకే మాదిరిగ ఉండును. అయితే, సంయోజిత రత్నములలో వర్ణవ్యాపనములోని హెచ్చు తగ్గులు, గాలిబుడగల ఉనికి, అంతర్గతమైన పగుళ్ళు, విస్పష్టవిన్యాసము కొరవడుట వంటి కొన్ని లోపములు స్వాభావికములై ఉండును. ఈ లోపములను బట్టి వాటిని ప్రాకృతిక రత్నములనుండి గుర్తింపవచ్చును. సంయోజిత రత్నములు ఉన్నత ధరలకు అమ్ముడు పోజాలవు. అయితే, అవి బజారులో ప్రాకృతిక రత్నముల ధరలు పడిపోవుటకు ఉపకరింప గలవు.

ఉత్పత్తి, ఉనికి : సేంద్రియ ద్రవ్యములనుండి ఏర్పడిన కొద్ది రత్నములు మినహా మిగిలిన రత్నములు అన్నియు ఖనిజములు అని చెప్పితిమి కదా! అవి ప్రకృతిలో తరుచుగ ఏవో శిలలతో సమ్మిళితములై ఉండును. కొన్ని రత్నములు మాగ్మా అనబడు తప్తశిలా ద్రవ్యము

* Diamond = వజ్రము ; Ruby = కెంపు (పద్మరాగము); Sapphire = నీలము ; Garnet = గోమేధికము ; Beryl = గరుడ పచ్చ ; Topaz = పుష్పరాగము ; Tourmaline = తోరమల్లి ; Emerald = పచ్చ (మరకతము).

నుండి నేరుగా స్ఫటికీకరించును; మరికొన్ని రత్నములు భూపృష్ఠములోని కొన్ని మూలద్రవ్యములు కరగి సంయోగించుటవలన తయారగును; మట్టి పదార్థము వేడిమికి, ఒత్తిడికి గురియగుటవలన కొన్ని రత్నములు రూపొందును.

రత్నములు ప్రకృతిలో స్ఫటికగుచ్ఛముల రూపమున దొరకును. అవి అప్పుడప్పుడు చక్కని స్ఫటికరూపము లలో ఉండినను, చాల తరుచుగా ఆ స్ఫటికములు నియతాకృతులలో ఉండవు. నీరు, గాలి మున్నగు ప్రకృతి శక్తుల మూలమున కొన్ని జనకశిలలనుండి దూరప్రాంతములకు తొలగింపబడి, అచట పంకములలో నిక్షేపింపబడి ఉండును. అవి వాటి జనకశిలలతో గనుక అతి సన్నిహితముగ సమ్మిళితములై ఉన్నచో, వాటి మొదటి రూపమును భంగపరచకుండ వాటిని ఆ శిలలనుండి వేరుపరచుట కష్టసాధ్యము.

రత్నముల, స్వామిరత్నముల రూపమున లభించు ఖనిజములలో ప్రధానములైనవి: 1. వజ్రము; 2. కెంపు, నీలము; 3. స్పినెల్; 4. గార్నెట్ (గోమేధికము); 5. బెరిల్ (గరుడపచ్చ); 6. టోపజ్; 7. టూర్మలీన్; 8. జిర్కాన్; 9. జేడ్; 10. పలు రకముల క్వార్ట్జ్.

పూర్వము రత్నములను తూకము వేయుటకు వివిధ దేశములు వివిధ ప్రమాణములను అనుసరించుచుండెడివి. యూనిట్‌గ గ్రహింపబడిన కేరట్ బరువు దేశదేశమునకు మారుచుండెడిది. దానివలన చాల తికమకలు కలుగుచుండెడిది. ప్రస్తుతము 200 మిల్లిగ్రాములు తూకము కల దశాంశ కేరెట్ అంతర్జాతీయముగ ప్రమాణమైన యూనిట్‌గ అనుసరింపబడుచున్నది.

ప్రపంచపు మొత్తము రత్నములలో విలువను బట్టి $\frac{7}{9}$ వంతులు ఆఫ్రికాలో ఉత్పత్తి అగుచున్నవి. చెప్పుకోదగిన పరిమాణములలో రత్నోత్పత్తి చేయు ఇతర దేశములు బ్రెజిల్, సయామ్, బర్మా, సిలోన్, సోవియట్ రష్యా, జర్మనీ, బ్రిటిష్‌గయానా, కొలంబియా, ఆస్ట్రేలియా.

భారతదేశము - రత్నోత్పత్తి: భారతదేశమున అతి ప్రాచీనకాలమునుండి రత్నములు వాడుకలో ఉన్నవి. పూర్వము భారతదేశము రత్నోత్పత్తికి పెట్టిన పేరు. భువన ప్రసిద్ధములైన వజ్రములు ఇక్కడనే లభించినవి. అయితే, ప్రస్తుతము ఉత్పత్తి క్షీణించి, దేశము వాటిని దిగుమతి చేసికొనుచున్నది. కాశ్మీరము నీలములకు ప్రసిద్ధికెక్కినది. మధ్యప్రదేశ్, ఆంధ్రప్రదేశ్ వజ్రముల ఉత్పత్తికి పుట్టినిండ్లు [చూ. కురువిందము - పు. 297; వజ్రము].

నాథన్.

రబ్బరు పరిశ్రమ : హైతేలోని ఆదిమ నివాసులు చెట్టుపాలనుండి తయారు చేసిన బంతులతో ఆడుచుండుట కొలంబస్ కనుగొనెను. 1615 లో మెక్సికోలోని స్పెయిన్ సైనికులు తమ దుస్తులు వర్షములో తడిసిపోకుండ రబ్బరు పూత పూయుచుండిరి. అప్పటినుండి నేటి రబ్బరు పరిశ్రమ రూపొందుటకు 200 ఏండ్లకు పైగా పట్టెను. అప్పటికిగాని రబ్బరును ఎండలో కరగించి చెడిపోకుండ తయారుచేయుట సాధ్యము కాలేదు.

చెట్ల పాలనుండి రసాయన ప్రక్రియల ద్వారా తయారగు వస్తువే రబ్బరు. 1736 లో రబ్బరు యూరప్‌న ప్రవేశించెను. ఫ్రెంచిశాస్త్ర పరిషత్తు యాజమాన్యమున పెరూదేశమునకు పంపబడిన శాస్త్రజ్ఞుల దళములోని వాడగు చార్లెస్ డి లా కొండమీన్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు పెరూనుండి క్విటోవరకును అమెజాన్ నదీ మార్గమును వర్ణించెను. దారిలో తనకు దొరికిన రబ్బరు నమూనాలను, వస్త్రములపై రబ్బరు పూత పూసెడు పద్ధతిని వర్ణించుచు పారిస్ పంపెను. మట్టి అచ్చులపై రబ్బరు పాలను పూసి ప్రతి పూతకు పొగపారించి ఎండబెట్టుట కొండమీన్ వివరించెను.

పెన్సిల్ వ్రాతలను తుడుచుటకు మాత్రము రబ్బరును 1791 వరకు ఉపయోగించుచుండిరి. రబ్బరును కరగించుటకు కోల్తార్‌నుండి లభ్యమగు నాఫ్తా మంచి ద్రావణమని తెలిసిన తరువాత వస్తువులపై స్థిరమగు రబ్బరు పూత సాధ్యమయ్యెను. మారల్‌బరో నివాసి అగు థామస్ హాంకాక్ మిక్కిలి వ్యయ ప్రయాసలకోర్చి రబ్బరును తయారుచేయు పద్ధతిని కనుగొనెను. 'నారేటివ్' అను పుస్తకములో అతడు దీనిని వర్ణించిన విధానములు ప్రతిభాన్వితములు. ఈ విధముగ రబ్బరు మిశ్రమ ప్రక్రియలకు అతడు పునాది వేసెను.

ఎడింబరో నివాసి అగు చార్లెస్ మేకింటోష్ 1823 లో రబ్బరు పూతపూసిన వర్షపుకోటులను తయారుచేయు పద్ధతిని పేటెంటు చేసెను. పండ్ల చక్రముతో మర్దించిన రబ్బరును నాఫ్తాలో ఎక్కువగ కరగించవచ్చునని హాంకాక్ చెప్పెను. 300 సంవత్సరములుగా యూరప్‌లో ఆచరణలో ఉన్నను రబ్బరు పరిశ్రమ చెప్పదగినంత వృద్ధి పొంద లేదు. ఈ అభివృద్ధి చార్లెస్ గుడ్ ఇయర్ అను అతని కృషివలన జరిగెను. గుడ్ ఇయర్ తండ్రి ఇనుపవర్తకుడు; యంత్ర నిర్మాణమందు పని కలిగి ఉండెడివాడు. రబ్బరు దుస్తులు, రబ్బరు టోపి, రబ్బరు చేతికర్ర, పైసా లేని రబ్బరు పర్సు కలవాడని గుడ్ ఇయర్‌ను నాటి ప్రజలు వ్యంగ్యముగ హేళన చేసెడివారు. నాథేనియల్ హేవర్డు సూచనను

అనుసరించి ఒక చలువరాతి పలక, అప్పడముల కఱ్ఱ ఈ రెంటితో రబ్బరును అనేక ద్రవ్యములతో కలిపినప్పుడు గట్టిపడునా అని అతడు పరీక్షించుచుండెను. నాటికే నాదేనియల్ హావర్డు రబ్బరును గంధకముతో కలిపి వండినపుడు తోలువంటి పదార్థము లభించుననియు, అది పెన్సిల్ వ్రాతను పోగొట్టుననియు కనుగొనెను. 1893 నరికి గుడ్ఇయర్ తన దారిద్ర్యము, ఋణబాధ, కారాగార వాసము మొదలగు కష్టములు తీరునట్లు వల్కనైజేషన్ ప్రక్రియను కనుగొనెను. ఇది తేమలేని పరిస్థితులలో సీసపు లవణములతోను, గంధకముతోను రబ్బరును కాచు పద్ధతి. 1846 లో పార్కెస్ అను నతడు మెల్లగా రబ్బరును మార్చు పద్ధతిని కనుగొనెను. దీనికి 'స్లో క్యూరింగ్ (తాపీగా మారుట) విధానము' అని పేరు, పార్కెస్ కృషి ఫలితముగా 1936 - 1940 మధ్య పది లక్షల టన్నుల వరకు ప్రపంచ పరిశ్రమలో రబ్బరును ఉపయోగించిరి. నేడు తృప్తికరమగు రబ్బరులో నూరింట 90% మోటారు టైర్లకు వాడబడుచున్నది. 40 ఏండ్ల క్రితము ఇది 75% మాత్రమే.

గాలి నింపిన టైరును మొట్టమొదట 1845 లో థామ్సన్ నిర్మించెను. ఇట్టి టైరునే డన్లప్ అను పశువైద్యుడు నిర్మించుట సాధ్యమని చెప్పెను. విక్టోరియా రాణి కాలమున ఎచ్. విక్‌హామ్ 1873 లో రబ్బరు చెట్టును బ్రెజిల్ నుండి బ్రిటనుకు తెచ్చెను. క్లెమెంట్ మార్కహామ్ అనునతడు తొలిసారి రెండువేల రబ్బరు విత్తులను లండనుకు తేగా ఆరు మాత్రము మొలకలెత్తెను. వాటిని కలకత్తా లోని ప్రభుత్వ ఉద్యానవనమునకు పంపిరి. విక్‌హామ్ రెండవ సారి 70 వేల విత్తులను అరటాకులలో చుట్టి రహస్యముగ లండనుకు తెచ్చెను. 1876 వ సంవత్సరము జూన్ 14 వ తేదీన అవి సిలోన్ చేరినవి. ఈ చెట్లనుండి రబ్బరును తీయుటచే రబ్బరు చెట్టుకు 'రోదన ద్రుమము' అని పేరు పెట్టిరి. రబ్బరుకు 'కౌంట్ షూక్' అను పేరు ఫ్రెంచి, జర్మన్ భాషలలో కలదు. సాలీనా ఉత్పత్తి అగు కోటి టన్నుల సహజమగు రబ్బరులోను 77% టైర్ల పరిశ్రమకు, 10% యంత్రపరిశ్రమకు, 7% పాదరక్షల తయారీకి, 6% ఇతరమైన వివిధ పరిశ్రమలోను ఉపయోగించుచున్నారు.

రబ్బరు తయారీ: తోటలనుండి కార్ఖానాకు వచ్చు ముడి రబ్బరు [చూ. సం. 8 - పు. 643] లేతరంగు గల పరిశుభ్రమైన కట్టలు రూపమున ఉండును. బలమైన కత్తులతో వీటిని ముక్కలుగా తెగనరికి పండ్ల చక్రములలో ముద్దగా నూరుదురు. ఈ యంత్రములకు 'నమలుడు (మాస్టికేటింగు) యంత్రములు' అని పేరు. వీటిలో పండ్ల రోలరులు రెండు ఉండును. ఒకదాని కొకటి తగులుకొనునట్లు కలిసి ఉండును. నీటి ఆవిరి గాని, చల్లని నీరు గాని ప్రసరింపజేసి తగు తాపక్రమములో ఈ యంత్రమును ఉంచవచ్చును. వీటిపైనను, ప్రక్కలను ధాతు పలకలను బిగించుటవలన రబ్బరు ముక్కలు ఎగిరిపోవు. ఈ విధముగ తయారైన రబ్బరు ముద్దను మిశ్రణ యంత్రములో చేర్చి, కావలసిన ఉత్తేజక ద్రవ్యములు, మెత్తదనమును ఇచ్చు వస్తువులు, ఆక్సిజన్ నిరోధకములు, రంగులు, పూరకములు మొదలగునవి కలిపెదరు.

ఉత్తేజక ద్రవ్యములు: గంధకముతో కలిపి ఉడికించి రబ్బరు తయారగు కాలమును తగ్గించు ద్రవ్యములకు 'ఉత్తేజక ద్రవ్యములు' అని పేరు. ఇందులో కొన్నిటికి కాలపరిమితిని తగ్గించుటయే గాక, అరుగుదల తగ్గించు గుణము కూడ కలదు. వీటికి ఆక్సిలరేటర్లు అని పేరు. ఆక్సిలరేటర్లను మితముగా ఉపయోగించవలెను. అవి రబ్బరు, గంధకముల సంయోగమును బలిష్ఠము చేయును. హెక్సామెతిలీన్ టెట్రా ఎమీన్, డై ఫినిల్ గ్వానిడీన్ అను ఆక్సిలరేటర్లు ఇందుకు ఉదాహరణములు.

రబ్బరును మామూలు తాపక్రమము వద్ద వల్కనైజ్ చేయుటకు శక్తిమంతములైన ద్రవ్యములు కలవు. తయోకార్బొనిలైడ్ ఇందుకు మేలైన వల్కనైజింగు ద్రవ్యము అనవచ్చును. ఇదిగాక, రబ్బరు మారక, ఎక్కువ కాలము మన్నుటకు కొన్ని వస్తువులు ఉపయోగించును. రబ్బరులో ఉండు చెత్తను కడగివేసి, మెత్తని జిగురుమట్టివలె ఉండు వరకు మర్దించి పిమ్మట వల్కనైజింగు జరుపవలెను. ఇదేగాక, జిగురుమట్టి, సుద్ద, బెరైటీస్, కాటుకమసి, జింకు ఆక్సైడ్ మొదలయిన పూరక ద్రవ్యములు కూడ చేర్చవలెను. మెత్తని మసి వంటి ద్రవ్యములు అరుగుదలను తగ్గించును. ఒకటన్ను రబ్బరుకు 209 కి. గ్రా. (460 పౌనులు) వరకు కాటుకమసిని వాడుదురు. శుద్ధమైన సుద్దపొడి, బేరియమ్ సల్ఫేట్‌లను వన్నె పెంపొందించుటకును, బలమును ఇచ్చుటకును వాడెదరు. వల్కనైజేషన్‌కు గంధకము మిక్కిలి ముఖ్యము. ఇది చేర్చుటవలన రబ్బరుకు వేడిమిని నిగ్రహించు శక్తి కలుగును. సెల్లాము అను ద్రవ్యమును, టెలురియమ్ అను మూలద్రవ్యమును గంధకమునకు బదులుగా వాడవచ్చును. ఇది గంధకము తక్కువైనప్పుడు వల్కనైజింగుకు ఉపయోగించును. ఆల్‌టాక్సు, మెతిల్ జైనేట్ మొదలైన వాటిని మేలు రకపు రబ్బరు వస్తువుల తయారీకి ఉపయోగింతురు. అప్పుడప్పుడు కలిపెడు రసాయన ద్రవ్యములను సంఖ్యలచే తెలుపుట

సామాన్యము. గంధకము '1035' అనియు, క్రేపు రబ్బరును '54' అనియు పేర్కొనుచున్నారు. రబ్బరుకు మెత్తదనమును ఇచ్చు ద్రవ్యము చౌకగా ఉండెడిదియు, హాని చేయనదియు, వల్కనైజింగు చేసిన తరువాత దుర్వాసన కలిగించనిదియు అయి ఉండవలెను. ఇట్టి వానిలో స్టీరిక్ ఆసిడ్ ముఖ్యమైనది. ఒడుదొడుకులు లేకుండ ఉత్తేజక ద్రవ్యముగ ఇది పనిచేయును.

ఇట్లు మెత్తగా నూరిన రబ్బరు ముద్దను క్యాలెండరు యంత్రముల గుండా పోనిచ్చెదరు. దీనిలో దగ్గరదగ్గరగా, ఎదురెదురుగా తిరుగు ధాతు రోలరుల మధ్య ఈ రబ్బరు ముద్ద సాగి, 2 మీ. (6′) వెడల్పు గలిగి, మిక్కిలి పొడవైన రబ్బరు పొరలు ఏర్పడును. ఈ పొరల దళసరి 1/60000 అంగుళము * ఉండును. ఇట్టి పొరలు అనేకము చేర్చి ఒత్తుటలో తగిన దళసరి గల రబ్బరు అచ్చులు తయారగును. ఈ అచ్చులకు కావలసిన రబ్బరు వస్తువుల పోలికలు ఉండుటయే కాక, రెండు భాగములు ఉండి, క్రిందిభాగము పై భాగములో అతుకునట్లు ఉండును. వీనిని తరచు అల్యూమినియముతో తయారు చేసెదరు. వీనిని సుమారు 309°F—320° F తాపక్రమము వద్ద ఒత్తిడిచేసి, ఒత్తిడిని తగ్గించి అంచులను కత్తిరింతురు. వీనికి రబ్బరు సిమెంటును పూసి నీటి ఆవిరిలో వేడిచేయుదురు.

పాత రబ్బరునుండి రబ్బరును సాధించుట : వస్తువుల తయారీలో రద్దగు రబ్బరును తిరిగి మిశ్రమున చేర్చవచ్చును. పాడైన రబ్బరు వస్తువులను చిన్నచిన్న ముక్కలుగా కత్తిరించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో గాని, క్షారముతోగాని కలిపి ఆటోక్లేవ్‌లో ఉడకబెట్టుదురు. దీనివలన రబ్బరులో కలుపబడిన గంధకము, బొగ్గుపొడి, సుద్ద, బెరైటీస్, జింకు ఆక్సైడ్ మొదలగు పూరక ద్రవ్యముల నుండి రబ్బరు విడదీయబడును. ఇట్లు తయారైన రబ్బరును 'పునస్సాధిత (రిక్లెయిమ్డ్) రబ్బరు' అందురు. ఈ రబ్బరును మంచి రబ్బరుతో కలిపి వస్తువుల తయారీలో ఉపయోగించవచ్చును.

ఉపయోగములు : సహజముగ ఉండు కొన్ని గుణముల వలన అనేక పరిశ్రమలలో రబ్బరు ఉపయోగింపబడుచున్నది. దీనికి కల గుణములలో ముఖ్యమైనవి - నీటిని పీల్చకుండుట, ఎక్కువ వోల్టేజి గల విద్యుత్తును నిగ్రహించుట, దెబ్బనాపుట, మన్నిక, సూక్ష్మక్రిములను నశింపజేయుట మొదలగునవి. ఈ కారణమున శస్త్రవైద్యమున ఉపయోగించెడి చేతి తొడుగులు, పిచకారీ గొట్టములు, మెకిన్ టోషులు, మందును అంటించు పట్టీలు, పలాస్త్రీ మొదలగువాని తయారీలకు రబ్బరును వాడుచున్నారు. రబ్బరు పాలనుండి గట్టి రబ్బరు వస్తువులను చేయుట నిపుణులైన కార్మికుల కృషి, మిక్కిలి కౌశలముతో రాసాయనిక ద్రవ్యములను కలుపుట, నీటి ఆవిరి ఉపయోగము, జటిలములైన భారీయంత్రముల ఉపయోగము మొదలగు విషయములపై ఆధారపడి ఉండును. రబ్బరు పాలు పాడవకుండ కార్ఖానాకు అందించుట సాధ్యమైనది. ఇట్టి సౌకర్యము లభించుట వలన వస్త్రములు, కాగితములు, అట్టలు, చెప్పులు, పట్టీలు మొదలగు పరిశ్రమలలో రబ్బరు యొక్క ఉపయోగము హెచ్చయినది. విద్యుత్తును సరఫరా చేసెడి తీగెలు, కేబిల్స్ (నీటిలో తంతివార్తలను అందజేయు తీగెలు) మొదలైన వాటికి పూతపూయుటకు కూడ రబ్బరును వాడెదరు. ఇంతేగాక, స్పాంజిపరుపులు, గాలిదిండ్లు మొదలగు వాటిని తయారుచేయుటకు గాలితో నురగవచ్చునట్లు రబ్బరును చిలికి తయారుచేయుదురు; చిక్కటి రబ్బరు పాలను బెజ్జములనుండి ఒత్తిడితో ఒక ద్రవము లోనికి పంపినపుడు $\frac{1}{500}$ అంగుళము వ్యాసము గల దారములుగ మారును. దీని చుట్టును పట్టునుగాని, రయాను దారమునుగాని చుట్టి సాగెడి గుడ్డలను తయారుచేయుచున్నారు. రబ్బరు క్రొత్త ఉపయోగములలో చెప్పదగినవి మరికొన్ని గలవు. రబ్బరు అచ్చులు బిస్కట్లపై గుర్తులు వేయుటకు వాడెదరు. వడ్లమరలలో బియ్యమును మెరుగు పెట్టుటకు రబ్బరు ఎమరీలను వాడెదరు.

ముద్రణాలయములలో కంబళీపై 1/2000 అంగుళము దళసరిలో రబ్బరుపూత పూసినప్పుడు అవి సాగకుండ అచ్చొత్తుట సాధ్యమగును. దీనిని కాగితమునకు అంటించినప్పుడు తేలికగా ఒకదాని కొకటి అంటుటచే స్వచ్ఛముగా మరకలు లేకుండ అచ్చుపడును.

కారుటైరులు తయారీలో కూడ గాలితో నింపిన టైరులు కనుగొనుటయే కాక ఎక్కువ కాలము మన్నునట్లు చేయుట కూడ శాస్త్రకృషిచే సాధ్యమయ్యెను. ఈ పరిశ్రమ ఫలితముగా అరుగుదల తగ్గుట, జారకుండుట, రోడ్డును అదిమిపట్టుకొని దొసగకుండుట సాధ్యమయ్యెను. రైలును ఆపు బ్రేకులకు రబ్బరును ఉపయోగింతురు. గూడ్సుబండ్లను, రైలు బండ్లను అతికించునప్పుడు రబ్బరును స్ప్రింగు బఫరుగా వాడుటలో దెబ్బను కాచుకొను గల గుణము రబ్బరుకు ఉన్నది. ఇంకను వాడుకలోనికి రాకున్నను, రబ్బరు చక్రములు గల రైలు బండిని ఫ్రాన్సులో నిర్మించిరి.

కృత్రిమ రబ్బరు : రబ్బరుతో సంబంధములేని ద్రవ్యములనుండి రసాయన ప్రక్రియల ద్వారా తయారగు

* అంగుళము = 25·4 మి. మీ.

రబ్బరుకు 'కృత్రిమ రబ్బరు' లేదా 'నకలీ రబ్బరు' అని పేరు. విలియమ్ టిల్డెన్ రబ్బరుకు చెందని వస్తువులనుండి రబ్బరును మొట్టమొదటిసారిగా తయారుచేసెను. టర్పెంటీన్ నుండి తయారగు ఐసోప్రీన్‌ను నిల్వ ఉంచినప్పుడు రబ్బరు తయారు అయ్యెను. 1915 లో కృత్రిమ రబ్బరును మిక్కిలి వ్యయ ప్రయాసల కోర్చి జర్మనీ తయారుచేసెను. 1923 లో సబ్బు నీటిలో ఐసోప్రీన్ యొక్క బహ్వణూకరణ సంఘటన ద్వారా రబ్బరును కృత్రిమముగా తయారుచేయుటకు కృషిజరిగెను. మొట్టమొదటి నకిలీ రబ్బరుకు (త్రయోకాల్ అనునది) రబ్బరు గుణములు తక్కువగా ఉండెను. కాని, నూనెలలోను, ఇతర ద్రావణములలోను ఇది కరుగదు. డుప్రీన్ లేదా నియోప్రీన్ అనునవి 1931 లో వర్తక సరళిలోనికి వచ్చెను. 1931 లో కృత్రిమ రబ్బరు ద్వారా సహజమగు దాని దిగుమతులను ఆపుచేయుటకు జర్మనీ ప్రయత్నములు జరిపెను. ఈ రబ్బరుకు 'బూనా రబ్బరు' అని పేరు. ఇది నేలబొగ్గు, సీమ సున్నము ముడి పదార్థములుగా చేసికొని తయారైనది. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధమునకు కావలసిన రబ్బరులో రెండువంతులు కృత్రిమ రబ్బరు ద్వారా లభించుచుండెను. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఏడు రకముల కృత్రిమ రబ్బరులు తయారయ్యెను. సహజమగు రబ్బరు అణువు బూటా డైయీన్ రచనలలో ఉండు అణువుల యొక్క కూడికయని తేలినది. ఇవి వేలకొలది వంకరటింకరగా కూడి అందు ఉండును. బూటా డైయీన్ సోడియమ్‌తో కలిపి వేడిచేసినప్పుడు రబ్బరుగా మారును. బూనా - N, బూనా - S అను రెండు రకముల కృత్రిమ రబ్బరులు గలవు. వీటి రెండిటిని గురించి కూడ జర్మనీలో ఎక్కువగ శోధనలు జరిగినవి. బూటా డైయీన్‌లోని *Bu* అను భాగమును, సోడియమ్‌కు సాంకేతికముగ ఉండు *Na* తో కలిపి '*Buna*' (బూనా) అను మాటను కూర్చిరి. బూటా డైయీన్‌తో స్టిరీన్‌ను కలిపి సోడియమ్‌తో వెచ్చజేసినప్పుడు బూనాగా మారును. పెడ్ బూనా, బూనా జి. ఆర్. ఎస్., హైకాక్ ఒ. ఎస్., చెరిగం మొదలగు రకములు అనేకము అమెరికా దేశపు నకిలీ రబ్బరు పరిశ్రమలో తయారగుచున్నవి. నియోప్రీన్‌కును, మిగిలిన కృత్రిమ రబ్బరుకును వల్కనైజేషన్‌లో భేదమున్నది. నియోప్రీన్‌కు గంధకము అనవసరము. సహజమగు రబ్బరు కృత్రిమ రబ్బరుకంటె మృదుత్వము, త్రుళ్లుబాటు, చలికి అగుటలో శ్రేష్ఠము. నూనెలు, పెట్రోల్ మొదలగునవి వాడునప్పుడు సహజమగు రబ్బరుకంటె కృత్రిమ రబ్బరు శ్రేష్ఠము.

వి. వి. కే. శాస్త్రి.

రాకెట్ : చూ. రోదసీ విజ్ఞానము.

రాగి ఖనిజములు : రాగి మానవజాతికి చరిత్ర పూర్వయుగములనుండి సుపరిచితమై, వాడుకలో ఉన్నది. ప్రాచీనకాలమున ఆయుధములు, పనిముట్లు, ఆభరణములు, స్మారక చిహ్నములు, పాత్రలు మొదలగు ఉపయుక్త వస్తువుల తయారీలో ఇనుమునకు తరువాత రాగియే విస్తృతతరముగ వినియోగింపబడుచుండెను. పూర్వకాలమున శాసనములను రాగిరేకులపై లిఖించి భద్రపరచుచుండిరి. అవి 'తామ్రశాసనములు' అని వ్యవహరింపబడుచుండెను. పారిశ్రామిక నాగరకత పెరిగిన కొలది, రాగికి పలు రకముల నూతన వినియోగములు కల్పింపబడి, దాని అవసరము నానాటికి పెరుగుచున్నది. ఇనుము, రాగి మాత్రమే ఉపయోగింపబడుచుండిన పూర్వకాలములో వలె కాక, అనేక నవీన ధాతువులు విరివిగా వినియోగమునకు కొనిరాబడిన అధునాతన కాలమున కూడ రాగికి ప్రాధాన్యము తగ్గకుండుట గమనార్హము. అందుకు ముఖ్య కారణములు మూడు. అవి : 1. రాగికి అత్యంత వాంఛనీయములైన కొన్ని సుగుణములు ఉండుట; 2. ముడి ఖనిజములనుండి దానిని సాధించుట తులనాత్మకముగ సులభమగుట; 3. అది జగతిలో అన్ని ప్రాంతములలోను విరివిగ విస్తరించి ఉండుట.

ప్రాప్తి : గంధకముతోను, ఆక్సిజన్‌తోను తనకు గల ప్రగాఢ రాసాయనిక మైత్రివలన రాగి ఆ రెండు అధాతు మూల ద్రవ్యములతో సంయోగించి, యౌగిక రూపమున ప్రకృతిలో విరివిగ లభించును. అది శుద్ధ ధాతురూపమున దొరుకుట కూడ అరుదు కాదు. రాగి ముడి ఖనిజములలో ప్రధానములైనవి : 1. చాల్కోపైరిటీస్, బోర్నైటీ, చాల్కోకైట్, కోవిల్లైట్. ఇవి సల్ఫైడ్‌లు. ఇందు మొదటి రెండును జలతాపక చారల నిక్షేపములలో దొరకు ప్రాథమిక ఖనిజములు; చివర రెండును గౌణసంపన్న తామ్రనిక్షేపములలో లభించు సెకండరీ సల్ఫైడ్‌లు.. మొదటిది ఇత్తడివంటి పసుపుపచ్చని రంగును, రెండవది లేత ఎరుపుతో కలిసిన నీరుకావి రంగును, చివరిది ఇండిగో నీలిరంగును కలిగి ఉండును. 2. క్యూప్రైట్ (ఆక్సైడ్) : ఇది ప్రాథమిక ఖనిజములు ఆక్సీకరింపబడుటవలన ఏర్పడినవి; 3. మాలకైట్, అజురైట్ (కార్బొనేట్‌లు) : ఇవి కూడా ప్రాథమిక ఖనిజములు ఆక్సీకరింపబడుటవలన ఏర్పడినవి. ఇందు మొదటిది మెరుగారు ఆకుపచ్చని రంగుతో స్వాభావికమైన ద్రాక్షగుచ్ఛముల మాదిరి నిర్మాణమును ప్రదర్శించును. రెండవది నీలి వర్ణముతో తన పేరు సార్థకము చేసికొనును.

పై ఖనిజములను అన్నింటిని వాటి రంగును బట్టి సులువుగా గుర్తింపవచ్చును. ప్రాథమిక ఖనిజములు ధాతువులవలె నిగనిగలాడును. రాగి ముడిఖనిజములు జింకు, సీసముల ముడి ఖనిజములతో తప్పనిసరిగా ముడివడి ఉండును. రాగి ధాతుసాధనయందు ఆ రెండు ధాతువులు కూడ రాబట్టుకొనబడును.

వ్యాప్తి: రాగి యావత్ ప్రపంచమున అనేక ప్రాంతములలో లభించును. యునైటెడ్ స్టేట్స్, చిలీ, కెనడా, రొడీషియా, కాంగో (లియోపాల్డ్ విల్లీ) దేశములలో ప్రపంచ ప్రసిద్ధిగనిన ప్రధానతమ రాగినిక్షేపములు నెలకొని ఉన్నవి. రాగి ఉత్పత్తిలో అగ్రస్థానము యునైటెడ్ స్టేట్స్‌కు దక్కును; ఆ దేశమున ఊటా (పశ్చిమప్రాంతము), బ్యూట్ (మొంటానా), లేక్ సుపీరియర్ (మిచిగన్), బిస్బీ (ఆరిజోనా) నిక్షేపములు అనబడు నాలుగు సుప్రసిద్ధ నిక్షేపములు కలవు. రెండవస్థానము చిలీ దేశమునకు లభించును; అందలి చూక్వికామాటా నిక్షేపము ప్రపంచ ప్రసిద్ధికెక్కినది. జపాను, మెక్సికో, జర్మనీ, సోవియట్ రష్యా, యుగోస్లావియా, పెరూ, స్పెయిన్ దేశములు కూడ చెప్పుకొనదగిన పరిమాణములలో రాగిని ఉత్పాదించుచున్నవి. ఆఫ్రికాలోని రొడీషియన్ నిక్షేపములు, స్పెయిన్‌లోని రియోటింటో నిక్షేపములు (ఇందు 3 వేల సంవత్సరముల నుండి త్రవ్వకములు సాగుచున్నవి), జర్మనీలోని మెన్స్‌ఫెల్డ్ నిక్షేపములు (ఇవి 12 వ శతాబ్దమునుండి వినియోగపడుచున్నవి) ను ఇతర జగత్ప్రఖ్యాత తామ్రనిక్షేపములలో పేర్కొనదగినవి. ప్రపంచమున రాగి సాలుసరి ఉత్పత్తి 20 - 25 లక్షల టన్నులు. ఇందులో 80% యునైటెడ్ స్టేట్స్, కెనడా, చిలీ, మధ్య ఆఫ్రికా దేశములందే ఉత్పాదింపబడుచున్నది.

రాగి, జింకు, సీసముల నిక్షేపములు భారతదేశమున అల్పముగ బీహారు, సిక్కిమ్, రాజస్థాన్, ఆంధ్రప్రాంతములలో మాత్రమే రాగిగనులు కలవు. వీటిలో బీహారులోని సింగ్‌భమ్ నిక్షేపములు ప్రధానతమములు. సింగ్‌భమ్ జిల్లాలో విస్పష్ట సరిహద్దులు కల రమారమి 120 కి.మీ. విశాల క్షేత్రమున రాగి నిక్షేపములు కలవు. అయితే, ఈ క్షేత్రము యావత్తు ఆర్థికముగ సద్వినియోగపడునంత మేరకు ఖనిజీకరింపబడలేదు. రాఖా, మొసాబానీ అను రెండు ముఖ్యమైన గనులనుండి ఉత్పత్తి విరివిగా సాగుచున్నది. ఇచ్చటనుండి తెచ్చిన ముడిఖనిజమును ఘట్సిలా దగ్గరనున్న మౌబందర్ వద్ద సాంద్రీకరించుట, కరగించుట, రాగిని సాధించుట, దానిని విశుద్ధీకరించి రేకులుగా చుట్టుట జరుపబడుచున్నది. సిక్కిమ్ నిక్షేపములు సులభముగా అభిగమ్యములు కావు. రాజస్థాన్, ఆంధ్రప్రదేశ్ నిక్షేపములు ఇంకను కూలంకషముగ పరిశోధింపబడలేదు; ఆర్థికముగ ప్రయోజనకరములు అని మాత్రము ఇటీవలి పరిశోధనలవలన తేలినది. ఆంధ్రలో గరిమెనిపెంటి (నెల్లూరుజిల్లా), అగ్నిగుండాల (గుంటూరు జిల్లా) ప్రాంతములలోను, ఖమ్మముజిల్లాలోను రాగి ఖనిజములు కలవని తెలియవచ్చినది.

ప్రస్తుతము భారతదేశపు సాలుసరి రాగి వాడకము 50,000 టన్నులకు మించినది. దేశమున సాలుసరి రాగి ఉత్పత్తి 8,500 టన్నులకు మించలేదు. కాబట్టి, దేశము రాగిని పెద్ద మొత్తములలో విదేశముల నుండి దిగుమతి చేసికొనుచున్నది. అయితే, ఇటుల కలకాలము రాగి విషయమున విదేశములపై ఆధారపడి ఉండుట శ్రేయోదాయకము కాదు. ప్రణాళికాబద్ధమైన పారిశ్రామికీకరణమునకు పూనుకొనుటవలన దేశపు రాగి అవసరములు కూడ అనివార్యము కాగలదు. కావున మనము మన వనరులను సాధ్యమగునంత మేరకు సద్వినియోగపరచుకొని, కనీసము ఆసన్న స్వయంసమృద్ధినైన సాధింపక తప్పదు.

ధాతుసాధన: రాగిని దాని ముడిఖనిజములనుండి 1. ఖనిజమును గాలిలో కాల్చుట; 2. కాల్చిన ఖనిజమును ద్రవీకరించుట; 3. రెండవ దశలో లభించిన మేట్టీని మరల గాలిలో కాల్చి, ధాతువుగా మార్చుట వంటి ధాతుసాధన క్రియా పరంపర మూలమున సాధింతురు. సాధారణముగ ముడిఖనిజము యొక్క స్వభావమును, దాని తరగతిని బట్టి ధాతుసాధన పద్ధతి నిర్ణయింపబడును. ముడిఖనిజములో రాగి 4% కన్న ఎక్కువగా ఉన్నచో, దానినుండి నేరుగా రాగి సాధింపబడును. కాని, రాగి 1% మాత్రమే కల అల్పశ్రేణి ఖనిజములు కూడ ధాతుసాధనకు పనికివచ్చును. అయితే, ఆ ఖనిజములను గాలిలో కాల్చుటకు ముందు వాటిని భౌతిక ప్రక్రియల ద్వారా కొంతవరకు సాంద్రీకరింపవలసివచ్చును. ఈ సాంద్రీకరణము 1. ముడిఖనిజమును చూర్ణీకరించుట; 2. ఆ చూర్ణమునుండి మాలిన్యములను వేరుపరచుట; 3. అవశిష్ట ఖనిజమును గురుత్వ పద్ధతి, ఉత్ప్లవన (తేలగొట్టు) పద్ధతి మొదలగు ప్రక్రియల ద్వారా సాంద్రీకరించుట అను మూడు మజిలీలలో కావింపబడును.

గంధకము హెచ్చుగా ఉన్న రాగి ముడిఖనిజమును మొదట గాలిలో కాల్చుదురు. అప్పుడు గంధకము కొంత ఆక్సీకరింపబడి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ రూపమున పైకి పోవును. తరువాత దానిని గాలికొలిమిలో ద్రవీకరింపగా మేట్టీ (కాపర్ - ఐరన్ సల్ఫైడ్) తయారగును. కరగి ఉన్న

ఈ మేట్టీగుండా గాలిని ఒత్తిడిలో పంపి, రాగిధాతువును సాధింతురు. ఇటుల లభించిన ముడిరాగిని విద్యుత్తు విశ్లేషణచే శుద్ధి చేయుదురు.

అల్పశ్రేణి ఖనిజములను, ఆక్సీకృత ఖనిజములను తరుచుగా మునుముందు సోడియమ్ క్లోరైడ్‌తో గాలిలో కాల్చి, తరువాత వాటిగుండ నీరు వడియనిత్తురు. తరువాత ఆ ద్రావణమునకు ఇనుప చెక్కు చేర్చగా, ఇనుము ద్రావణములో విలీనమై, రాగి అవక్షేపింపబడును. ద్రావణమును విద్యుత్తు విశ్లేషణకు గురిచేసి కూడ రాగిని సంపాదింపవచ్చును.

రాగి ఖనిజములలో బంగారము, వెండి, పెల్లేడియమ్ మొదలైన విలువ కల ఇతర ధాతువులు కూడ సూక్ష్మ రాశులలో సర్వసాధారణముగా ఉండును. రాగి ధాతు సాధనలో ఏదో ఒక దశలో తరుచుగా ఆ ధాతువులను కూడ రాబట్టుకొనుట జరుగును.

ధర్మములు: రాగికి లేత ఎరుపుతో కూడిన నీరుకావి రంగు స్వాభావిక వర్ణము. దానికి ధాతు జిగికూడ ఉండును. దాని విశిష్ట గురుత్వము 8·9, అది రమారమి 1100°C వద్ద ద్రవీభవించును. కొంత మెత్తగా ఉన్నను రాగి దృఢ ధాతువు. దానిని సుత్తితో తీగలుగా సాగగొట్టవచ్చును. గాలిలో ఉంచినచో అది నల్లబడిపోవును; ఆమ్లములతో త్వరగా ప్రతికరించును. వెండి తరువాత అదియే ఉత్తమ విద్యుత్తు వాహకము.

ఉపయోగములు: ఆధునిక యుగమున రాగి విద్యుత్తు పరిశ్రమలో ప్రధానతమముగ వినియోగింపబడుచున్నది. ఆ పరిశ్రమలోను, యంత్రములలోను తీగెల, కేబుల్‌ల రూపమున అది విద్యుత్తు వాహకముగ ఉపయుక్తమగును.

ధాతు మిశ్రముల తయారీలో రాగి విస్తృతముగ వినియోగింపబడును; వాటిలో ప్రధానతమములైనవి గన్ మెటల్, బెల్ మెటల్, కంచు (రాగి, తగరము), ఇత్తడి (రాగి, జింకు) నికెల్ సిల్వర్ (రాగి, జింకు, నికెల్), భాస్వరపు కంచు (రాగి, తగరము, అల్పముగా భాస్వరము కల ప్రత్యేక ధాతు మిశ్రము), మాంగనీస్ కంచు (రాగి, తగరము, కొంచెము మాంగనీస్ కల ప్రత్యేక ధాతు మిశ్రము). రాగితో మిశ్రితమైనపుడు వెండి, బంగారములకు గట్టితనము కలుగును. అందువలన వెండితోను, బంగారముతోను దృఢ వస్తువులను తయారుచేయునపుడు ఆ రెండు ధాతువులకు కొద్దిగా రాగిని చేర్చుట పరిపాటి. గృహములలో వినియోగింపబడు పాత్ర సామాను - ముఖ్యముగ నీటి కాగులు - రాగితో నిర్మింపబడును. పూర్వకాలమున శుద్ధ రాగి, రాగి ధాతు మిశ్రములు అనేక దేశములలో నాణెములను తయారుచేయుటకు వాడబడినవి; కాని, ఇటీవల రాగి నాణె ధాతువుగా ఉపయోగింపబడుట చాలవరకు సన్నగిల్లినది. రాగి లవణములు ముద్రణము, వస్త్రములకు రంగు వేయుట (కాలికో) వంటి పారిశ్రామిక ప్రక్రియలలోను; దుర్వాయు వినాశకములుగను; శిలీంధ్ర సంహారకములుగను వినియుక్తములగును.

భావి సంభావ్యతలు: అనేక నూతన ధాతువులు ఆవిష్కరింపబడి, వినియోగమునకు తేబడినను రాగికి గల గిరాకీ తగ్గలేదని ఇంతకుముందే చెప్పితిమి. అల్యూమినియము, టైటానియమ్ ఇటీవల చాల ప్రాధాన్యమును గడించి, రాగికి ప్రత్యామ్నాయములుగ వాడబడుచున్నవి. కాని, రాగి అందుబాటులో లేనపుడు మాత్రమే పై రెండు ధాతువులును ప్రత్యామ్నాయములుగ పనికి వచ్చును. శ్రేష్ఠతర ధర్మములు కల రాగితో అవి పోటీకి మాత్రము నిలబడ జాలవు. రాగితో సరిపోల్చి చూచినపుడు ఆ రెండు ధాతువులను వాటి ముడిఖనిజములనుండి సాధించుట అధిక వ్యయప్రయాసలతో కూడిన పని. ఇదియే వాటికి గల పెద్ద లోపము [చూ. సం. 2 పు. 565]. అ. న.

రాజస్థాన్ కాలువ ప్రణాళిక: స్వతంత్ర భారత దేశము చేపట్టిన భారీ అభ్యుదయ ప్రణాళికలలో రాజస్థాన్ కాలువ పథకము ఒకటి. ఈ పథకమునకు సంబంధించిన కుతూహల జనకములగు విషయములలో మొదటిది దాని అత్యధిక పరిమాణము; రెండవది మంచినీరు, రాకపోకల సౌకర్యములు వంటి సదుపాయములు కరువై విరళ జనాభా కల ఎడారి ప్రాంతములగుండా పారుచున్నది. మొత్తముమీద ఇది ప్రపంచములో కెల్ల మిక్కిలి పొడవైన కాలువ. రావి, బియాస్ నదులనుండి లభ్యమగు నీటిని రాజస్థాన్‌లోని విస్తృత ఎడారి ప్రాంతములలో సేద్యమునకు వినియోగించుటే ఈ ప్రణాళిక ఉద్దేశము. ఈ కాలువ సట్లెజ్ నది మీది హారికే బరాజునుండి బయలుదేరును. దాని మొత్తము పొడవు రమారమి 685 కి. మీ. ఇందులో మొదటి 215 కి. మీ. భాగము (ఇందు మొదటి 178 కి. మీ. పంజాబులోను, 37 కి. మీ. రాజస్థాన్‌లోను కలవు) పోషక (ఫీడర్) కాలువ, ఈ భాగము, 357 కి. మీ. రాజస్థాన్ పెద్ద కాలువ, 6,308 కి. మీ. చిల్లర మల్లర కాలువలు కలసి ఈ కాలువ వ్యవస్థయొక్క మొత్తము పొడవు 6308 కి. మీ. ఈ కాలువ గుండా సెకనుకు 18,000 క్యూసెక్కుల నీరు పారును. ఇది జూలై నెలలో తేజ్‌వాలావద్ద యమునానుండి విడుదల అగు నీటికి రమారమి సమానము అని చెప్పవచ్చును. అందువలన ఈ పథకముయొక్క బృహత్ ప్రమాణమును

ఊహించవచ్చును. పంజాబులో ఇది 6.4 మీ. లోతునుండి నీరు సరఫరా చేయును.

వ్యయము, ప్రయోజనములు : ఈ ప్రణాళికను రెండు దశలుగ చేపట్టిరి. మొదటి దశలో రాజస్తాన్ పోషక కాలువ, 196 కి. మీ. వరకు రాజస్తాన్ పెద్ద కాలువ, దాని శాఖలు నిర్మింపబడును. మిగిలిన భాగము రెండవ దశలో ముగింపబడును. మొదటి దశ పూర్తి అగుటకు రూ. 120.12 కోట్లు, రెండవ దశకు రూ. 63.88 కోట్లు, మొత్తము పూర్తి ప్రణాళికకు రూ. 184 కోట్లు ఖర్చు అగునని అంచనా. 1958లో ప్రారంభింపబడిన ఈ కాలువ నిర్మాణము 1977-78 నాటికి పూర్తి అగునని భావింపబడుచున్నది. ఈ కాలువయొక్క పరీవాహ ప్రాంతము 20 లక్షల హెక్టేరులు. దీనివలన ఏటేటా 5 లక్షల హెక్టేరులలో ఖరీఫ్ పంటలును, 7.0 లక్షల హెక్టేరుల భూమిలో రాబీ పంటలును పండగలవు. ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళికకు ముందు రాజస్తాన్‌లో కాలువల, చెరువుల ద్వారా సాగుబడి క్రింద ఉన్న భూమి 4 లక్షల హెక్టేరులకు మించి ఉండలేదు. ఈ కాలువ పూర్తియైన తరువాత ప్రణాళికల పూర్వమున్నదానికి 3 రెట్లు భూమి సాగులోనికి రాగలదు. రాజస్తాన్‌లోని గంగానగర్, బికనీర్, జైసల్మీర్ జిల్లాలలోని పంట భూములకు ఈ కాలువ వలన సేద్యపు నీరు లభించి సాలీనా 6.75 లక్షల టన్నుల తిండి గింజలు, 4.45 లక్షల టన్నుల నారలు, 19.33 లక్షల టన్నుల వాణిజ్యపు పంటలు పండ గలవు; ఆహారధాన్యములలో కొరత రాష్ట్రమైన రాజస్తాన్ స్వయమ్ సమృద్ధిని సాధించుటయే కాక, వాటిని ఇతర రాష్ట్రములకు కూడ సరఫరా చేయగలదు: రాజస్తాన్ ఎడారి ప్రాంతములు అభివృద్ధిచెంది, వ్యవసాయముతోను, పరిశ్రమలతోను, వర్తక వ్యాపారములతోను నిత్య కల్యాణము పచ్చతోరణమునై విలసిల్లగలవు. కె. వి. కృ.

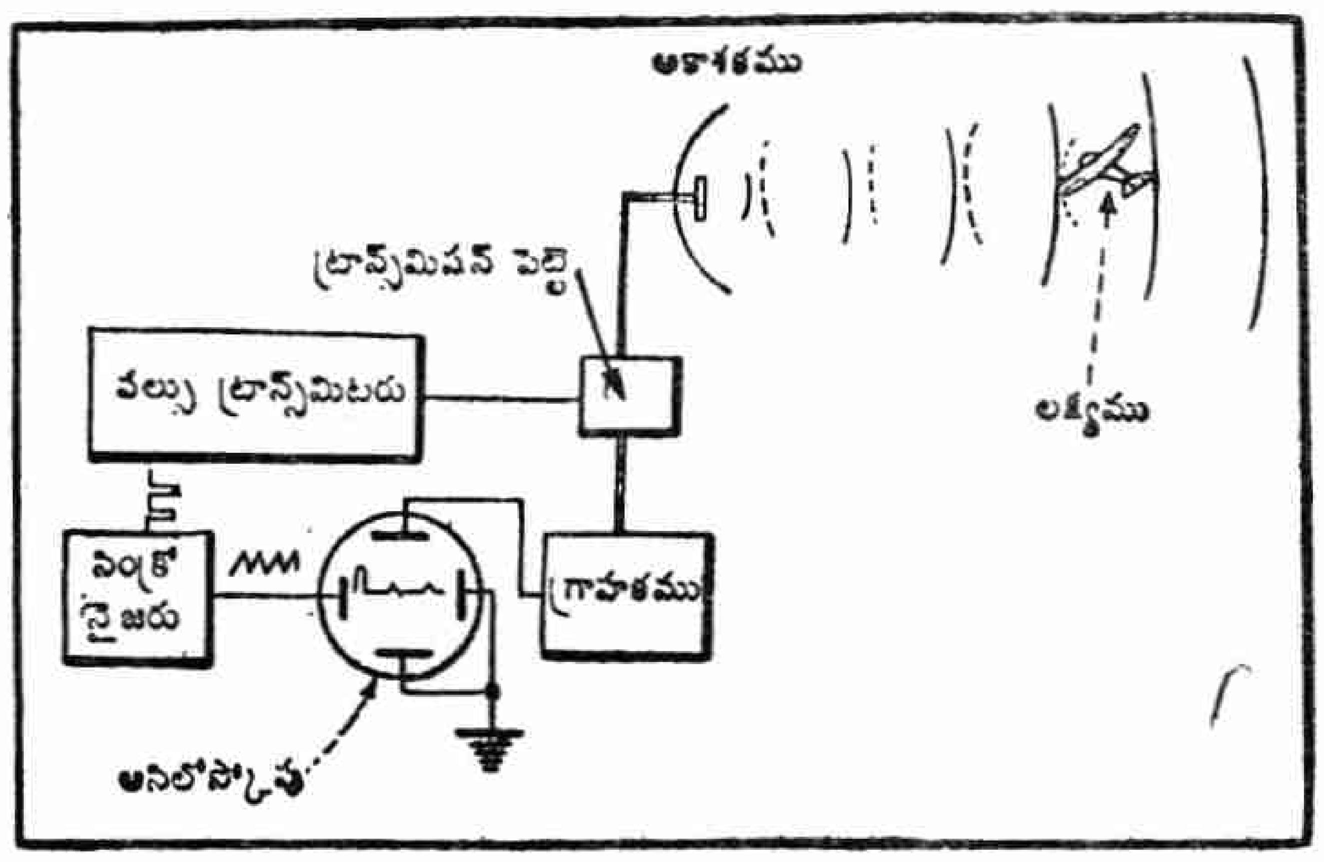
రాడార్ : రేడియో డిటెక్షన్ అండ్ రేజింగ్ * అను ఇంగ్లీషు పద సమూహములోని ప్రతి పదములోని ఆది అక్షరముల సంపుటి రాడార్. దీని అర్థము ఒక వస్తువును కనిపెట్టి దాని దూరమును లెక్కకట్టుట, దీనికి, వస్తువు యొక్క దిక్కును తెలిసికొనుటకూ తేడా ఉన్నది. రాడార్ అను పదమును యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో సృష్టించిరి. ఇంగ్లండులో దీనికి 'రేడియో లొకేషన్' అను మాట అంతకు ముందు వాడుకలో కలదు.

తరంగ దైర్ఘ్యములు : అనేక సాంకేతిక విషయముల దృష్ట్యా మిక్కిలి తక్కువైన తరంగ దైర్ఘ్యము గల అతి హ్రస్వతరంగము (మైక్రోవేవ్) లను ఉపయోగించవలెను. కానీ, మరీ చిన్న తరంగములను ఉపయోగించుటకు దిగువ విషయములు ఆటంకము అగును: 1. ప్రసారమునకు ఉపయోగించు వాల్వుల సామర్థ్యము; 2. గ్రాహకముల యొక్క సున్నితత్వము; 3. వాతావరణములో ప్రసార మునకు శోషణ కలుగజేయు సంఘటనలు.

మైక్రోతరంగముల ఉత్పత్తి విధానము : మైక్రోతరంగ ములను 'క్లైస్ట్రోన్' అను వాల్వులోగాని, 'మాగ్నె ట్రాన్' అను వాల్వులోగాని ఉత్పత్తిచేయుదురు. ఇవి ప్రత్యేకరకమైన ఉత్పత్తి సాధనములు. ఈ సాధనములు రాడార్ పనిచేయుటకు అవసరమైన అధిక పౌనఃపున్యము (వెరీ హై ఫ్రీక్వెన్సీ) గల శక్తిని ఉత్పత్తిచేయును.

రాడార్ పనిచేయు పద్ధతి : ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధము వలన కలిగిన ఫలితములలో రాడార్ సాధనము ముఖ్య మైనది. శాంతి సమయములో దీని ఉపయోగములు చాల ఎక్కువ.

అధిక పౌనఃపున్యము గల విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగములు తమ మార్గములో ఏదైనా అవరోధము కలిగినప్పుడు కాంతి తరంగముల వలనే పరావర్తన, విక్షేపణ కూడ పొందును. ఎంత పరావర్తన పొందును అనునది తరంగముయొక్క పౌనఃపున్యముమీద, పరావర్తన కలుగజేయు వస్తువుయొక్క నిర్మాణముమీద ఆధారపడి ఉండును. విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగములయొక్క



చిత్రము - 1: రాడార్ సెట్టు : స్థూలస్వరూపము.

వేగము సెకనుకు 30 × 10⁸ మీటరులు. చిత్రము — 1 సామాన్యమైన రాడార్ సెట్టుయొక్క భాగములను చూపును.

ఒక స్పంద ప్రేషకము (పల్సు ట్రాన్స్మిటరు) లో మాగ్నెట్రాన్ వలన ఎక్కువ సామర్థ్యము గల కంపనములు వెల్లుబికినట్లు ఉత్పత్తి అగును. ఇవి సెకనులో ఒక మిలియను వంతు కాలము $(1/10^6)$ మాత్రము ఉండును. ఇటువంటి వాటికి 'స్పందము' అని పేరు. శక్తి అధికముగ ఉన్నప్పుడు స్పందముకూడ దృఢముగ ఉండును. విద్యుత్తు

* RADAR = Radio Detection And Ranging.

అయస్కాంత శక్తితో కూడిన ఒక దృఢమైన స్పందము విడుదలచేయబడినది అనుకొందము. వెంటనే ఒక విరామ గడియారమును (స్టాప్ వాచి) ఆరంభించి స్పందము పయనించిన కాలమును తెలిసికొందురు. ఇప్పుడు స్పందమునకు 'x' మీటరుల దూరములో ఒక వస్తువు అడ్డముగ ఉన్నదని అనుకొందము. స్పందములో కొంత భాగము వస్తువువద్ద నుండి పరావర్తన చెంది మరల 'x' మీటరులు వెనుకకు ప్రయాణముచేసి బయలుదేరిన చోటునకే చేరును. ఈ తిరిగి వచ్చిన స్పందమును ప్రతిస్పందము (ఎకోపల్సు) అందురు. స్పందము తిరిగివచ్చిన వెంటనే గడియారమును ఆపు చేయుదురు. స్పందము 3×10^8 మీ./సె. వేగముతో ప్రయాణముచేసిన మొత్తము దూరము $2x$. అందు చేత గడియారములో కొలిచిన కాలము $= \frac{2x}{3 \times 10^8} = \frac{2x}{3} \times 10^{-8}$ సెకనులు.

అడ్డముగా ఉంచిన వస్తువు, స్పందము ఆరంభించిన చోటుకు 100 కి. మీ. దూరములో ఉన్నది అనుకొనిన - స్పందనకు రాకపోకలకు పట్టిన కాలము t అనుకొనిన —

$$t = \frac{2}{3} \times 1,00,000 \times 10^{-8} = \frac{2}{3} \times 10^{-3} \text{ సెకనులు.}$$

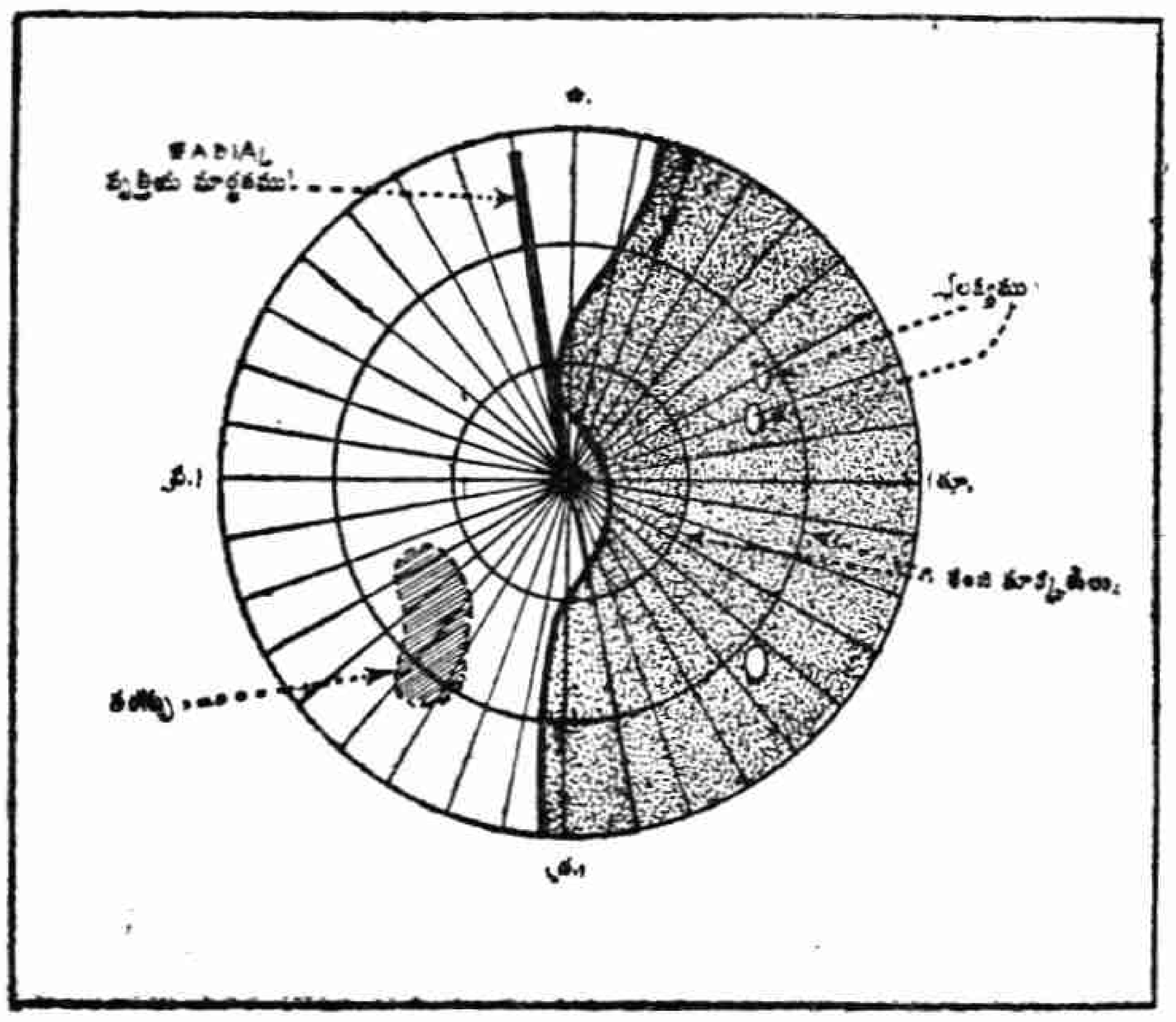
అనగా సెకనులో వెయ్యవ భాగములో $\frac{2}{3}$ వ వంతు. ఇది విరామ గడియారముతో కొలుచుటకు వీలులేనంత చాల తక్కువ కాలము. ఇంత స్వల్పకాలముల అంతరములను కొలుచుటకు ఎలక్ట్రానిక్ సాధనములను ఉపయోగింతురు.

మనకు స్పందము బయలుదేరిన చోటునుండి వస్తువు దగ్గరకు పోయిన కాలము (t) ఇన్ని సెకనులని తెలిసిన ఆ దూరమును లెక్క కట్టవచ్చును.

దూరము $= 3 \times 10^8 \times t$ మీటరులు.

లక్ష్య వస్తువు దగ్గరగా ఉన్న స్పందముల గుంపు బయలుదేరి తిరిగి వచ్చుటకు పట్టు కాలము చాల తక్కువ. అందుచేత స్పందముల గుంపును బహిర్గతము చేయుటకు పట్టు కాలము చాల తక్కువగా ఉన్న రాడార్ సెట్టుకు దగ్గరలో అడ్డముగా ఉన్న వస్తువులను కూడ కనుగొనవచ్చును.

కాలమును కొలుచుట వలన దూరము ఎట్లు కట్టవచ్చునో మనము ఇప్పుడు తెలిసికొంటిమి. రాడార్ యంత్రము [చూ. చిత్రము - 2] ఇట్టి కొలతలకు పనికివచ్చును. రాడార్ సెట్టులోని భాగములు : 1. ఎక్కువ సామర్థ్యముగల విద్యుత్తు అయస్కాంతపు స్పందములను విడుదలచేయు జనరేటర్ (ప్రేషకము); 2. ఒక నిర్ణీతమైన దిక్కులో



చిత్రము - 2
రాడార్ యంత్రము - P. P. I.

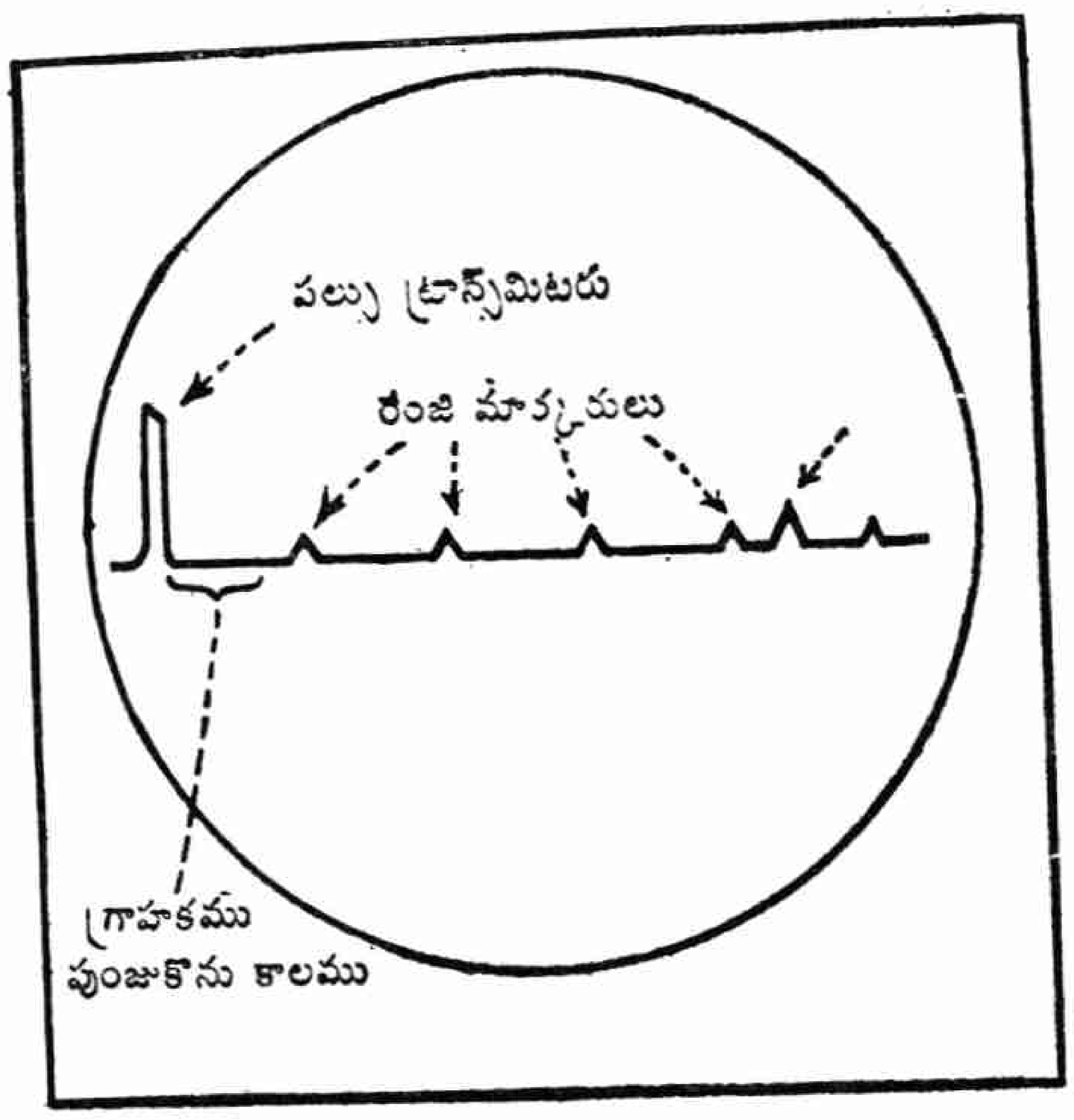
స్పందమును పంపుటకు ఉపయోగించు సాధనము (ఆకాశ తంతి); 3. తిరిగి వచ్చిన స్పందమును గ్రహించు సాధనము (గ్రాహకము); 4. స్పందము బయలుదేరినప్పటినుండి తిరిగి వచ్చువరకు అయిన కాలమును కొలుచు సాధనము. ఇది ఫలితములను అర్థము అగునట్లు చూపును. ఈ కార్యము రాడార్ సెట్టులో కేథోడ్ రే ఆసిలోస్కోప్ [చూ. పు. 224] ను సింక్రొనైజర్ తో సమన్వయపరుచుటవలన జరుగును.

x అనునది అడ్డ వస్తువునుండి రాడార్ దగ్గరకు వాలుగ ఉండు దూరము, లక్ష్య వస్తువును రాడార్ సెట్టుకు కలుపు గీతకును, భూరేఖకును మధ్య గల కోణము - నతి కోణము - విలువ తెలిసిన. లక్ష్య వస్తువుయొక్క ఎత్తు, భూమి మీద దాని దూరము లెక్కకట్టవచ్చును.

స్పందము ప్రయాణము చేయు దూరము ఎక్కువ అయిన కొలది దాని బలము తగ్గిపోవును. తిరుగు మార్గములో బయలుదేరిన స్థానము దగ్గరకు వచ్చిన కొలది ప్రతిస్పందము క్రమముగ దుర్బలము అగును. ప్రతి స్పందము స్పష్టముగ ఉండవలెనన్న ప్రేషకము ప్రసారణ చేయు స్పందము చాల బలమైనదిగ ఉండవలెను. గ్రాహకము కూడ బహు సున్నితమైనదిగ ఉండవలెను. స్పందము ప్రసారణ చేయుటకు, తిరిగి దానిని గ్రహించుటకు ఒకే ఆకాశతంతి (ఏరియల్) ని ఉపయోగింతురు. పై చిత్రములోని ప్రేషక - గ్రాహకపు పెట్టె రెండు స్పందములను వేరుచేయుటకు స్విచ్చివలె పనిచేయును.

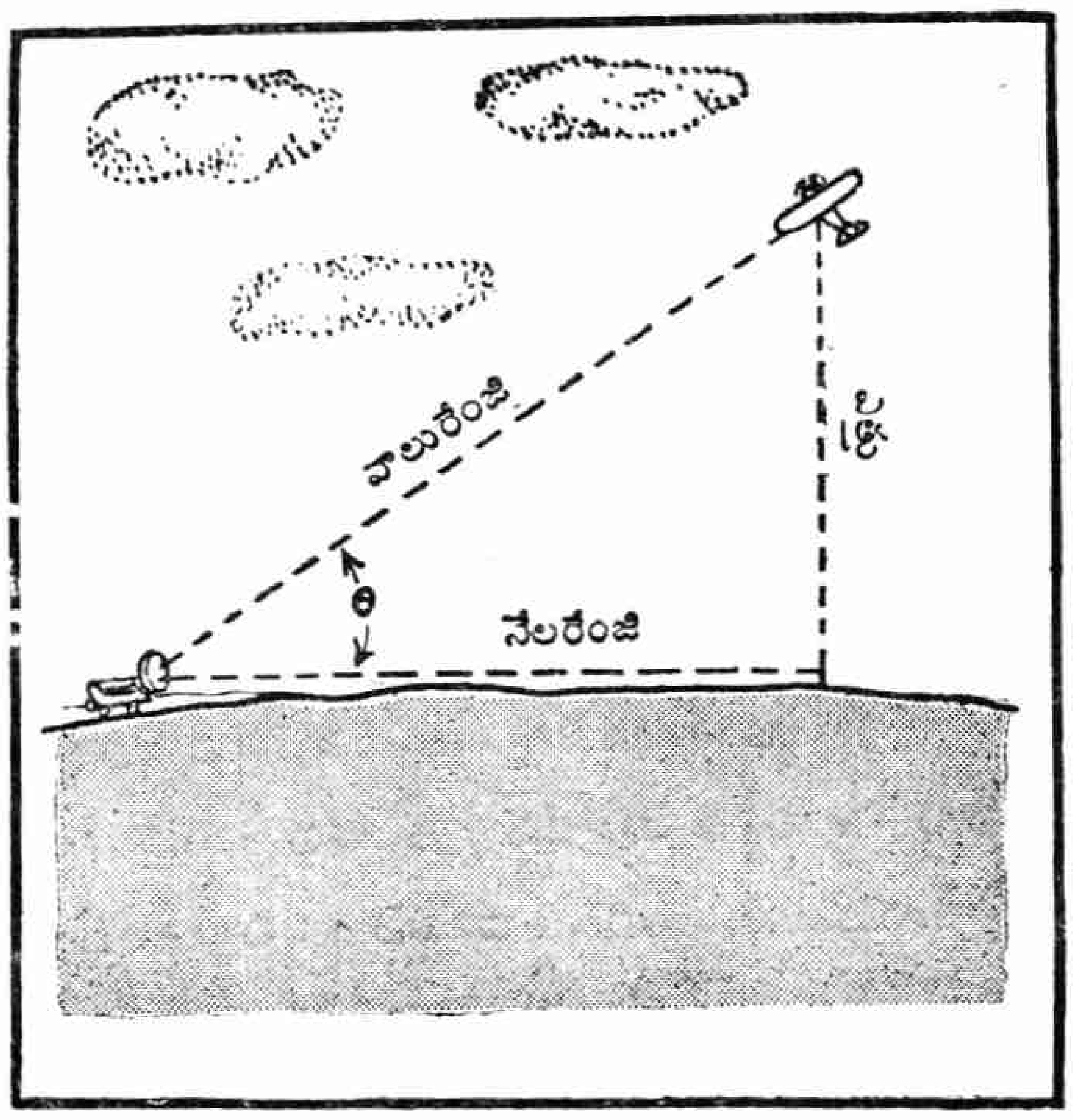
రాడార్ సెట్టులో స్పందమును సూచించు సాధనము కేథోడ్-రే ఆసిలోస్కోప్. దీనిని సాధారణముగ 'స్కోప్'

అందురు. ఆసిలోస్కోప్ ముందు భాగములో ఒక గుండ్రని గాజు తెర ఉండును. ఆసిలోస్కోప్ లోపల ఉండు



చిత్రము - 3 : ఆసిలోస్కోప్ తెరపై ప్రదర్శింపబడు రీతి.

ఒక ఎలక్ట్రానిక్ గడియారపు సాధనము వలన తెరమీద కాంతిమంతమైన కాంతిబిందువు స్థిరవేగముతో కదలు చుండును. ఈ వేగము చాల ఎక్కువగ ఉండుటచేత ఇటు వంటివి అనేక కాంతి బిందువులు కలిసి ఒక గీతగ కని పించును. ఈ గీతను టైమ్ - బేస్ అందురు. దీనిని ఉప యోగపరచు కొనుటకు మూడు విషయములను సమన్వయ పరచుకొనవలెను : 1. ఆరంభశక్తి బహిర్గతమైన సమయము ; 2. కాలనిర్ణయ సాధనమును ఆరంభించిన సమయము ; 3. ప్రతి స్పందము రాడార్ సెట్టువద్దకు తిరిగి



చిత్రము - 4 : ఎయిరోవాక్స్.

వచ్చిన సమయము. చిత్రము - 4 ఇట్టి పద్ధతిని చూపును. దీనిని 'A స్కోప్' ప్రదర్శనము అందురు. ప్రసారమైన స్పందము టైమ్ - బేస్‌నకు ఎడమవైపునకు వచ్చి చేరును. విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగమును సూచించు నటుల టైమ్ చేసికుని అంకనము (కేలిబ్రాట్) చేయవచ్చు. 41,000 మీ. దూరమునకు అనుగుణమైన కాలమునకు ప్రతిస్పందము సంభవించును. అందుచేత లక్ష్యము రాడార్ స్థలమునకు 41 కి. మీ. దూరమున కలదు. A స్కోప్ ప్రదర్శనము నుండి లక్ష్యము యొక్క దిక్కు తెలిసికొను టకు వీలులేదు. అందుచేత మనకు తెలిసిన వివరములు సరిపోవు. లక్ష్యముయొక్క దూరమును, దిక్కును కూడ సూచించు రెండవ పద్ధతిని ప్లాను - స్థల సూచిక (ప్లాన్ పొజిషన్ ఇండికేటర్ - P.P.I) అందురు. ఈ ప్రదర్శనములో ఆసిలోస్కోప్ పర్యవేక్షకునకు రాడార్ స్థలము కేంద్ర ముగా గల పరిసరప్రాంతము అంతయు దృష్టిలోనికి వచ్చును.

వి. వి. ఎల్. రావు.

రాసాయనిక ఇంధనము : చూ. ఇంధనములు, ఉపోత్పన్నములు - పు. 232.

రాసాయనిక ఎరువులు : చూ. కృత్రిమ ఎరువులు - పు. 298.

రిఫ్రాక్టరీలు : రిఫ్రాక్టరీల వినియోగము పారిశ్రామిక పురోగతికి ఒక అనివార్యమైన ప్రాథమిక ఆవశ్యకత. ఆయస, అనాయస ధాతువుల ఉత్పత్తియందు ; గాజు, సిమెంటు పరిశ్రమలయందు ; పారిశ్రామిక, రైల్వే బాయిలర్ల నిర్మాణమునందు ; కొలుములకు అస్తరులు వేయుట యందు అవి అపార రాశులలో ఉపయోగింపబడును. ఒక దేశమున వాడబడిన రిఫ్రాక్టరీల మొత్తము విలువ ఆ దేశపు పారిశ్రామిక ప్రగతికి కొలబద్దయని చెప్ప వచ్చును. పరిశ్రమలలో వినియోగింపబడు మొత్తము రిఫ్రాక్టరీలలో అధికతమ భాగము ఇనుము, ఉక్కు పరిశ్రమయందే వ్యయమగును.

ధర్మములు : ఉన్నత తాపక్రమములను తట్టుకొని నిల బడ గల సామర్థ్యము రిఫ్రాక్టరీల ఆవశ్యక ధర్మములలో తొట్టతొలిది. దానికి తోడు క్రింది ధర్మములు కూడ వాటికి అతిప్రధానములు : 1. ఉన్నత తాపక్రమముల వద్ద బరువును ఆపగల సామర్థ్యము ; 2. విరిగిపోక ఏకాండముగ ఉండగల సామర్థ్యము ; 3. చల్లారిన తరువాత మితిమీరి సంకుచింపకుండుట ; 4. అపఘర్షణను, క్షరణమును, స్లాగ్‌ల వలన కలుగు చెరుపును ఎదుర్కొనగల సామర్థ్యము.

సాధారణ తాపక్రమముల వద్ద, ఉన్నత తాపక్రమముల వద్ద రిఫ్రాక్టరీల ధర్మములు దృఢమైనవిగ ఉండవలెను. వాటికి మరికొన్ని అపేక్షిత ధర్మములు ఉండుట కూడ అవసరము. అందువలన వినియోగమును దృష్టిలో ఉంచు

కొని అందుకు అనుగుణముగ వాటి ధర్మములను పెంపొందింపవలెను.

వర్గీకరణము : రిఫ్రాక్టరీలను వాటి ధర్మములను, వినియోగములను బట్టి వర్గీకరించుట పరిపాటి. ఆమ్లక రిఫ్రాక్టరీలు (ఉదా: సిలికా, అల్యూమినా సిలికేట్‌లు), క్షారక రిఫ్రాక్టరీలు (ఉదా: మాగ్నసైట్, డోలమైట్), తటస్థ రిఫ్రాక్టరీలు (ఉదా: క్రోమైట్‌లు) అను వర్గీకరణము సంప్రదాయమైనది. ఈ వర్గీకరణము వాటి రాసాయనిక స్వభావము మీద, స్లాగ్‌ను ప్రతిఘటింప గల సామర్థ్యము మీద ఆధారపడినది. అనగా స్లాగ్‌కు క్షారధర్మములు ఉన్నచో ఆమ్లక రిఫ్రాక్టరీల వినియోగము నిషిద్ధము. ఇంతేకాక, ఒక కొలిమిలో ఆమ్లక, క్షారక ఇటుకలకు సాంగత్యము పనికిరాదు; ఏలన అవి ఉన్నత తాపక్రమముల వద్ద ప్రతికరించి స్లాగ్‌లుగ తయారగును.

ఆమ్లక రిఫ్రాక్టరీలు : సిలికా ఇటుకలు లాక్షణికములైన ఆమ్లక రిఫ్రాక్టరీలని చెప్పితిమి. వీటిని తయారు చేయుటకు కావలసిన ముడిద్రవ్యము ప్రకృతిలో క్వార్ట్‌జ్ శిలల, ఇసుక రాళ్ళ, ఇసుకల రూపమున అపారముగ దొరకును. సంధాన ద్రవ్యముగ కొంచెము బంకమట్టిని గాని, సున్నమును గాని చేర్చవచ్చును. విశుద్ధ సిలికా యొక్క ద్రవాంకము $1710^{\circ}C$. సిలికా ఇటుకలకు కల అపేక్షణీయ ధర్మము ఏదనగా, అది తన ద్రవాంకమునకు దరిదాపుల గల తాపక్రమముల వద్ద కూడ సున్నము మొదలైన క్షారములచే ఏ విధమయిన చెరుపును పొందక నిలబడ గలుగును. ఇందువలన కొలుముల కప్పుల నిర్మాణమున ఇవి విరివిగా వినియుక్తములు అగును.

అగ్నిమృత్తికలతో నిర్మించిన రిఫ్రాక్టరీలు : అగ్ని మృత్తికలు, ఘుంటా మృత్తికలు ప్రకృతిలో విరివిగా విభక్తమై ఉన్నవి. అందులోను నేల బొగ్గు గనులు కల ప్రాంతములలో అవి ముమ్మరముగా దొరకును. సిల్లిమనైట్, కయోనైట్, ఆండలూసైట్, బాక్సైట్, డయాస్పోర్ మున్నగు ఖనిజములు కూడ అల్యూమినా సిలికేట్ రిఫ్రాక్టరీల ఉత్పత్తియందు ముడిసరుకులుగ ఉపయుక్తములు అగును. అల్యూమినా సిలికేట్ రిఫ్రాక్టరీల వినియోగము చాల వ్యాపకమైనది.

క్షారక రిఫ్రాక్టరీలు : వీటి నిర్మాణమునకు కావలసిన ప్రధాన ముడి ద్రవ్యములు మాగ్నసైట్, డోలమైట్. ఈ రెండును ప్రకృతిలో విరివిగ లభించును. మాగ్నసైట్‌ను ఉన్నత తాపక్రమముల వద్ద కాల్చి, పెరిక్లేస్‌గా మార్చవలసి ఉండును. మాగ్నసైట్‌తో పోల్చి చూచినచో డోలమైట్ వాడకము కొంతవరకు పరిమితమైనది. ఆమ్లకముల కన్న క్షారక రిఫ్రాక్టరీలు ఎక్కువ సమర్థత, అందువలన ఎక్కువ ప్రయోజనమును కలవి. కొలుముల కప్పుల నిర్మాణమున వాటిని వినియోగించి, తాపక్రమ పరిధిని విస్తరించవచ్చును.

తటస్థ రిఫ్రాక్టరీలు : ఇవి క్రోమైట్‌లతో చేయబడును. కొలుములలో ఆమ్లక, క్షారక రిఫ్రాక్టరీలను వేరుపరుచుటకు ఇవి వినియోగింపబడును.

ప్రత్యేక రిఫ్రాక్టరీలు : పైన చెప్పినవాటికి తోడు కొన్ని ప్రత్యేకపు రిఫ్రాక్టరీలు కూడ పరిమితముగా వాడబడును. అల్యూమినా (ద్రవాంకము $2010^{\circ}C$), మగ్నీషియా (ద్రవాంకము $2800^{\circ}C$), జిర్కోనియా (ద్రవాంకము $2800^{\circ}C$), థోరియా (ద్రవాంకము $3800^{\circ}C$) వంటి విశుద్ధ ఆక్సైడ్‌లు, కార్బన్, కార్బైడ్‌లు ఉన్నత తాపక్రమములకు తట్టుకొనగల రిఫ్రాక్టరీలుగ వాడుకలో కలవు.

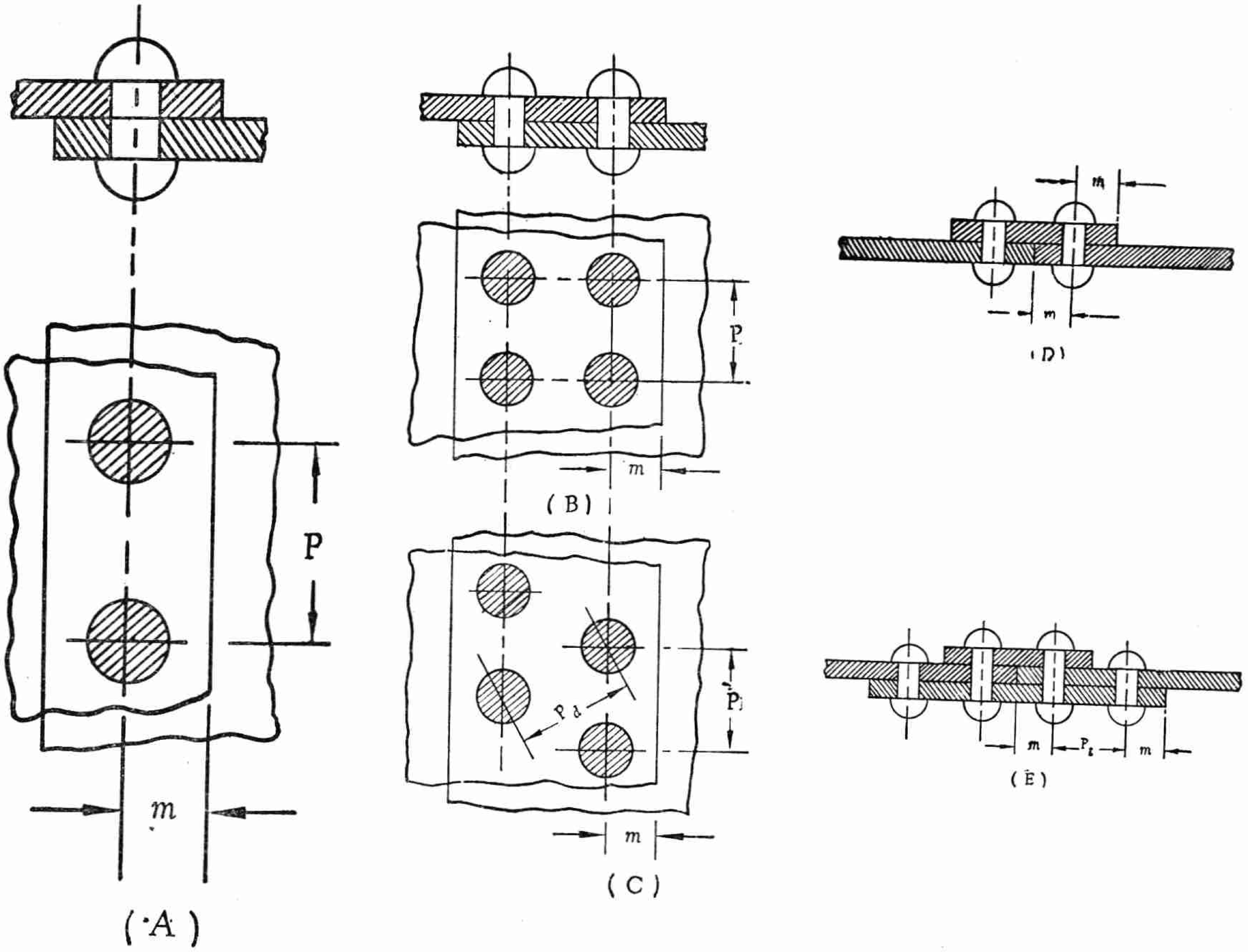
రిఫ్రాక్టరీలను వాటి కూర్పును బట్టి కూడ వర్గీకరించవచ్చును. రాసాయనిక సంఘటనము ఒకే విధమున ఉన్నను కూర్పు (సరంధ్రత, సాంద్రత) లో తారతమ్యము ఉండుటవలన ఉత్పన్నద్రవ్యముల ధర్మములు కూడ చాల వరకు మారవచ్చును. ఉదా: క్షయనమును ప్రతిఘటించుటకు బరువైన ఇటుక చాల ఉపయుక్తము కావచ్చును. అయితే, తాపబంధన ప్రయోజనమునకు అది పనికిరాదు. సరంధ్రత ఉన్నతముగ కల తేలిక ఇటుక ఇందుకు అనుకూలించును; ఏలన, దాని తాప వాహకత్వము, ఉష్ణతా సామర్థ్యము తక్కువగా ఉండును. ఇందు రిఫ్రాక్టరీలను సాధారణ ఇటుకలు, విశేష ప్రయోజనకరములు, తాపబంధకములు అని మూడు తరగతుల క్రింద విభజింపవచ్చును.

నిర్మాణ పద్ధతులు : ఈ పద్ధతులు రిఫ్రాక్టరీల రకముల మీద, కావలసిన పరిమాణములమీద ఆధారపడి ఉండును. ముడి ద్రవ్యములు అపేక్షిత నిష్పత్తులలో చేర్చి చక్కగా కలుపుదురు. అగ్ని మృత్తికలను పోతపోసి గాని, ఎక్స్‌ట్రూషన్ ద్వారా గాని, రంధ్రములద్వారా పంపి అదుముటవల్ల గాని రిఫ్రాక్టరీలుగ తయారుచేయుదురు. క్షారక రిఫ్రాక్టరీలను తరుచుగా పొడిగా ఉన్నప్పుడే ఒత్తిడికి గురిచేసి నిర్మింతురు.

రిఫ్రాక్టరీల, రిఫ్రాక్టరీ ద్రవ్యముల శోధన : రిఫ్రాక్టరీలను తయారు చేయుటకు వినియోగింపబడు ముడిసరకులను రాసాయనికముగ విశ్లేషించి పరీక్షించుట చాల అవసరము. ముడిద్రవ్యముల యొక్కయు, తయారు చేయబడిన రిఫ్రాక్టరీ ఇటుకల యొక్కయు రిఫ్రాక్టరీ స్వభావమును మదింపు చేయుటకు ప్రత్యేక శోధనలు చేయుదురు.

ఉత్పన్న ద్రవ్యముల సంకోచన స్వభావమును, ఒత్తిడికి గురి అగునపుడు వాటికి గల రిఫ్రాక్టరీ స్వభావమును వేరొక శోధన ద్వారా నిర్ణయింతురు. ఒత్తిడిని ప్రయోగించినపుడు విరిగిపోకుండ నిలబడ గల స్వభావమును, స్లాగ్‌ను ప్రతిఘటింప గల సామర్థ్యమును పరీక్షించుటకు చేయదగు శోధనలు వాటి వినియోగ పరిధులను బట్టి నిర్ణయింపబడి కావింపబడును. ఈ శోధనలు వాటి అనుకూల్యమును స్థూలముగ మదింపు వేయుటకు మాత్రమే ఉపకరించును. వినియోగ సమయమున వాటి ప్రవర్తనను సూచించుటకు అవి చాలవు. వి. కృ. మూ.

రివెటింగు : రివెట్ ఒక చిన్న మేకువలె ఒక ప్రక్క సూదిగాను, మరొక ప్రక్క వెడల్పుగల తల కలిగియు ఉండును. రెండు లేదా అంతకన్న ఎక్కువ తగడులు, పటకారు వంటి డాలీబార్‌తో గట్టిగా అదిమి పట్టి చొచ్చుకొని వచ్చుచున్న రెండవ చివరను గాలి ఒత్తిడితో పనిచేయగల రివెటింగు గన్‌తో గాని, మెషీన్ రివెట్‌తో గాని గట్టిగా అదుముటవలన రెండవ శీర్షము ఏర్పడును. దీనిని బిందువు (పాయింటు) అందురు. ఈ పద్ధతి రెండు విభాగములను సుస్థిరముగా చేర్చి ఉంచుటకు ఉపయోగించును. ఈ విధముగా రెండు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువగా మెషీను లేదా నిర్మాణపు అంగములు - సాధారణముగా రెండు తగడులు, ప్లేటులు లేదా పలకలను సుస్థిరముగా చేర్చి ఉంచు క్రియ 'రివెటింగు'. ప్లేటు సాధారణముగా ఒక దాని మీద ఒకటి పెట్టి లాప్డ్ జాయింటు గానో లేదా బట్ జాయింటు గానో చేర్చి అతుకవచ్చు. జాయింటులలో రివెట్లు మాత్రము ఒకే

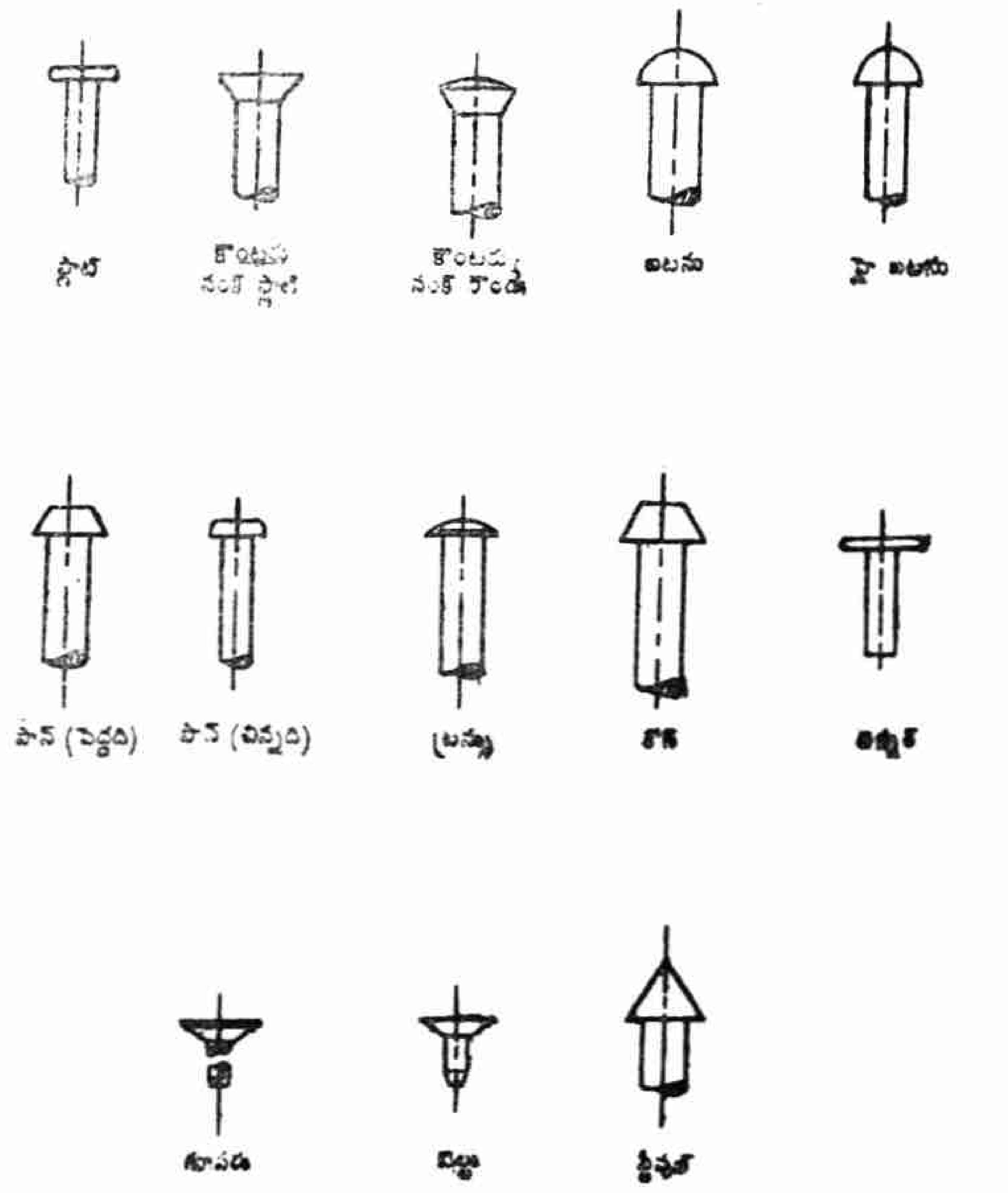


చిత్రము - 1 : రివెట్టు జాయింటులు ; లాప్డ్ జాయింటులు D & E ; బట్ జాయింటులు A, B & C.

పలకలు వంటి విభాగములను చేర్చవలసి వచ్చినప్పుడు ఒక దాని క్రింద మరొకటి పెట్టి బెజ్జములు సమ సూత్రప్రాయముగా ఉండునట్లు అమర్చి, ఆ బెజ్జములలో రివెట్లను జొనుపుదురు. పై ప్రక్క వెడల్పుగా చేయబడిన తలను వరుస లేదా సమానమైన ఎడములలో అనేక వరుసలు (బహువరి) గానో, దూర దూరముగా అనేక రకములు గానో చేయవచ్చును [చూ. చిత్రము - 1]. బట్ జాయింటులలో మాత్రము ఈ చెరుపును సంసిద్ధించుటకు ఒకటి లేదా అంత

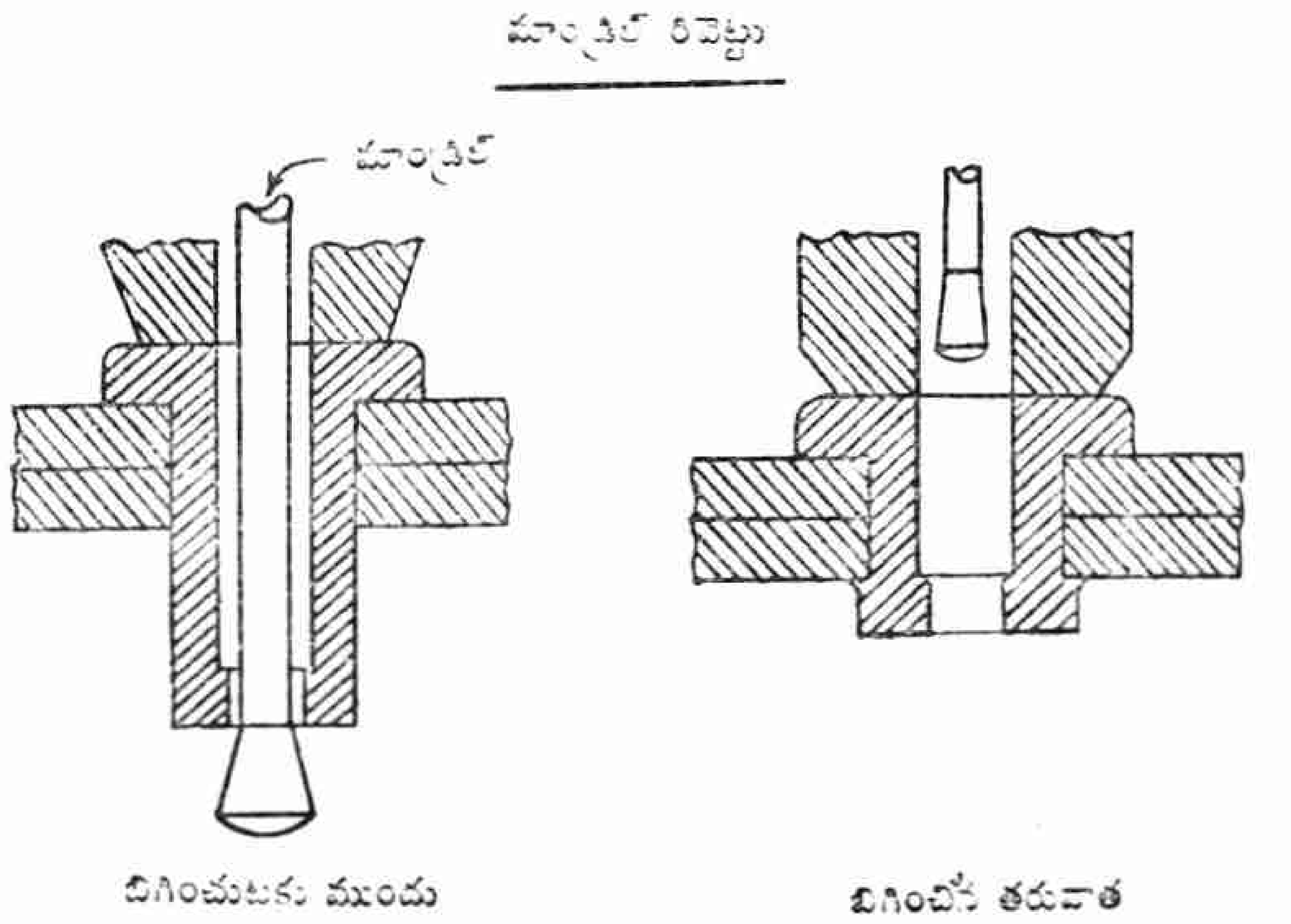
కన్నా అధికముగా ప్లేటులను ఉపయోగించ వలసి ఉండును.

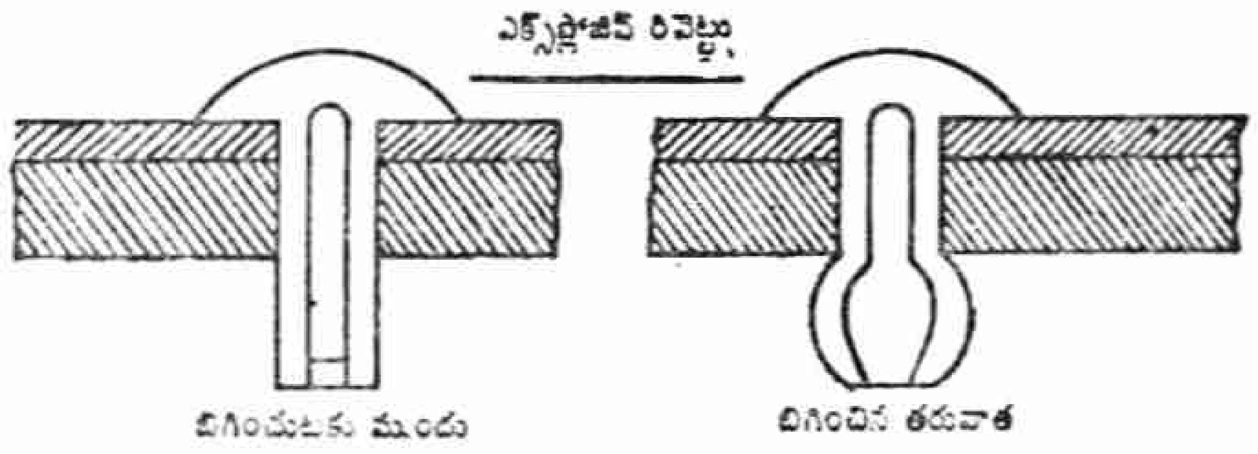
అనేక సంవత్సరముల తరబడి మెషీను విభాగములను గాని, నిర్మాణాంగములను గాని ఒక దానితో ఒకటి



చిత్రము - 2: రివెట్లు తలలు

చేర్చుటకు రివెటింగు సర్వాంగీకారమైన విధానమై ఒప్పి ఉన్నది. ఇటీవల విస్తారముగా వెల్డింగు [చూ.] అతి





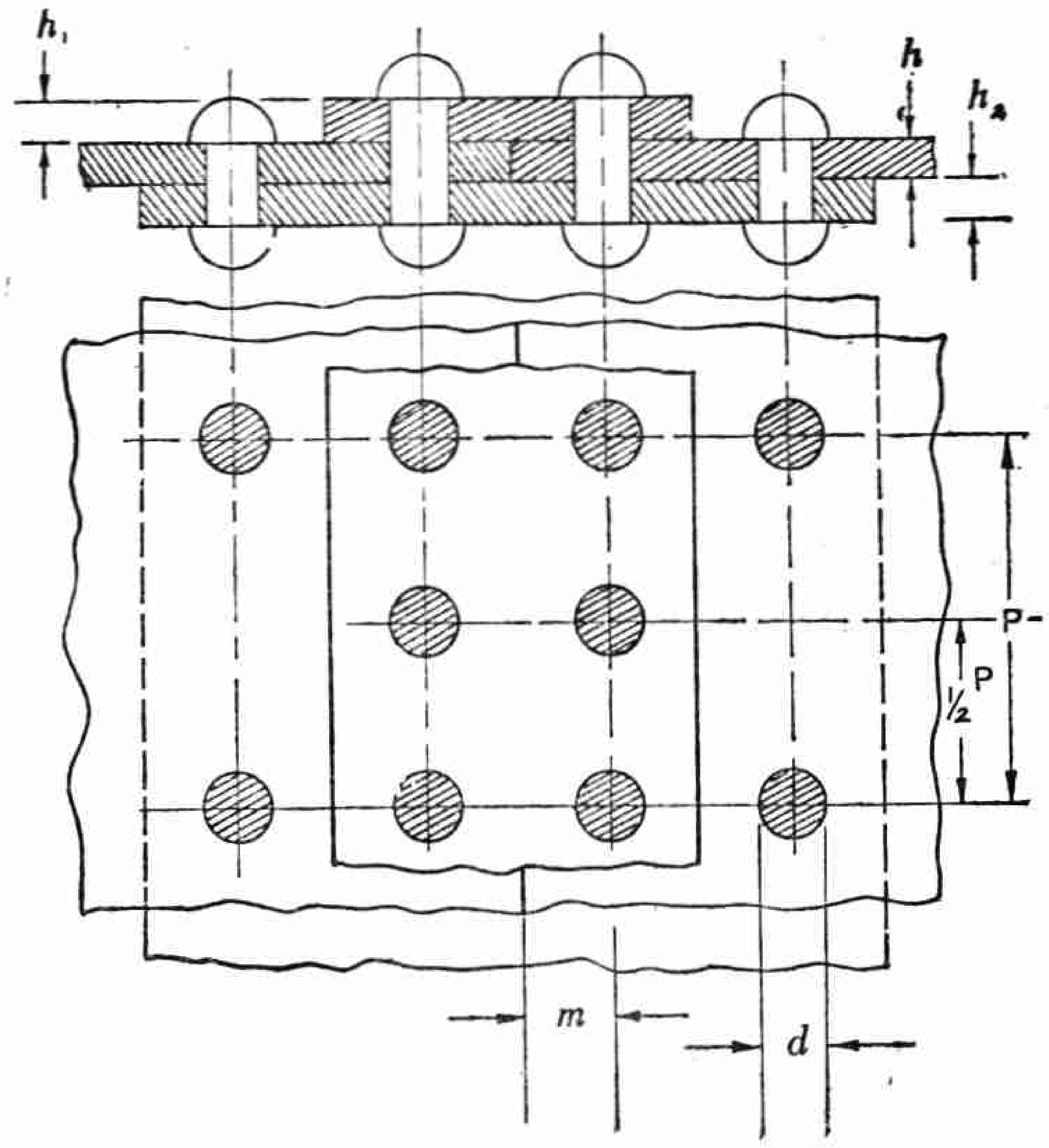
చిత్రము - 3 రెండు విధములయిన బ్లయిండ్ రివెట్లు

పటిష్ఠమైన బోల్టింగు ప్రచారమునందు ఉండుట వలన రివెట్ల ఉపయోగము తగ్గుముఖము పట్టినది.

క్రింది శీర్షాకారములు గల చిన్నరకపు రివెట్లు (11·112 మి. మీ. (7/16") లు అంతకన్న చిన్నవి) సాధారణముగా ఉపయోగింప బడుచున్నవి: చదును (ఫ్లాటు), కౌంటర్ సంక్, బటన్, పాన్ & ట్రస్‌లు చిత్రము - 2లో సూచింప బడినవి. సర్వసాధారణముగా రివెట్లు ఉక్కుతో తయారు చేయబడుచున్నను కొన్ని ప్రత్యేక ఉపయోగములకు అల్యూమినియము, రాగి మొదలగు ధాతువులు కూడా వాడబడుచున్నవి [చూ. చిత్రము - 2].

పెద్దరకపు రివెట్లు (12.7 మి. మీ. (1/2") దానికి పైబడినవి) పెద్ద పెద్ద భవన నిర్మాణములకు, బాయిలర్లకు, నౌకా నిర్మాణములకు క్రింద ఉదాహరింప బడిన శీర్షములు గల రివెట్లను ఉపయోగింతురు [చూ. చిత్రము - 2].

గుండ్రని శీర్షము కలవి, కౌంటర్ సంక్, బటను (విస్తారముగా వాడ బడుచున్నవి). హై బటను లేదా ఎకరాన్, చదును, శీర్షము కొట్టబడిన సూచి, పైన బిళ్లగా ఉన్న ఫ్లాట్ టాప్, కౌంటర్ సంక్ మొదలైనవి. బాయిలర్



చిత్రము - 4

రివెట్లు వేసిన పిదప జాయింటు పరిమాణములు

రివెట్లు పెద్ద రివెట్లవలెనే శీర్షములు కలిగి ఉండును. కాని, వాటి పై శీర్షములు స్తూపాకారముగ (స్టీపిల్) పెద్ద పెద్ద పరిమాణములలో ఉండును.

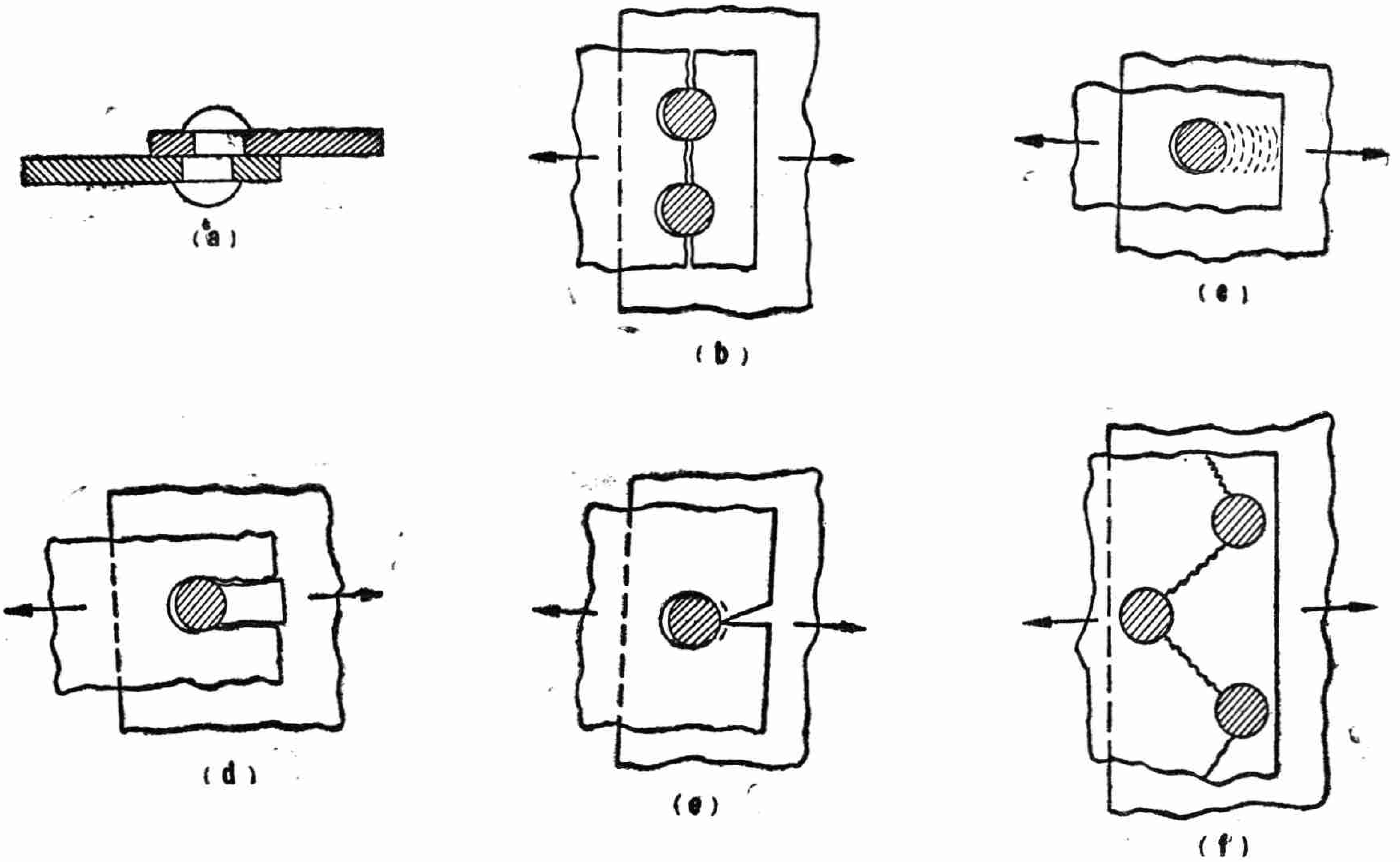
ఇక ప్రత్యేక అవసరములకు అనుకూలముగాను, అనుగుణ్యముగను టిన్నర్ రివెట్లు రేకులు పలకలు తాపుటకు, అతుకుటకు శీర్షములు చదునుగా ఉండును. పిపా కట్లకు కూపర్ రివెట్లు, నడికట్టువంటి బెల్ట్ ప్రక్కలు తాపుటకు నడికట్టు రివెట్లు ఉపయోగింపబడును. ప్రత్యేకమైన ప్రదేశ

ములు అందు చాటులో లేనపుడు, అనువుగా లేనపుడు బ్లైండ్ రివెట్లను వాడుదురు. ఇవి సాధారణముగా మరలు, మాండ్రిల్ & ఎక్స్‌ప్లోజివ్‌లు అను మూడు రకములుగా ఉండును [చూ. 665 పుటలోని చిత్రము - 3]. మాండ్రిల్ రకములో మాండ్రిల్‌ను లాగుతూ రివెట్‌ను వేయుదురు. ఎక్స్‌ప్లోజివ్ రకములలో ప్రత్యేకముగా హాట్ ఐరన్ వినియోగముతో తాపుడు ప్రక్రియ చేయవలసి వచ్చినపుడు ఆ ప్రత్యేక ప్రదేశమునందు ప్రేలుడు మందును పెట్టి ప్రేల్చుదురు. ఆ ప్రేలుడు వల్ల వ్యాకోచము పొంది రివెట్ బిగుసుకుపోవును.

రివెటెడ్ జాయింటులు, వాటి కొలతలు పరిమాణములను బట్టియే వివరింపబడును. పరిమాణ రేఖ మీద ఒకదాని తరువాత మరొకటి వరుసగా ఉండు రివెట్ల మధ్య దూరము పిచ్ P. దగ్గర దగ్గరగా ఉండు పరిమాణ రేఖల మీద వివిధ రకముల పిచ్‌ను, ఆ జాయింటుకు పెద్ద పిచ్ కలదని నుడువుదురు. ప్లేటు లేదా తగడు అంచుకు సమానాంతరముగా రివెట్ల మధ్య నుంచి ఏర్పడు రేఖ గేజ్ లైన్ - ఇదే పరిమాణ రేఖ - అనబడును. ప్రమాణకాంశపు ఖండము లేదా పొడవు పిచ్ వెడల్పునకు సమానముగా ఉండును. ఒక రేకు లేదా తగుడు మీద ప్రక్క ప్రక్కల ఉన్నటువంటి రెండు పరిమాణ రేకుల మధ్య దూరము Pt. దీనినే బ్యాక్ పిచ్ లేదా ట్రాన్స్‌వర్స్ పిచ్ అందురు. వరుసగా రెండు పరిమాణ రేఖల మీది మధ్య దూరము డయగ్నల్ పిచ్ (కర్ణపరిమితి) Pd అనబడును. తగడు లేదా ప్లేటు అంచు పరిమాణ రేఖకు మధ్య దూరము మార్జిన్ m అనబడును. ఎంతమాత్రము బలము లేని ఒక ప్రమాణకాంశపు ఖండము బెజ్జములు లేనిదాని, అదే వెడల్పు గల తగడు శక్తికి గల నిష్పత్తి జాయింటు ఎఫిషియెన్సీ (జాయింటు దక్షత) అందురు. [చూ. 665 పుటలోని చిత్రము - 4].

రివెటెడ్ జాయింటు యొక్క బలము, ప్రతిబలము (స్ట్రెస్) S మీద ఆధారపడి ఉండును. ఈ విధముగా ఒక ఘన తగడు యొక్క ప్రతిబలము [చూ. చిత్రము - 4] $F = Phs$. టెన్‌సైల్ స్ట్రెంగ్త్ Ft. ఇది పై పరిమాణ రేఖ వద్ద $Ft = (p-d)\,hs$. ఇదేవిధముగా అన్నిరకముల రివెట్ల యొక్క కర్తన బలము (షియర్ స్ట్రెంగ్త్) Fs.

$$Fs = 2n_2 - n_1)\, d^2 Ss/4.$$



చిత్రము - 5

రివెట్ వేసిన జాయింటు దెబ్బతినుటకు కారణములు: (a) విరూపము; (b) రాచుకొని పోవుటవలన; (c) రివెట్టుగాని, ప్లేటుగాని నొక్కబడుట; (d) అంచుల రెండు వైపుల నుండియు విరూపము చెందుట; (e) అంచు రాచుకొని పోవుట; (f) వంకర టింకర తన్యతకు గురియగుట.

ఈ సమీకరణములో n_1 ఒక ప్రక్కగల రివెట్ల నంబరు; d రివెట్ యొక్క వ్యాసము. అన్ని రివెట్లు ఒకే వ్యాస పరిమాణములో ఉన్నట్లు ఊహించబడినది. రివెట్ క్రషింగు స్ట్రెంగ్త్ $Fc = (n_2H + n_1h_2)\ dSc$. ఇక్కడ h_2 పెద్ద పై తగడు యొక్క దళసరి. ఒక జాయింటు యొక్క అత్యధికమైన దక్షత C.

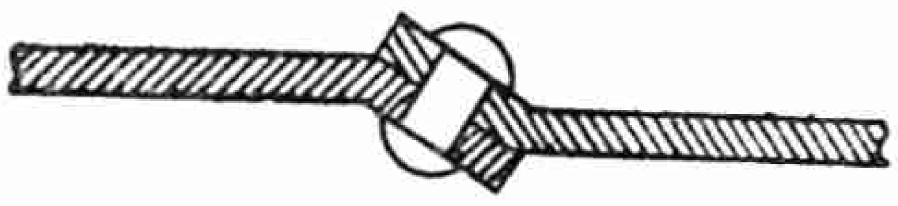
$$Ft = Fc = Fs.$$

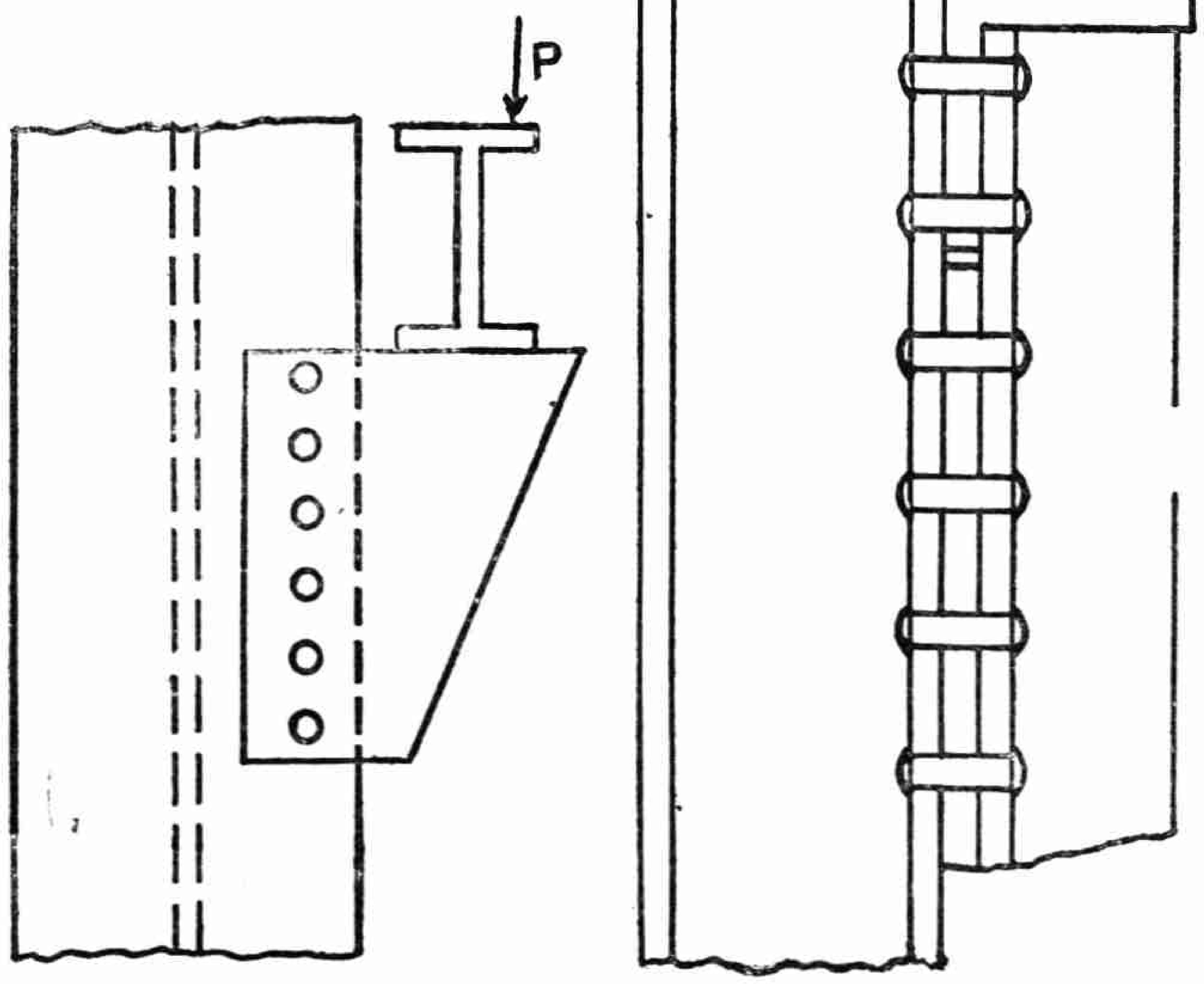
సాధారణ పరిస్థితులలో

$$emax = \frac{n_2 + (n_1h_2/h)\ Sc}{n_2 + (n_1h_2/h)\ Sc + S}$$

ఈ అత్యధిక దక్షత సమీకరణమునందు షియర్ రెసిస్టెన్స్ Ss లోపించును [చూ. 666 పుటలోని చిత్రము - 5].

ఒక రివెటెడ్ జాయింటు యొక్క టెన్షన్ పైన సూచించిన చిత్రము - 5 లో అయిదు విధములుగా ఉండవచ్చును. రెండు లేదా అంతకన్న ఎక్కువ బట్ జాయింట్లు తగడులయందు, పలకలయందు - రెండు లేదా అంతకన్న ఎక్కువ వరుసల రివెట్లలోను - వివిధ రివెట్ల మీద భార విభాగము అనిశ్చితము కాబట్టి జాయింట్ల దక్షత కట్టుట అంత సులభము కాదు. సాధారణముగా జాయింట్ల యొక్క దక్షత రివెట్లు మరియు తగడు బలముల పై ఆధారపడి ఉండినను తగడుల మధ్య జనించగల ఘర్షణ విస్తారముగ మధ్య ఏర్పడు భారమునకు కారణమగును [చూ. చిత్రము - 6].





చిత్రము - 6

లాప్ జాయింటుపై ఇష్టము వచ్చినట్లు భారము మోపిన అది వంగిపోవును

నిర్మాణపు కార్యకలాపములలో అధికముగా రివెటెడ్ జాయింట్లు వివిధ రకముల స్ట్రెస్‌ల మేళవింపుకు గురి అగుచున్నది [చూ. చిత్రము - 6]. ఈ జాయింట్లయందు వివిధ భాగములందు ఏర్పడు స్ట్రెస్ ఎక్కువగా సంకీర్ణమై ఉండును. సరియగు డిజైను స్ట్రెస్‌ను కట్టుటకు, సాధారణ షియర్, బేరింగు, బెండింగ్ లేదా టెన్సైల్ లోడింగులు మొదలగు వాటిని కావలసినంతగా మార్చుకొని వృద్ధి చేసికొనుచుండవలయును.

షెట్టీ.

రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు : ఉక్కు అంతస్థముగ ఉన్న సిమెంటు కాంక్రీటునకు రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు అని పేరు. ఈ సమ్మేళనములోని ఘటకములు రెండును ఇనుము, కాంక్రీటు వాటి వాటి విలక్షణముల మూలమున నమనము (బెండింగు), కృంతనము (షియరింగు), నోదనము (కంప్రెసరు) మొదలగు బాహ్యబలములకు లోనుగాకుండా నిలుచును.

రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటువలన లాభములు : దీనికి అనేకములగు నిర్మాణానుకూలములైన గుణములు కలవు. అందు క్రిందివి ముఖ్యమైనవి: 1. ఒకే ఘన పరిమాణము గల ఈ రెండింటిలో కాంక్రీటు కన్న ఉక్కు 90 రెట్లు ఎక్కువ ఖరీదు గలది. సమాన ఛేదములను పోల్చి చూచినచో ఉక్కు కాంక్రీటు కన్న 300 రెట్లు ఎక్కువగ ఉండు ఆతతి (టెన్షన్) ని సహించ గలదు; నోదన బలము విషయములో కాంక్రీటు కన్న ఉక్కు 90 రెట్లు ఎక్కువ బలమును సహించగలదు. కనుక, మోపబడ్డ ఒక భారముచే కలిగిన ఆతతి విషయములో కాంక్రీటు ఉక్కు కన్న 7.5 రెట్లు ఎక్కువ ఖరీదు; ఒక నోదన బలము వలన ఫలించు సంకోచన దృష్టిలో కాంక్రీటు ఖరీదు ఉక్కు కన్న దానిలో మూడవవంతు ఉండును. ఇట్లు ఈ రెండింటి సంయోగములో కాంక్రీటు సంకోచమునకు, ఉక్కు ఆతతికి మార్చి నిర్మాణము బలము కలదిగాను, ఆర్థికముగా లాభకరమైనదిగాను చేయును; 2. రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు ఎక్కువ స్థితిస్థాపక గుణకము కల ద్రవ్యము. అందువలన నిర్మాణమునందు పునాది మొదలు శిఖరమువరకు అందు పరస్పర బద్ధములై ఉండు ఘటక

ములు కారణముగ నిర్మాణము ఏకశిలా ఖండమువలె దృఢముగ నిలచును. అందువలన రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు నిర్మాణము విమాన దాడికి, భూకంపములకు ఎంతటి వికృతిని చెందినప్పటికిని కూలిపోదు; 3. అది అగ్ని ప్రమాదమువలన చెడిపోదు; 4. రాతితో, సున్నముతో కట్టిన కట్టడములు నోదనమునకు బలముగా నిలచినను ఆతతికి ఏమాత్రమును తట్టుకొన లేవు. ఆతతికి, నోదనమునకు అద్భుతముగ తట్టుకొని నిలుచునది రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు నిర్మాణము.

ఆర్. సి. సి. నిర్మాణ సిద్ధాంతము: ఆర్. సి. సి. డిజైను నిర్మాణమునకు మూలమగు - సర్వత్ర అంగీకారమును బడసిన - సిద్ధాంతము ఈ క్రింది ప్రమేయములపై ఆధారపడి ఉన్నది: 1. ఉక్కునకు, కాంక్రీటునకు మధ్య ఏర్పడు బంధము సమగ్రమైనది; అనగా స్ఖలనము సంభవించదు; 2. ఇంకొక విధమున చెప్పవలెననిన భారమును మోయుచున్న దూలమునందు జనించు వికారములు వాటిని కలుగజేయు ఒత్తిడులకు సమానుపాతములో ఉండును; 3. భారరహితమగు దూలము యొక్క ఏకతలీయ తిర్యక్ ఛేదము భారమును మోపిన తరువాత కూడ వక్రతావ్యాసార్ధమునకు లంబముగను, ఏకతలీయముగను నిలిచి ఉండును; 4. యంగ్ స్థితిస్థాపక గుణకము (మాడ్యులస్) నోదనమునకును, ఆతతికిని సమానమే; 5. భారము మోపిన దూలమునందు పని చేయుచున్న ఒత్తిడులు దూలపు ద్రవ్యము యొక్క స్థితి స్థాపక పరిమితులలో ఉండును; 6. ఉక్కు ఆతతినంతను స్వీకరించును. కాంక్రీటునందు కనపట్టు ఆతతి గణనలోనికి తీసికొనిరానంత స్వల్పముగ ఉండును.

ఈ పై ప్రమేయములలో అయిదవది - పనిచేయు ఒత్తిడులు స్థితిస్థాపక పరిమితులలో ఉండును అనునది - చాల ప్రధానమైనది. ఏలన, స్థితి స్థాపకతావధి వద్ద మొదటి మూడు సిద్ధాంత ప్రమేయములును భంగపడును.

దీని సుబోధమును గ్రహించుట కొరకు ఒక ఆర్. సి. సి. దూలముపై భారము మోపబడినపుడు ఏమగునో చూతము:

ప్రథమ భారారోపణమందు తరువాత ఆరోపణ కార్యముల ఫలముగ దూలమందు స్థిరమైన వికారము జనించును. అటుతరువాత వికృతి స్థితిస్థాపక గుణము కలది అగును. అనగా, భారమును తొలగించిన దూలము తొంటి అవికృత స్థితిని స్వీకరించును. ఈ స్థితి స్థాపక వికారము దూలము యొక్క అంతిమ సామర్థ్యములో సగము లేదా మూడవవంతువరకు ఒత్తిడితో ఏకరూపముగ ఉండును. తరువాత వికృతి ఒత్తిడి కన్న శీఘ్రతరముగ ఎక్కువ అగును.

దూలముపై ఇంకను భారము మోపినచో దూలము క్రింది భాగమున, మధ్య భాగమున బీటలు కన్పట్టును. కొనకు కాంక్రీటు విచ్ఛిన్నము అగును. దూలమందు ఉక్కు కావలసినదానికన్న ఎక్కువగను లేదా తక్కువగను ఉండినను నొక్కునకు వశమగు అంచున సంకోచము తొలిని సంభవించును. ఏ స్థితియందైనను ఉక్కునకు భంగము వాటిల్లదు. వాస్తవికముగా జరుగునది ఏమన: చాలినంత లేకపోయినను ఉక్కు ఎక్కువ తన్యతా గుణము కలది అగుటచే ఎక్కువగా సాగి, క్రింద జనించిన పగుళ్ళు మీది మీదికి ప్రాకి, నోదనమునకు వశమగు కాంక్రీటు యొక్క వైశాల్యము క్రమముగా తగ్గి, చివరకు భారమునకు తట్టుకొనలేనంత అల్పమగును.

పై దానికి విరుద్ధముగ కాంక్రీటు ఎక్కువగ ఉన్నప్పుడు, దూలము నొక్కుబడిన ప్రక్కను అది భగ్నమగుటకు ప్రారంభించును. నొక్కునకు ఇంక ఎక్కువగ వైశాల్యమును వృద్ధి పొందించుటకు, ఛేదమంతయు నోదనమును నిరోధించునంతవరకు తటస్థాక్షము క్రిందికి ప్రాకును. స్థితిస్థాపకమితిని చేరకముందే పగుళ్ళు గోచరించును అనుభూతార్థము అది నిజముగా సంయుక్త రచన గల దూలమని సూచించును. ఇందు ఉక్కు, కాంక్రీటు పరస్పర బద్ధములు అయినప్పటికి దేనికది భిన్న ఘటకమువలె ఆచరించును.

కాంక్రీటు హుక్కు నియమమును పాటించదు గనుక దూలము యొక్క ఏ భాగమందైనను జనించిన ఒత్తిడులు తటస్థాక్షమునుండి ఆ భాగపు దూరముతో సమానుపాతములో ఉండునను ప్రమేయము వాస్తవికము కాదు. నొక్కుబడిన ప్రక్కను ఒత్తిడుల పంపకము, తటస్థాక్షము వద్ద శూన్యమూల్యమునుండి అగ్రతలమున గరిష్ఠ మూల్యమువరకు, ఒక త్రిభుజము యొక్క సహ నిర్దేశకములవలె మారవలయుననునది వాస్తవికము కాదు. అవి పరవలయ రూపముననో, దీర్ఘవృత్త రూపముననో మారుచుండును.

ఇట్లు రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు దూలమని సాధారణముగ వ్యవహరింపబడునది వాస్తవికముగ ఒక కమానువంటి తోరణమో (ఆర్చి) లేదా ఒక సరళరూపము గల చట్రమో అగును. అది లింటెల్ లేదా పలక వంటిది అగునేని ఒత్తిడులు ఎక్కువయిన పరిస్థితిలో దాని ప్రవర్తన భారమును నిరోధించుటకు అడుగున ఇనుప ఊచతో బిగించబడిన జాక్ ఆర్చి ప్రవర్తనవలె ఉండును. కొనలనుండి

ప్రారంభించి అగ్రభాగము వైపు వ్యాపించు ఒక విధమగు ఆధార వస్తువువలె ఆచరించును. రికాబుల రూపముగాని లేదా కర్ణ రేఖీయ కృంతన శలాకలుగాని ప్రవేశపెట్టబడినప్పుడు అది నిజముగా దూలము లోపల ఉన్న కర్తరి (ట్రస్సు) చట్రమువలె గాని లేదా క్షితిజ సమాంతర ఆనత ఘటకములవలె లేదా ఒక N-ఆకారము గల ఆధార స్తంభమువలె లేదా జాలరూప ఆధారమువలె ఆచరించును.

పగుళ్లు సంభవించు మధ్యభాగములో చట్రపు లేదా కర్తరి ఉన్నట్లు దూలము ప్రవర్తించును. దీని చివరలు ఏకజాతీయ ద్రవ్యము గల దూలమువలె ఆచరించును. ఇంకను ఉక్కు విషయములో స్థితిస్థాపక గుణము స్థిరాంకమైనను (30,000,000), కాంక్రీటు యొక్క స్థితిస్థాపక గుణకము (2,000,000) స్థిరము కాదు. ఇట్లు ఈ రెండింటి మధ్య గల గుణక నిష్పత్తి (లెక్కల కోసము 15 అని గ్రహింపబడినది) కాంక్రీటు యొక్క గుణమును అనుసరించి 10 మొదలు 15 వరకు మారుచుండును. కాని, ఈ నిష్పత్తి ఏకరూపముగ ఉండునని నమ్ముటకు వీలులేదు.

అయినను ఆర్. సి. సి. నిర్మాణము చాల దార్ఢ్యము కలది. ఇందలి పునాదినుండి శిఖరమువరకు ఉన్న ఘటకములు ఉన్నత రీతిని పరస్పర బద్ధములై ఉన్నవి. అందువలన ఒక ఘటకముపై ఒత్తిడి అతిశయించినచో తక్కిన ఘటకముల సామర్థ్యము కుంటువడును. అంతియేకాక, మోటనమువంటి క్రొత్తరకపు ఒత్తిడులు, నిర్మాణయత్నమందు గణింపులోనికి తీసికొని రాబడని ఒత్తిడులు తల ఎత్త వచ్చును. ఇదిగాక, దత్తాంశములందు అనిశ్చితత్వము, గణనలోని లోపములు, పునాది సమముగా స్థాపించబడకుండుట, లోపయుక్తమైన ద్రవ్యములు, పర్యవేక్షణయందు శ్రద్ధలేమి మొదలైన దోషములు ఉండును. రీ-ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటులో మిక్కిలి ప్రధానమైన సుశిక్షిత నిపుణ పర్యవేక్షణ అన్ని వేళల అందుబాటులో ఉండదను భూతార్థముతో మేళవించబడిన పై భూతార్థములు అన్నిటినుండి ఆధునిక వైజ్ఞానిక శోధన యొక్క ఆశ్చర్యకరమైన ఫలము ఫెర్రో కాంక్రీటు అని ఉత్సాహపూరితుడగు యువక ఇంజనీరు ఆర్. సి. సి. నిర్మాణ పనులయందు మిక్కిలి జాగరూకత అవసరమని ఎరుగవలెను. ఏ సందర్భమునందైనను ఫెర్రో కాంక్రీటు నిర్మాణమందు పని చేయు ఒత్తిడులు, దాని అంతిమ సామర్థ్యములోని చతుర్థాంశమును లేదా అంతకన్న శ్రేయస్కరమైనది దాని స్థితి స్థాపక సామర్థ్యములోని అర్థాంశమును కాని మించకుండ కట్టుబాటు చేయుట చాల సురక్షితమైన మార్గము.

బలపోషణప్రక్రియ: కార్బన్ పాలు ఎక్కువగా లేని ఉక్కును ఈ పనికై సాధారణముగా వాడుదురు. ఇందులో మెత్తనిది, గట్టిది అని రెండు రకములు ఉన్నవి. స్థితిస్థాపకతా మధ్య గుణకము ఈ రెండింటికిని సమానమే. అనగా 2,109,210 కి. గ్రా. / సెం. మీ.^{2} (30,000,000 పౌ. / చ. అం) మెత్తని ఉక్కు యొక్క స్థితి స్థాపకావధి 2,460 - 2,800 కి. గ్రా. / సెం. మీ.^{2} (35,000 - 40,000 పౌ. / చ. అం.) మధ్య ఉండును. దాని అంతిమ సామర్థ్యము 4,920 - 5,625 కి. గ్రా. / సెం. మీ.^{2} (70,000 - 80,000 పౌ. / చ. అం.) శ్రేణిలో ఉండును. వ్యాపార సరళిలో ప్రబలి ఉన్న కొన్ని బలపోషణ ప్రక్రియ అందు కార్బన్ ఘటకము ఎక్కువ పాలులో ఉన్న ఉక్కు (0.5% కార్బన్) వాడుదురు. ఉన్నత స్థితి త్యాగబిందువు అతిశయిత అంతిమ సామర్థ్యము గల కమ్మచ్చున తీసిన తీగెతో చేసిన జాలము రూపమున బ్రిటన్‌లో నిర్మాణములందు వాడుదురు; నరదలు గల, మట్టపు తలము గల లేదా సమచతురస్ర ఛేదము గలవి లేదా నలుపబడినవి, నొక్కులు పడినవి, గుండ్రపాటివి, సాగతీయబడినవి అగు ఊచలు వాడుకలో ఉన్నవి. ఊచ యొక్క కనిష్ఠ వ్యాసము 6.35 మి. మీ. ($\frac{1}{4}''$) లును, గరిష్ఠ వ్యాసము 38.100 మి. మీ. ($1\frac{1}{2}''$) లును ఉండును; రెండవ రకము దూలములకు, స్తంభములకు వాడుదురు.

దూలములు, పలకలు: రీ-ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటుతో దూలములు, పలకలు కల రచన వంపునకు వశము చేసిన ఏకజాతీయ దూలములకు అన్వయించు సిద్ధాంతముపై ఆధారపడి ఉండును. దూలము యొక్క ఏదైన భాగము నమన భ్రమిషకు (బెండింగు మోమెంట్) గురియైనప్పుడు ఆతతి, నోదన ప్రేషములు ప్రత్యక్షముగ అందు ఉదయించును.

ఈ ప్రేషములను విశ్లేషించుటకు ఈ క్రింది ప్రమేయములు స్వీకరించబడినవి: 1. దూలముల సమతలచ్ఛేదములు సమతలముగను, వంగిన తరువాత కూడ అభిలంబముగను నిలుచును; 2. నమనమునకు గురియైన దూలము యొక్క ద్రవ్యమునందు జనించు ఒత్తిడులు స్థితిస్థాపక మితులలోనుండి హుక్కు నియమమును పాటించును; 3. యంగ్ గుణకము ఆతతికి, నోదనమునకు సమానమే. సరళ విధమున ఆధారము గల దూలము వంగునపుడు దాని మధ్యను క్రిందివైపునకు వంపు జనించును. ఆ భాగము యొక్క మీది తంతువులలో నోదన ప్రేషములు, క్రింది వాటిలో ఆతతి జనితమైన ఒత్తిడులు కనుపట్టును. దూలపు ఛేదము యొక్క ఏ బిందువు వద్దనైనా, ఈ పై చెప్పిన ఒత్తిడి తీక్ష్ణత, ఆ దూలము యొక్క

తటస్థాక్షమునకు ఆ బిందువు యొక్క దూరమును బట్టి ఉండును. ఇచ్చట తటస్థాక్షము అనగా దూలపు ద్రవ్యమందు వికృతి రహితమయిన అనుదైర్ఘ్యిక సమతలము పై పరిస్థితిని బట్టి నమనమునకు గురియైన దూలమందలి ఏ భాగపు ఛేదమందైనను ఒత్తిడుల వంపకము త్రిభుజాకారమున ఉండును. ఇది ఆ భాగము యొక్క పై భాగమందు, క్రింది భాగమునందు జనించు ఒత్తిడులకు అభిముఖముగను, సమముగను ఉండును.

కాంక్రీటు యొక్క నోదనను నిరోధించు సామర్థ్యమును, ఉక్కుయొక్క ఆతతిని ప్రతిఘటించు సామర్థ్యమును సరకుకొని, ఈ పై చెప్పిన సూత్రములు రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటుకు వినియోగించబడును. కాంక్రీటు ఆతతికి తట్టుకొనలేదు గనుక ఆతతి ప్రేషమంతటిని కాంక్రీటుకు ఆధారద్రవ్యమైన ఉక్కు స్వీకరించును.

రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు దూలముల నిర్మాణ విషయమున కల్పించబడిన సిద్ధాంత సూత్రములకు మూలము ఈ క్రింది ప్రమేయములు. అన్ని వ్యావహారిక ఉపయోగములకు ఇవి అన్వయించును: 1. కాంక్రీటు - ఉక్కు మధ్య సంయోగము సమగ్రమైనది. ఈ రెంటియందు సంభవించు వికృతి సమానముగ ఉండును; 2. కాంక్రీటు, ఉక్కు ఈ రెండును సమగ్ర స్థితిస్థాపక గుణము కలవి; 3. కాంక్రీటు ఆతతి ప్రేషమును భరించదు. ఆధార ద్రవ్యముగా ఉన్న ఉక్కు దానినంతటిని వహించును; 4. కాంక్రీటులో గాని, ఉక్కులో గాని సంకోచన, వ్యాకోచనము వలన జనించు ప్రాథమిక ప్రేషములు ఉండవు; 5. దూలము యొక్క ఏ ఖండము నందయిన కాంక్రీటులోని మొత్తపు నోదన ప్రేషము ఉక్కుయొక్క మొత్తపు ఆతతి ప్రేషమునకు సమానము. ఈ రెండు ప్రేషములు కలిసి ఒక యుగ్మము (కపుల్) గ ఏర్పడును. ఈ యుగ్మపు బిభ్రమిష బాహ్యానమనము యొక్క బిభ్రమిషకు సమానముగ ఉండును. నోదనము వైపున ఉక్కును ఉపయోగించుచో కాంక్రీటులోను, ఉక్కు మొత్తపు నోదన ప్రేషము ఆతతి వైపు ఉక్కు యొక్క మొత్తపు ఆతతి ప్రేషమునకు సమానముగ ఉండును.

తటస్థాక్షము, ఒత్తిడి మూల్యము ఏకజాతీయ ద్రవ్యముచే నిర్మితమైన చతురస్రాకారము గల దూలము విషయములో దాని తటస్థాక్షము దూలము మధ్య ఉండును. కాని, రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు ఖండములకు తటస్థాక్ష స్థానము నియతమై ఉండదు. దాని యథార్థ స్థానము దాని బలపోషక ద్రవ్యరాశిని బట్టియు, ఆ ఖండములో ఆ పోషకద్రవ్య విభజనను బట్టియు ఉండును. సమాన తల వైశాల్యము గల నలుపలకల కాంక్రీటు దూలము యొక్క AA, BB అను ఖండమును గణనలోనికి తీసికొందము. దీని వెడల్పు b, దళసరి d అనుకొందము. ఈ దూలమును పోషక ద్రవ్యముతో బలమును వృద్ధి చేయవలసి ఉన్నది. దానికై దాని అడుగు భాగమునందు ఆతతి ప్రేషమును స్వీకరించుటకు ఉక్కు ఊచలు ప్రవేశపెట్టబడవలెను. బలవర్ధకములైన ఊచల మధ్య బిందువు E F పై ఉండును. దూలపు ఉపరి భాగమునకు, దాని గురుత్వకేంద్రమునకు మధ్య గల దూరమునకు దూలము యొక్క కార్యకరమైన దళసరి అని పేరు. దీని చిహ్నము 'd'. ఒక ఖండము యొక్క తటస్థాక్షము యొక్క లోతు పై నుండి n అయినచో పైన వివరించినట్లు AA & EF వెంట పనిచేయు ఒత్తిడులు తటస్థాక్షము నుండి వాటి దూరములకు సమానుపాతములో ఉండును. అనగా:

$$\frac{\text{AA వెంట కాంక్రీటులో ఒత్తిడి}}{\text{EF వెంట కాంక్రీటులో ఒత్తిడి}} = \frac{n}{d-n}$$

A A వెంట ఒక కాంక్రీటులోని ఒత్తిడి నోదనమువలన జనించిన ఒత్తిడి; EF వెంట కన్పట్టునది ఆతతివలన జనించెడి ఒత్తిడి. కాంక్రీటు ఆతతిని ఏ మాత్రము గ్రహించదు గనుక, ఆ దూలమందు అచ్చోట ప్రవేశపెట్టబడిన ఉక్కు ఊచలు ఆతతిని అంతను భరించును.

కాంక్రీటు, ఉక్కు వీటిలోని ఒత్తిడుల అనుపాతము : ఒకద్రవ్యము యొక్క స్థితిస్థాపక గుణకము అనగా ఒత్తిడికి, వికృతికి మధ్య గల అనుపాతము స్థితిస్థాపక మధ్య గుణకము $= \frac{\text{ఒత్తిడి}}{\text{వికృతి}}$.

కాంక్రీటు విషయములో :

$$\text{కాంక్రీటులోని వికృతి} = \frac{1}{E_c} \times \text{కాంక్రీటులోని ఒత్తిడి.}$$

ఉక్కు విషయములో :

$$\text{ఉక్కులోని వికృతి} = \frac{1}{E_t} \times \text{ఉక్కులోని ఒత్తిడి.}$$

ఉక్కులో ఏర్పడు వికృతులకు, కాంక్రీటులో ఏర్పడు వాటికి మధ్య గల సంబంధము క్రింది సమీకరణములో వ్యక్తపరచిన విధముగ ఈ రెండు ద్రవ్యములలోని ఆ ఖండమందు కన్పట్టు ఒత్తిడుల అనుపాతము వ్రాయవచ్చును.

$$\frac{\text{AA వెంట కాంక్రీటులోని ఒత్తిడి} \times \frac{1}{E_c}}{\text{EF వెంట ఉక్కులోని ఒత్తిడి} \times \frac{1}{E_t}} = \frac{n}{d-n}.$$

AA వెంట కాంక్రీటులోని ఒత్తిడి నోదనము వలన జనించినది గనుక, EF వెంట ఆతతివలన జనించిన ప్రేషము గనుక ఈ క్రింది సమీకరణమును సంపాదించ గలము :

$$\frac{c}{t} \times \frac{E_t}{E_c} = \frac{cm}{t} = \frac{n}{d-n}.$$

లేదా

$$\frac{t}{c} = \frac{m(d-n)}{n}.$$

పై సమీకరణమునుండి తటస్థాక్ష స్థానమును నిర్ణయించవచ్చును.

పై సమీకరణమందు వజ్రగణన ప్రయోగము వలన -

$$nt = cm\,(d-n).$$

అనగా $nt + cm \cdot n = cm \cdot d$.

$$n\,(t + cm) = cmd.$$

$$n = \frac{cmd}{t+cm}.$$

$$ie \cdot n = \frac{1}{1 + \frac{t}{cm}} \times d.$$

లేదా

$$n = Nd.$$

ఇచ్చట

$$N = \frac{1}{1 + \frac{t}{cm}} = \frac{n}{d}.$$ సిద్ధించును.

$\frac{n}{d}$ ఒక స్థిరాంకము. దీని మూల్యము కాంక్రీటు, ఉక్కు, వీటిలోని ఒత్తిడులు, వాటి స్థితి స్థాపక మధ్య గుణకముల అనుపాతము (m) బట్టి ఉండును. సాగర్.

రూపాంతర శిలలు : భూపృష్ఠమున కొంత లోతున గల అతఃపూర్వపు అగ్నిశిలలు గాని, పంకశిలలు గాని పునర్విన్యాసము, పునస్సంఘటనము మొదలగు మార్పులకు లోనై రూపాంతరతను పొందినపుడు రూపాంతర శిలలు అని పిలువబడును. ఆ శిలలు మార్పులకు లోనగుట తాపక్రమము లేదా ఒత్తిడి లేదా రెండిటి సమ్మేళనము వంటి పరిసర శక్తుల పరిస్థితులలో సంభవించిన పరివర్తనముల ఫలితముగ జరుగును. ఈ పరివర్తనములు తటస్థించుటకు శిలల స్థానభ్రంశము లేదా ఆ శిలలు ఆగ్నేయ ప్రవృత్తికి చేరువగ ఉండుట లేదా తదితర సంఘటనలు కారణములు కావచ్చును.

రూపాంతరతలో రకములు : పైన పేర్కొనబడిన పరివర్తనములు పూర్వశిలలలోను, ఆ శిలలలో అంశీభూతములైన ఖనిజములలోను అంతవరకు ఉన్న సమతాస్థితిని భంగపరచుటచే దానిని తిరిగి నెలకొల్పుకొను ప్రయత్నములో ఆ శిలలు భౌతికముగను, ఖనిజ సంఘట్టన రీత్యాను మారి, రూపాంతరతను పొంద నుంకించును; ఈ సంఘటనకు స్వతోరూపాంతరత (ఆటోమెటామార్ఫిజమ్) అని పేరు. ఒకప్పుడు శక్తి పరిస్థితులలోని పరివర్తనములు కొన్ని రాసాయనిక పరివర్తనములతో సహా సంభవించి, శిలలలో నూతన ద్రవ్యము ప్రవేశించుటయో, ఉన్న ద్రవ్యము కొంత వైదొలగుటయో కూడ జరుగవచ్చును. ఇది ప్రతిస్థాపిత (మెటాసోమాటిక్) రూపాంతరత అని పేర్కొనబడును.

మార్పుల మహత్త్వమును బట్టి, తరగతిని బట్టి రూపాంతరత అల్పస్థాయి లేదా ఉన్నతస్థాయి రూపాంతరత కావచ్చును. మిడిమిడి లోతులలోవలె ఒత్తిడి ఒక్కటే ప్రధానశక్తి అగునపుడు శిలలు స్వీకరించు రూపాంతరత గత్యాత్మక లేదా శకలిత రూపాంతరత అనబడును. ఇది ఒక అల్పస్థాయి రూపాంతరత. దీని ఫలితముగ శిలలు భ్రద్ధలగును లేదా వాటి విదళన గుణము హెచ్చును. కాబట్టి, ఇది కేవలము భౌతికపు మార్పు. ఉదా : పలకలు, సున్నపురాయి.

తాపక్రమము, ఒత్తిడి రెండును ప్రధానములై ఉండు అధికతర నిమ్నములలో ఏర్పడునది గతితాప (డైనమోథెర్మల్) రూపాంతరత. ఇది ఉన్నతస్థాయి రూపాంతరత. ఇందు ఖనిజసంఘట్టనముతో సహా శిలల తత్పూర్వపు భౌతిక లక్షణములు కూడ దాదాపు అంతరించి, సరిక్రొత్త రకపు శిలలు రూపొందును. ఉదా : ఫిల్లైట్‌లు, షిస్ట్‌లు, నైస్‌లు, పత్రీకరణము (ఫోలియేషన్), సౌష్ఠవసమాంతర రేఖాకృతి (బాండింగ్), లాక్షణిక రూపాంతర ఖనిజముల (ఉదా : క్లోరైట్, ఎపిడోట్, గార్నెట్, కార్డెరైట్, సిల్లిమనైట్, కయనైట్ మొ.) వికసనము ఆ శిలలకు స్వాభావిక ధర్మములు.

అత్యధికములైన లోతుల వద్ద లేదా ఆగంతుక పదార్థముల సామీప్యము వద్ద తాపక్రమము ఒత్తిడికన్న ప్రబలతరమై ఉండును. అచ్చట శిలలు సంపర్క లేదా తాప రూపాంతరతకు గురియగును. తత్ఫలితముగ అవి పునస్స్ఫటికీకరించును. కాని, సౌష్ఠవ సమానాంతర రేఖాకృతిని ప్రదర్శింపవు.

ప్లూటానిక్ రూపాంతరత : ఇది మితిమీరిన లోతులలో సంభవించును; తాపక్రమము, గతిరాహిత్యప్రేషము

(హైడ్రోస్టాటిక్ ప్రేషము) అతి ప్రధానములై ఉండును. ప్లూటానిక్ రూపాంతర శిలలు పూర్తిగా పునస్స్ఫటికీకరించి, అనేక విషయములలో అగ్నిశిలల [చూ. పు. 166] ను అనుకరించును. సాధారణముగ వీటికి, అగ్ని శిలలకు మధ్య గల వ్యత్యాసము సునిశితమైనది; రెండిటిని వేరు వేరుగ గుర్తుపట్టుట తరుచుగ కష్టసాధ్యము. ఇటులనే అత్యున్నత స్థాయిలో రూపాంతరతను పొందిన ఒక శిల పూర్వరూపమున అగ్నిశిలయో, పంకశిలయో చెప్పగలుగుట కూడ బహు కష్టసాధ్యము; ఏలన, అట్టి రూపాంతరతలో శిలలు పూర్తిగా ద్రవీకరించుట, తిరిగి స్ఫటికీకరించుట జరుగును. ఇది భారీ ఎత్తున జరిగినచో ఆ సంఘటన శిలల పునర్జననము (పాలింజెనిసిస్) అని పేర్కొనబడును. ఉదా: లెప్టినైట్‌లు, ఆంఫిబోలైట్‌లు, చార్నొకైట్‌లు, ఎక్లోగైట్‌లు. ఇప్పుడు కొన్ని రూపాంతర శిలలను గూర్చి సంగ్రహముగ తెలిసికొందము.

హారన్‌ఫెల్స్ : ఇవి జిగటమట్టిరాయి (షేల్) నుండి సంపర్క లేదా అధికతాప రూపాంతరత వలన ఏర్పడిన శిలలు; తెలుపు లేదా లేత బూడిదరంగు కలిగి ఉండును. ఇందు క్వార్ట్జ్, ఆంఫిబోల్‌లు ఆవశ్యక ఘటక ఖనిజములు; బయోటైట్, మస్కొవైట్‌లు ఉపాంగ ఖనిజములు. X వలె లేదా వల వలె అల్లబడిన కూర్పు దీని లాక్షణిక ధర్మము.

చలువరాయి : ఇది సున్నపురాయి కాని, డోలమైట్ కాని రూపాంతరము పొందుటవలన రూపొందును; సమానకణమయమైన, దృఢమైన భారీ శిల; తరుచుగా చక్కని రంగులు ప్రదర్శించును. అలంకారిక శిలగ, భవనముల అంతఃఅలంకరణకు, వాస్తు శిల్ప కృషికి చలువరాయి మిక్కిలి ప్రయోజనకారి; విలువ కలది.

క్వార్ట్జైట్ : ఇది ప్రధానముగా క్వార్ట్జ్ కణములతో సంఘటితమై ఉండును; సమానకణమయమైన, దృఢమైన శిల; ఊదా, ఆకుపచ్చ, బూడిదరంగులు గాని, తెలుపు రంగు గాని కలది; చాల బరువైన శిల.

లెప్టినైట్ : ధవళకాంత శిల; ఇందు క్వార్ట్జ్, ఫెల్డ్‌స్పార్, గార్నెట్ ఆవశ్యక ఘటక ఖనిజములు; గ్రానైట్‌ను పోలి ఉండును.

ఆంఫిబోలైట్ : గాబ్రోను పోలి ఉండును; అయితే, ఇది హారన్‌బ్లెండ్, ప్లాజియోక్లేజ్ ఖనిజములతో కూర్పబడి ఉండును.

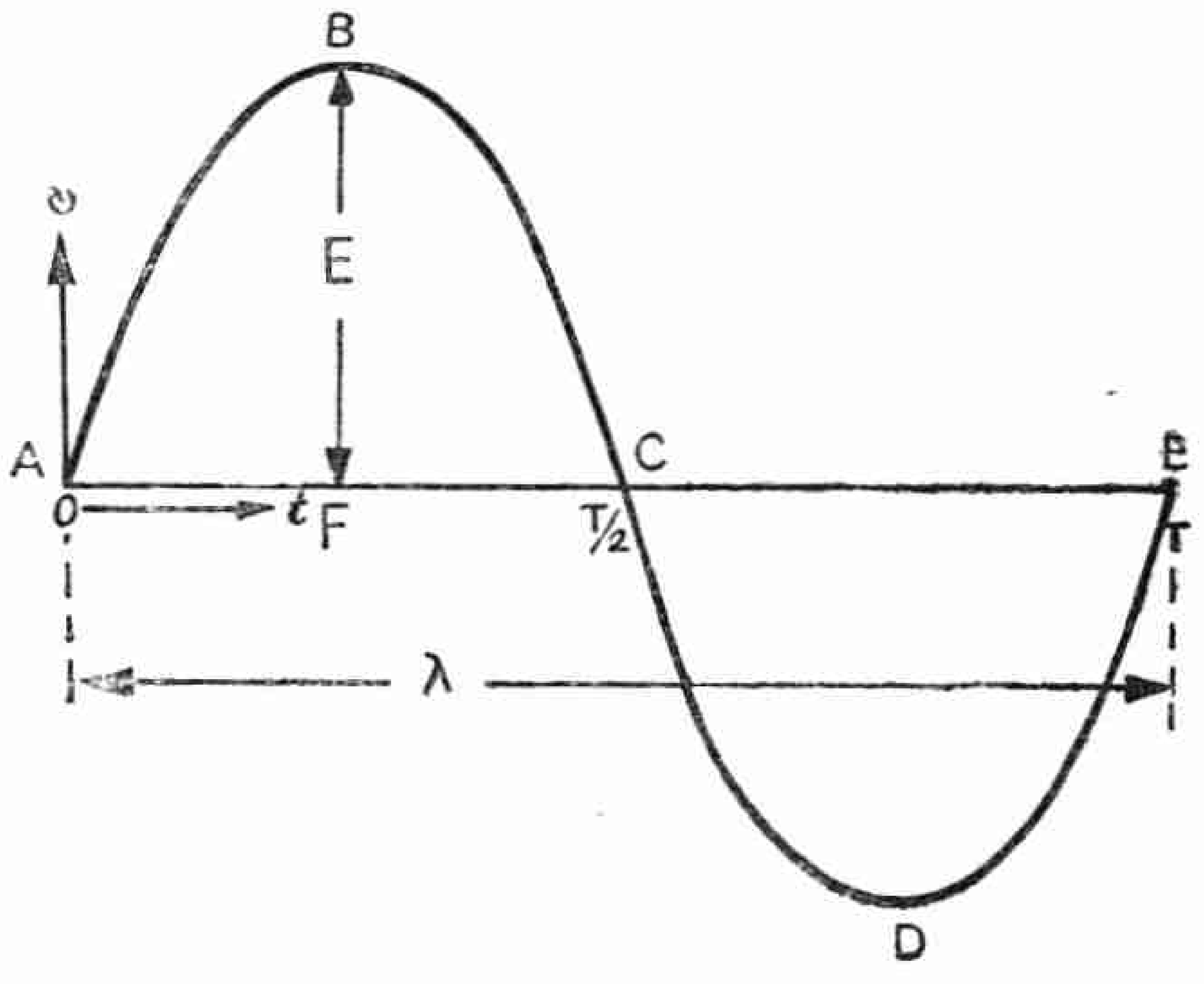
చార్నొకైట్ : లేత బూడిద - నలుపురంగు కల శిలా సముదాయము. వాటిలో ఆమ్లకములనుండి అతి క్షారకముల వరకు గల అన్నిరకములు కలవు. ఇవి మొట్టమొదట మద్రాసు సమీపమున సెయింట్ థామస్ మౌంట్ వద్ద సర్ థామస్ హాలండ్‌చే గుర్తింపబడినవి. అవి మాగ్మాల వ్యత్యస్తీకరణ, స్ఫటికీకరణముల వలన రూపొందిన ప్లూటానిక్ అగ్ని శిలలు అని అతడు అభిప్రాయపడెను తరువాత అవి భారతదేశమున, ప్రపంచమున పలు చోటుల కనుగొనబడినవి. వాటి ఉత్పత్తి ప్రకారము వివాదాస్పదమైనది. అయితే, అవి విస్తారమైన లోతులలో రూపాంతరితములైన శిలలు అని పలువురి ఉద్దేశము.

ఎక్లోగైట్ : ఇది సామాన్య శిలారకము కాదు. దీనిలో గార్నెట్, పైరాక్సీన్ లాక్షణిక ఖనిజములు. ఇది సమానాంతర కణముల కూర్పుకలది. దీని సాంద్రత సాధారణ శిలల సాంద్రతకంటె హెచ్చు. ఆ. వెం.

రెసిన్‌లు : చూ. జిగురులు, రెసిన్‌లు - పు. 368.

రేడియో ప్రసారము : ఒక ప్రదేశము నుండి వార్తలు, సంగీతము, వినోదములు మొదలగు కార్యక్రమములను తంతులు లేకుండ ప్రసారము చేయుటకు 'రేడియో ప్రసారము' అందురు.

రేడియో తరంగములు : ఉష్ణతరంగములు, కాంతి తరంగములు, X (ఎక్స్) - కిరణములు, విశ్వ కిరణములు మొదలగునవి విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగములు రేడియో కూడ ఈ జాతికి చెందినదే. ఇవి విద్యుత్తు ప్రకంపనముల వలన జనించును. ఈ తరంగములు అన్నియు సెకనుకు 3 లక్షల కి. మీ. వేగముతో (అనగా 1,86,000 మైళ్లు) ప్రయాణము చేయును. ఈ సామాన్య వేగము గల తరంగములను ఉపయోగించి, చాల దూరమునుండి వార్తలు మొదలగునవి తత్‌క్షణమే వినగలుగుచున్నాము.



చిత్రము - 1

ఒక పూర్తి ఆవృత్తి 'A' నుండి 'E' వరకు గల దూరము తరంగ దైర్ఘ్యము

తరంగములు : తరంగములలో విద్యుత్తు ప్రవాహపు దిశ సెకనుకు కొన్ని సార్లు మారుచుండును. రేడియో

ౕరంగములలో సెకనుకు కొన్ని లక్షల సారులు, మన ఇండ్ల ౹ద్యుచ్ఛక్తిలో సెకనుకు 50 సారులు ఇట్టి మార్పులు ´లుగును. ఒక పూర్తి ఆవృతిని సైకిలు* అనియు, సెకనులో ´లుగు మార్పుల సంఖ్యను 'పౌనః పున్యము (ఫ్రీక్వెన్సీ)' ౨నియు అందురు. ఒక సైకిలు కలుగు కాలములో ౕరంగము ప్రయాణముచేయు దూరమును 'తరంగ దైర్ఘ్యము' అందురు [చూ. 672 పు. లోని చిత్రము - 1].

తరంగ విభజన : తరంగములను వాటి దైర్ఘ్యతను ౹ట్టి ఈ క్రింది విధముగ విభజింప నగును. ఇందు 1, 2, 3 తర

ఆకాశములో పోవు ఈ కిరణములు 'అయనావరణము' అను ఒక వాయు పొరచే పరావర్తింపబడి తిరిగి భూమిని చేరును. దీనివలన ఈ తరంగములు ఎక్కువ దూరములకు ప్రసరించును. అందుచే దూరప్రాంతములకు ప్రసారము చేయుటకు ఈ తరంగములనే ఉపయోగింతురు.

అయనావరణము : భూమిపైన సుమారు 80 నుండి 800 కి. మీ. ఎత్తున గల కొన్ని అయనీకృత వాయు పొరలకు 'అయనావరణము' అని పేరు. కాంతి కిరణములు అద్దమునుండి పరావర్తనము చెందినట్లు రేడియో తరంగ

తరంగ విభజన పట్టిక

తరంగములు	దైర్ఘ్యము మీటరులలో	సైకిళ్లు 1,000 Hz (హెర్ట్‌జ్)	ఉపయోగములు
1. దీర్ఘ తరంగములు	750—2140	400—140	టెలిగ్రఫీ, రేడియో ప్రసారము
2. మధ్యమ తరంగములు	190—555	1600—550	రేడియో ప్రసారము
3. హ్రస్వ తరంగములు	13—90	23,000—3,300	బహుదూర రేడియో ప్రసారము
4. హ్రస్వతమ తరంగములు	10—1	30,000—3,00,000	టెలివిజన్
5. సూక్ష్మ తరంగములు	1 కంటె తక్కువ	3×10^5 పైన	ప్రయోగములకు, వైద్యమునకు

ౕతులు రేడియో ప్రసారమునకు ఉపయోగపడును. భారత దేశములో 2, 3 తరగతులు మాత్రమే వాడుచున్నారు.

ఒక కేంద్రపు కార్యక్రమములు మరొకదానితో కలియ ౕండుటకు ప్రతి కేంద్రమునకు ఒక్కొక్క తరంగ దైర్ఘ్యమును ౹ర్దేశింతురు. ఆ కేంద్రము ప్రసారము చేయు వేళను బట్టి, దూరములను బట్టి ఈ తరంగ దైర్ఘ్యము నిర్ణయింపబడును.

దీర్ఘ తరంగములు ఎక్కువ దూరము ప్రయాణము చేయలేకపోవుట వలననూ, వీటిపై ప్రసారములందు 'కర్కశధ్వని' ఎక్కువగ ఉండుట వలననూ భారత దేశములో ఈ తరంగములను ఉపయోగించుట లేదు. ౹న్న దేశములలో మాత్రము వీటిని ఉపయోగింతురు.

మధ్యమ తరంగములను ఉపయోగించు ప్రసారిణులు దేశమునందు అక్కడక్కడ నెలకొల్పెదరు. ఈ తరంగములు కొలది దూరము మాత్రమే భూతలమున ప్రసరించును. భూమిని అనుకొని పోవు తరంగములను 'భూ తరంగములు' అందురు. ఈ తరంగములు కొంత దూరము పోవు ౹రికి పూర్తిగా క్షీణించును. అందువలన ఈ తరంగములు దూర ప్రదేశముల ప్రసారమునకు ఉపయోగపడవు.

హ్రస్వతరంగములు మధ్యమ తరంగముల వలె కాక ప్రసారిణినుండి ఆకాశ మార్గమున ప్రయాణము చేయును.

* 'సెకనుకు సైకిలు' అను దానికి హెర్ట్‌జ్ (Hz) అని ఇటీవలి వ్యవహారము. అనగా 50 సైకిళ్ళు / సెకనుకు = 50 హెర్ట్‌జ్‌లు.

ములు ఈ పొరల నుండి పరావర్తనము చెందును. ఈ పొరలు భూమిచుట్టూ కలవు. ఈ పొరలవలననే చాల దూర ప్రాంతములకు రేడియో ప్రసారము సాధ్యమగు చున్నది [చూ. వార్తాప్రసార ఉపగ్రహములు].

రేడియో ప్రసారక్రమము : ఏదైనా ఒక వస్తువు కనిపించునపుడు దాని ప్రక్కల ఉన్న గాలి రేణువులు కూడ ముందు వెనుకలకు కదులును. ఈ కదలికలు గాలిలో వ్యాపించి మన చెవులకు సోకినంతనే మనకు శబ్ద జ్ఞానము కలుగుచున్నది. ఈ కంపనములు సెకనుకు 15 మొదలు 20,000 వరకు మనము వినగలము. వీనినే 'శ్రవణీయ తరంగములు' అందురు. 20,000 సైకిళ్ల పైన రేడియో తరంగములు అందురు.

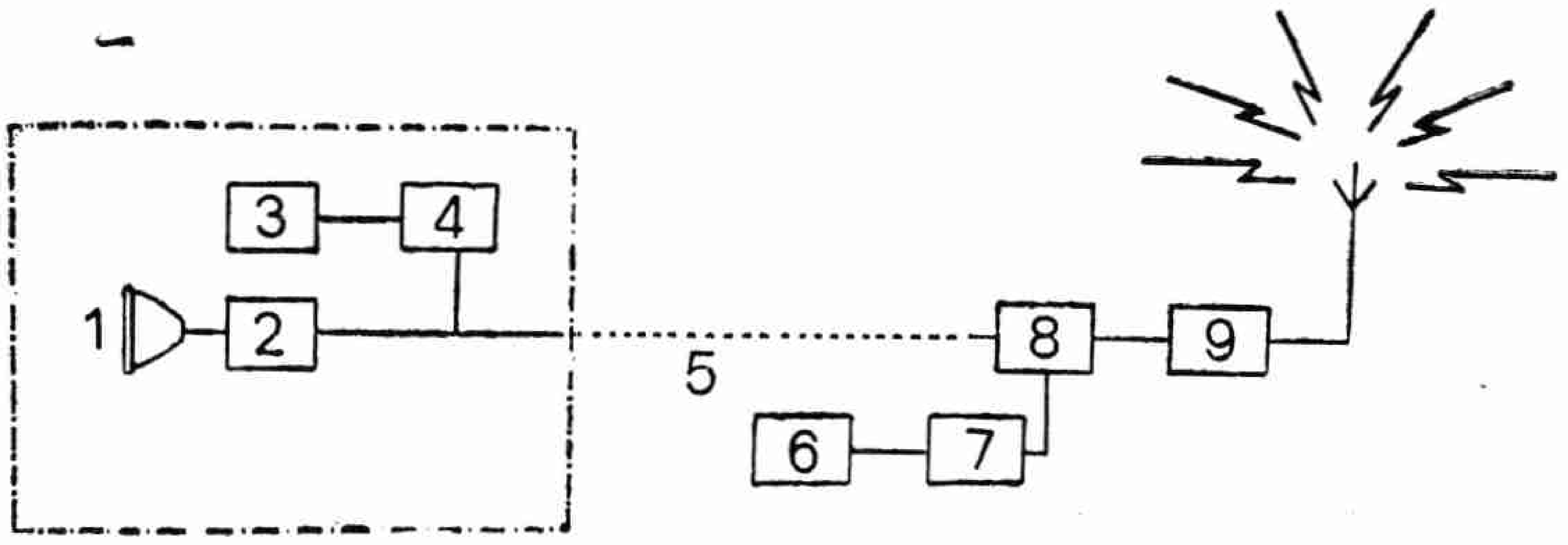
రేడియో ప్రసార క్రమము క్రింది విధముగ జరుగును [చూ. 674 పుటలోని చిత్రము - 2]. ప్రసారము చేయవలసిన కార్య కార్యక్రమము మైక్రోఫోనుముందు జరుపబడును. ఈ సాధనము శబ్ద తరంగములను విద్యుత్తు తరంగములుగ మార్చును.

మైక్రోఫోను అంప్లిఫయర్ : మైక్రోఫోనునుండి వెలువడు విద్యుత్తు తరంగములు చాల తక్కువ శక్తి కలిగి ఉండుటవలన ఈ విస్తారిణిని ఉపయోగించి వాటి శక్తిని అధికము చేయుదురు.

ప్రత్యేక శబ్దములు లేదా కల్పిత శబ్దములు : రేడియో నాటకములు మొదలగు ప్రత్యేక కార్యక్రమములకు

అవసరము అగు ప్రత్యేక శబ్దములు (ప్రతి ధ్వని మొదలగు నవి) వేరొక గదియందు పుట్టించి ఒక విస్తారిణి ద్వారా శక్తిమంతము చేసి మైక్రోఫోనునుండి వచ్చు విద్యుత్తు తరంగములతో కలుపుదురు.

పైన చెప్పిన సాధనములు మాత్రము స్టూడియోలో ఉండును. మిగిలిన భాగములు పట్టణము వెలుపల ఉండు ప్రసార కేంద్రమునందు ఉండును. స్టూడియో నుండి విస్తరింపబడిన విద్యుత్తుతరంగములు ఒక జత టెలిఫోను తీగెల వంటి తీగెల ద్వారా గాని, భూస్థాపిత తీగెల ద్వారా గాని ప్రసార కేంద్రమునకు కొనిపోబడును.



చిత్రము - 2

విశ్వప్రసారక్రమము : 1. శబ్దస్ఫుట యంత్రము; 2. శబ్ద స్ఫుట విస్తారిణి; 3. ప్రతి ధ్వనిశాల; 4. ప్రతిధ్వని విస్తారిణి; 5. టెలిఫోనువంటి తంత్రులు లేదా భూ స్థాపిత తంత్రులు; 6. ప్రశస్త ప్రకంపిని; 7. రేడియో విస్తారిణి; 8. శ్రుతి మిశ్రమ కారి; 9. శ్రుతి మిశ్రిత శక్తి విస్తారిణి.

ప్రధాన ప్రకంపని (మాస్టర్ ఆసిలేటర్): ఆ కేంద్రమునకు నిర్ణయింపబడిన తరంగ దైర్ఘ్యము గల విద్యుత్తు కంపనములను ఈ భాగము పెంపొందించును. ఈ పౌనః పున్యము ఏమాత్రము మారకుండునట్లు ప్రత్యేక శ్రద్ధ వహించి ప్రధాన ప్రకంపనిని నిర్మింతురు.

రేడియో ఆంప్లిఫయర్ : ప్రధాన ప్రకంపని నుండి వెలువడు తరంగముల శక్తి తక్కువగ ఉండుటవల్ల తగురీతిగ ఈ విస్తారిణితో ఎక్కువ చేసెదరు.

శ్రుతి మిశ్రమకారి (మోడ్యులేటర్): ఇది స్టూడియో నుంచి వచ్చు శబ్ద తరంగములను ప్రధాన ప్రకంపని నుండి వచ్చు రేడియో తరంగములతో కలుపును.

శ్రుతి మిశ్రిత శక్తి విస్తారిణి (మోడ్యులేటెడ్ పవర్ ఆంప్లిఫయర్): మిశ్రమకారినుండి వచ్చు మిశ్రమ తరంగములను శక్తిమంతము చేయుటకు ఇది ఉపయోగించును.

అట్లు శక్తిమంతము చేయబడిన మిశ్రమ తరంగములు 'ప్రసార ఆకాశ తంతువు (ట్రాన్స్‌మిటింగ్ ఏరియల్)' ద్వారా అన్ని దిశలకు ప్రసరింపబడును.

శబ్ద తరంగములను రేడియో తరంగములతో కలిపి ప్రసారము చేయుట ఏల అనిన, ప్రసార ఆకాశ తంతువు పొడవు తరంగ దైర్ఘ్యమును బట్టి మారును. శ్రవ్య తరంగములను ప్రసారము చేయవలెనన్న కొన్ని కి. మీ. పొడవు గల ఆకాశ తంతువు కావలెను. శ్రవ్య తరంగముల వ్యాప్తి సెకనుకు 50 మొదల 20,000 వరకు ఉండును. అన్ని కేంద్రములు ఈ తరంగమ లను అన్నింటిని ప్రసారము చేసిన రేడియో నుండి వచ శబ్దమునందు అన్ని ఒకేసారి వచ్చి వివరముగా ఉండదు.

గ్రాహక యం త్రము (రిసీవర్) ప్రసార ఆకాశ త తువు నుండి వెలు డిన మిశ్రిత రేడియో తరంగములు ఆక శము లోని 'ఈతర గుండా' ప్రయాణమ చేయునపుడు 'గ్రాహ కపు ఆకాశ తంతువు' వాటిని గ్రహించు [చూ. ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్ రే యో - పు. 190].

రేడియో ఫ్రీక్వెన్సీ ఆంప్లిఫయర్ : ఆకాశ తంతువు గ్రహించిన మిశ్రిత తరంగములను ఇది విస్తరించి శక్తిమంతము చేయును.

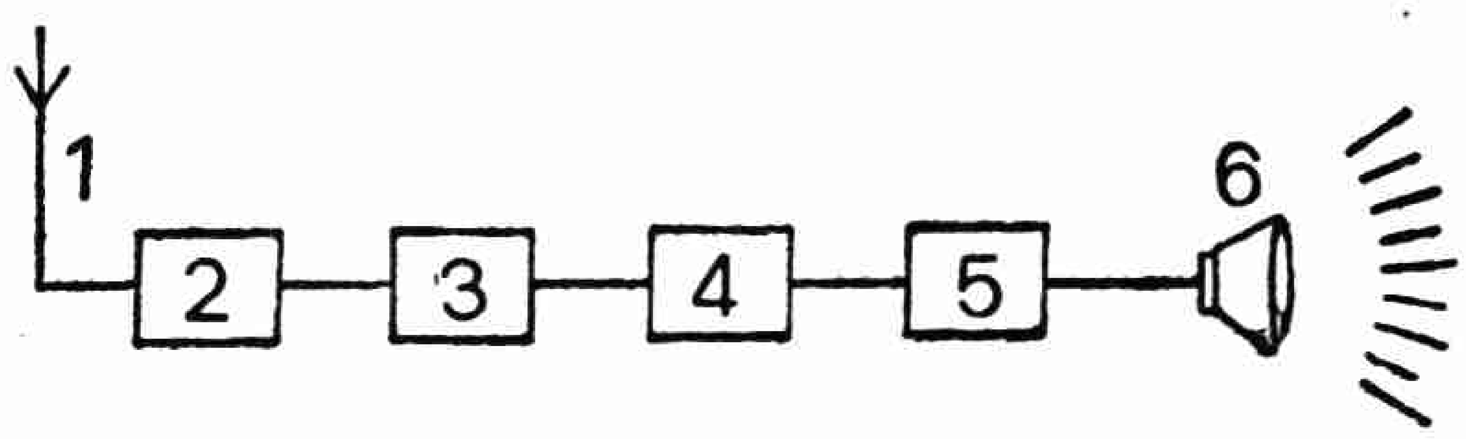
మిశ్రమ విభాగిని (డి మోడ్యులేటర్): ఇది మిశ్రి తరంగముల నుండి రేడియో తరంగములను, శబ్ద తరం ములను విడదీయును. ఇటుపైన కావలసినవి శబ్ద తరం ములే కావున రేడియో తరంగములను త్యజింతురు. రేడియో తరంగములు శబ్ద తరంగములను ప్రసా కేంద్రమునుండి మనవరకు కొనివచ్చుటకు ఉపయోగించ చున్నందువలన వీటిని 'వాహక తరంగములు' అని కూ అందురు. వాహకముగ ఉపయోగించుట తప్ప రేడియోలో వీటి అవసరము లేదు. ఈ మిశ్రమ విభాగిని ప్రసారి లోని శ్రుతి మిశ్రమకారికి ప్రతిరూపము.

శబ్ద తరంగ విస్తారిణి (ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ ఆంప్లిఫయర్) మిశ్రమ విభాగినిచే వేరు పరుపబడిన శబ్ద తరంగములన ఇది శక్తిమంతము చేయును.

బాహ్య శక్తి విస్తారిణి (ఔట్ పుట్ ఆంప్లిఫయర్): ఇ ధ్వనిని అధికము చేయు లౌడ్ స్పీకరు పని చేయుటక తగినంత శక్తి కలుగునట్లు శబ్ద తరంగములను తిరిగి శక్తి మంతము చేయును.

లౌడ్ స్పీకరు : ఇది ధ్వనిని అధికము చేయు సాధనము ఇది స్టూడియోలోని మైక్రోఫోన్ సాధనమునకు ప్రతి రూపము. ఇది శబ్ద విద్యుత్తు తరంగములను శబ్ద తరం

ములుగ మార్చును. ఈ యంత్రము నుండి వచ్చు శబ్దములే మనము వినుచున్న కార్యక్రమములు. ఈ భాగములు అన్నియు చిత్రము - 3 న చూపబడినవి [చూ. చిత్రము - 3].



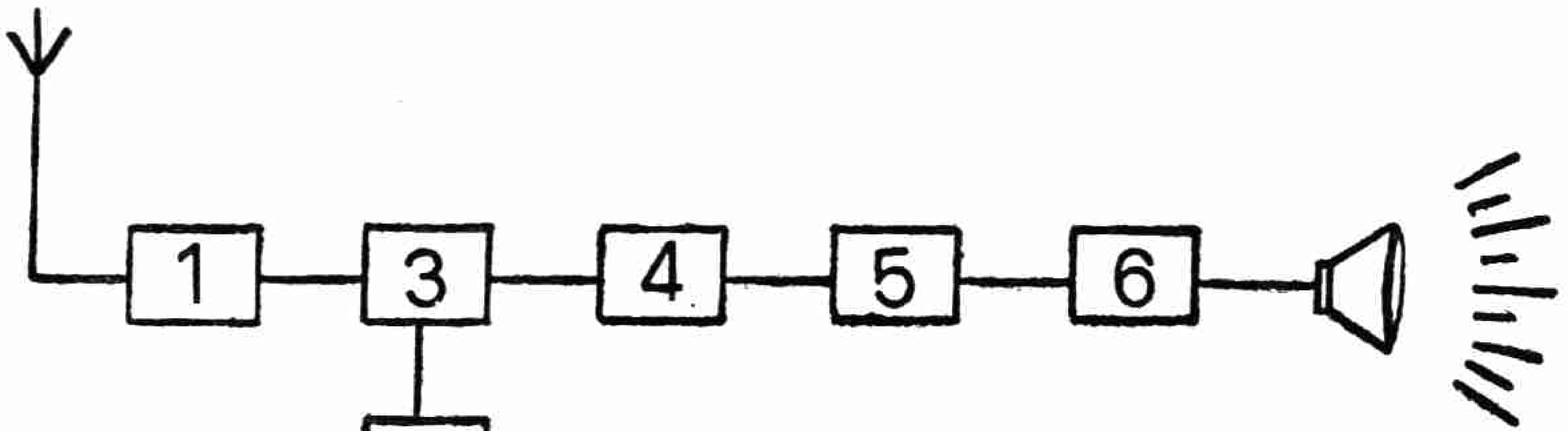
చిత్రము - 3

గ్రాహక యంత్రము: 1. ఆకాశతంతువు; 2. రేడియో పౌనఃపున్య విస్తారిణి; 3. మిశ్రమ విభాగిని; 4. శబ్దతరంగ విస్తారిణి; 5. బాహ్య శక్తి విస్తారిణి; 6. ధ్వని అధికము చేయు లౌడ్ స్పీకరు సాధనము.

పై ఆరు భాగములు గల సమష్టి యంత్రమునే మనము సాధారణముగా రేడియో అనుచున్నాము. దీనిలో కొన్ని రకములు గలవు. ప్రస్తుతము ఎక్కువగ వాడుకలో ఉన్న రకము 'సూపర్హెట్' అనునది. దీనిలో కొన్ని ప్రత్యేక లాభములు గలవు. దాని వివరములు క్రింద తెలుపబడినవి.

సూపర్హెట్ : దీనిని 'సూపర్ హెట్రొడైన్' అని కూడ అందురు. రెండు వేర్వేరు పౌనఃపున్యములను కలుపగా వేరొక పౌనఃపున్యము వచ్చును. దీనికి 'హెట్రొడైన్' అని పేరు. సూపర్హెట్‌లో ఆకాశ తంతువు నుండి వచ్చు తరంగములకు మరొక పౌనఃపున్యము గల తరంగములను కలుపుదురు. అట్లు కలుపగా ఫలించిన మూడవ పౌనఃపున్యమును మధ్యమ పౌనఃపున్యము (ఇంటర్మీడియేట్ ఫ్రీక్వెన్సీ) అందురు. ఈ మధ్యమ పౌనఃపున్య తరంగములను తక్కిన ఘట్టములకు పంపుదురు. మధ్యమ పౌనఃపున్యము మారకుండునట్లు ఆకాశ తంతువు నుండి వచ్చు పౌనఃపున్యమును ఉద్భవింపజేసి కలుపుదురు. అనగా ఆకాశ తంతువు ఏ పౌనఃపున్యమును గ్రహించిననూ మధ్యమ పౌనఃపున్యము మారదు. సాధారణముగ ఈ మధ్యమ పౌనఃపున్యము సెకనునకు 465 వేల సైకిళ్లు ఉండును. ఈ విధముగ మధ్యమ పౌనఃపున్యములను పొందుట వలన చాల లాభములు గలవు: 1. విస్తరీకరణ ఎలప్పుడూ ఒకే పౌనఃపున్యమున జరుగుట వలన ఆ పౌనఃపున్యమునకు తగినట్లు విస్తారిణిని ఎక్కువ విస్తరీకరణ పెంపుతో నిర్మింప నగును; 2. అధిక పౌనఃపున్యములో విస్తరీకరణము పొందుట చాల కష్టము. సూపర్హెట్‌లో 460 వేల సైకిళ్ల మధ్యమ పౌనఃపున్యముతో ఎక్కువ విస్తరీకరణను పొందనగును.

సూపర్హెట్ వివరములు: ఈ క్రింది స్థూల చిత్రము [చూ. చిత్రము 4] సూపర్హెట్‌లోని వివిధ ఘట్టములను చూపుచున్నది.



చిత్రము - 4

సూపర్హెట్ స్థూల స్వరూపము: 1. కావలసిన తరంగములను ఎన్నుకొను ఘట్టము; 2. స్థానిక ప్రకంపిని; 3. మిశ్రమకారి; 4. మధ్యమ పౌనఃపున్య విస్తారిణి; 5. మిశ్రమ విభాగిని; 6. శబ్ద తరంగ విస్తారిణి.

మొదటి ఘట్టము: ఆకాశ తంతువు తరంగ సంజ్ఞలను అందుకొనును. వీటినుండి కావలసిన తరంగ సంజ్ఞలను మాత్రమే (అనగా ఏదేని ఒక కేంద్రము యొక్క సంజ్ఞలు) ఈ ఘట్టము తీసికొని మిగత వాటిని వదలివేయును.

రెండవ ఘట్టము: స్థానిక ప్రకంపిని. ఇది మొదటి నుంచి వచ్చిన తరంగ సంజ్ఞకంటె ఎక్కువ పౌనఃపున్యము గల తరంగములను ఉద్భవింపజేయును. ఈ రెండింటి భేదమే మధ్యమ పౌనఃపున్యము.

మనకు కావలసిన కేంద్రమును మార్చుకొనుటకు ఒక బొగడను త్రిప్పునపుడు ఆ బొగడకే అమర్చబడి ఉన్న మరొక సంక్షేపకము (కండెన్సరు) మారి, స్థానిక ప్రకంపిని పౌనఃపున్యము కూడ మారును. ఎల్లప్పుడు ఈ రెండింటి భేదము మధ్యమ పౌనఃపున్యము (465 సై.) అగునట్లు ఈ మార్పులు జరుగును.

మూడవ ఘట్టము: మిశ్రమకారి (మిక్సర్). మొదటి ఘట్టము నుండి వచ్చు తరంగములు, రెండవ ఘట్టము నందు ఉద్భవించిన తరంగములు ఈ మిశ్రమకారి ఘట్టమునందు కలుపబడి మధ్యమ పౌనఃపున్యముగా మారును.

నాలుగవ ఘట్టము: ఇందు మధ్యమ పౌనఃపున్య తరంగములు విస్తరీకరింపబడును. ఈ విస్తరీకరణ సాధనము ఒకే పౌనఃపున్యమును (మధ్యమ) నిర్మించుట వలన,

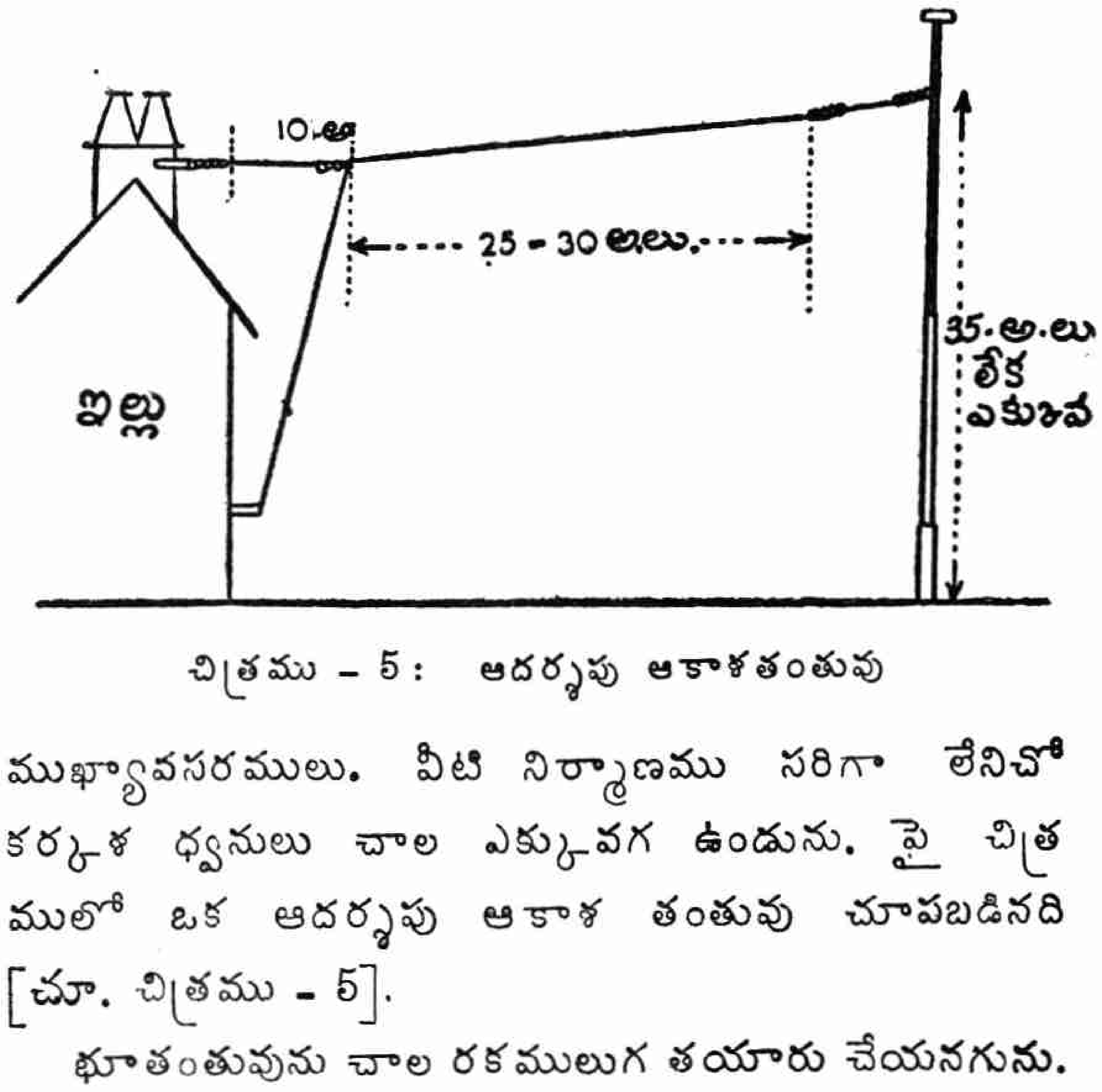
అవసరమగు తరంగములను మాత్రమే ఇది విస్తరీకరించి అనవసరపు తరంగ సంజ్ఞలను త్యజించును. ఇదే సూపర్హెట్ లోని ముఖ్యాంశము.

అయిదవ ఘట్టము: మిశ్రమ విభాగిని (డి మోడ్యులేటర్). ఇది మధ్యమ పౌనఃపున్య తరంగముల నుండి శబ్ద పౌనఃపున్య తరంగములను విడదీయును.

ఆరవ ఘట్టము: శబ్ద పౌనఃపున్య విస్తారిణి (ఆడియో ఆంప్లిఫయర్). పై ఘట్టమునందు విడదీయబడిన శబ్ద పౌనఃపున్య తరంగములను ఇది విస్తరీకరించును.

విస్తరీకరింపబడిన ఈ తరంగములు ధ్వనిని అధికము చేయు లౌడ్‌స్పీకర్ గుండా శబ్దరూపమున వెలువడును. ఈ శబ్దములే స్టూడియోలోని మైక్రోఫోను ముందు జరుపబడిన శబ్దములు.

ఆకాశతంతువు, భూతంతువు (ఏరియల్ - ఎర్త్): రేడియో చక్కగా పనిచేయుటకు ఈ రెండు సాధనములు



చిత్రము - 5: ఆదర్శపు ఆకాశతంతువు

ముఖ్యావసరములు. వీటి నిర్మాణము సరిగా లేనిచో కర్కశ ధ్వనులు చాల ఎక్కువగ ఉండును. పై చిత్రములో ఒక ఆదర్శపు ఆకాశ తంతువు చూపబడినది [చూ. చిత్రము - 5].

భూతంతువును చాల రకములుగ తయారు చేయనగును. ఒక మీటరు పొడవుగల ఇనుప గొట్టమును కొద్దిగ పైకి అగుపడు నట్లు భూమిలో పాతి దాని చుట్టు బొగ్గుల పొడి, ఉప్పు, చిత్తీపొట్టు కలిపి పాతిపెట్టవలెను. దానికి ఒక స్క్రూతో గాని, మరే విధముగ గాని రేడియో 'భూమి' కొనను రాగి తీగెలతో కలుపవలెను. ఈ ప్రదేశమును తరుచు నీటితో తడుపవలెను. సాధారణముగ నీటి గొట్టమునకు ఈ రాగి తీగెను కలుపుదురు. ఏ విధముగ చేసినను భూతంతువు మాత్రము ముఖ్యము [చూ. ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేటర్ - పు. 190; ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్ రేడియో - పు. 190; ఆంప్లిఫయర్ - పు. 191; ఆంప్లిఫయర్ వ్యవస్థ - పు. 193; ఆడియో ఆంప్లిఫయర్‌లు - పు. 201; ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటరులు - పు. 276; కోయిన్సిడెన్స్ ఆంప్లిఫయర్ - పు. 301; టెలివిజన్ - పు. 410; తెర్మో అయానిక్ వాల్వు - పు. 441; పరమాణు శక్తి - పు. 557]

ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్‌లు: ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులు అనునవి ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములను డిజైను చేయుట ఇటీవల వచ్చిన పరిణామము. దీని ఫలితముగా ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములను అతి చిన్న సైజులో డిజైను చేయుట సాధ్యమయినది. పైగా ఇవి తేలికగా ఉండుటయే గాక, నిర్మించుటకు అగు ఖర్చులు కూడ తక్కువయే. సైనిక రంగమునను పారిశ్రామిక రంగమునను పరికరముల అల్పీకరణము అవసరము అగుటచే ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులు ఫలించినవి. ఒకప్పుడు ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులు సైనిక పరికరములకును, బధిర నివారణ పరికరములకును పరిమితమై ఉన్నప్పటికిని, నేడు అనుదినము అవసరమగు రేడియో పరికరములు, ఆంప్లిఫయర్‌లు, టేప్ రికార్డరులు మున్నగు అనేక పరికరములందు వినియోగమగుచున్నవి. ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులు ఉపయోగించుట వలన అతి చిన్న సైజులో ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములను నిర్మించుటకు అవకాశము కలుగుటయే గాక, మానవ కల్పితమైన ప్రమాదములు కూడ పరిహరించ వీలగును. ఈ పద్ధతిని వినియోగించి శిక్షణ తక్కువ గల పనివాడు కూడ శీఘ్రముగా వందల కొలది పరికరములను సిద్ధ పరచ గలడు. దీనికి కారణము ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులో తీగె మీద తీగె పెట్టి సోల్డరు ఉంచి అతకవలసిన పనిలేదు. రెసిస్టెన్సులు, కెపాసిటరులు, కండెక్టరులు వంటి విడిభాగములను ఒక దాని ప్రక్కన ఒకటి పూర్వ ముద్రిత వలయమునందే ఇమిడ్చవచ్చును. ప్రింటెడ్ సర్క్యూటు స్థూల స్వరూపమును ఒక దానిని 677 వ పుటలోని చిత్రము - 6 లో చూడనగును.

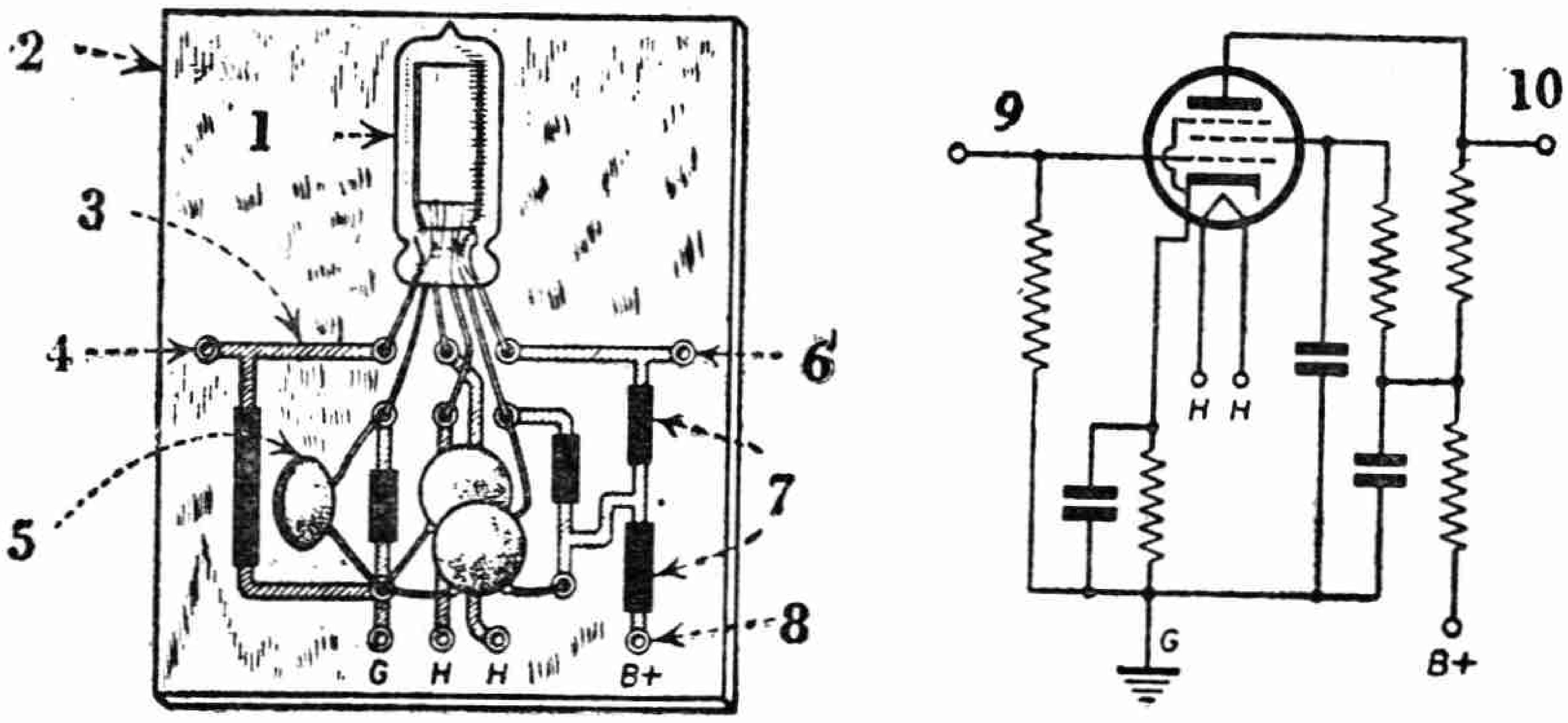
ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులను సిద్ధపరచు పద్ధతులను బట్టి ఏడు విధములుగా వింగడింపవచ్చును: 1. పెయింటింగు విధానము; 2. స్ప్రేయింగు విధానము; 3. నిర్వాత బాష్పీకరణము (వాక్యూమ్ ఎవాపరేషన్); 4. రాసాయనిక ప్రక్రియ విధానము; 5. ధాతుముద్రణ (మెటల్ స్టాంపింగు); 6. చూర్ణధాతు చల్లిక విధానము; 7. ఫొటోగ్రాఫు విధానము.

ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్లను తయారుచేయు పద్ధతులు వరుసగా వివరింపబడినవి. ఆ యా పరిస్థితులను బట్టి అందు కొన్ని విధానములే ప్రాచుర్యమును సాధించినవి.

పెయింటింగు విధానము: ఇది అత్యంత ప్రాచుర్యములో ఉన్న విధానము. ఇందు సర్క్యూటులో పొదగదగు విడిభాగముల, కండెక్టరుల విద్యుత్తు బంధన తలము

పెయింటు వేయబడి ఉండును; అది సర్క్యూటుకు ఆధార పీఠముగా ఉండును. చేతితో బ్రష్‌ను ఉపయోగించి పెయింటును చేయవచ్చును. కాని, పారిశ్రామిక ఉత్పత్తి విధానమున సిల్కు స్క్రీను ప్రింటింగు విధానమును ఉపయోగించుచున్నారు [చూ. ముద్రణ పరిశ్రమ - పు. 642].

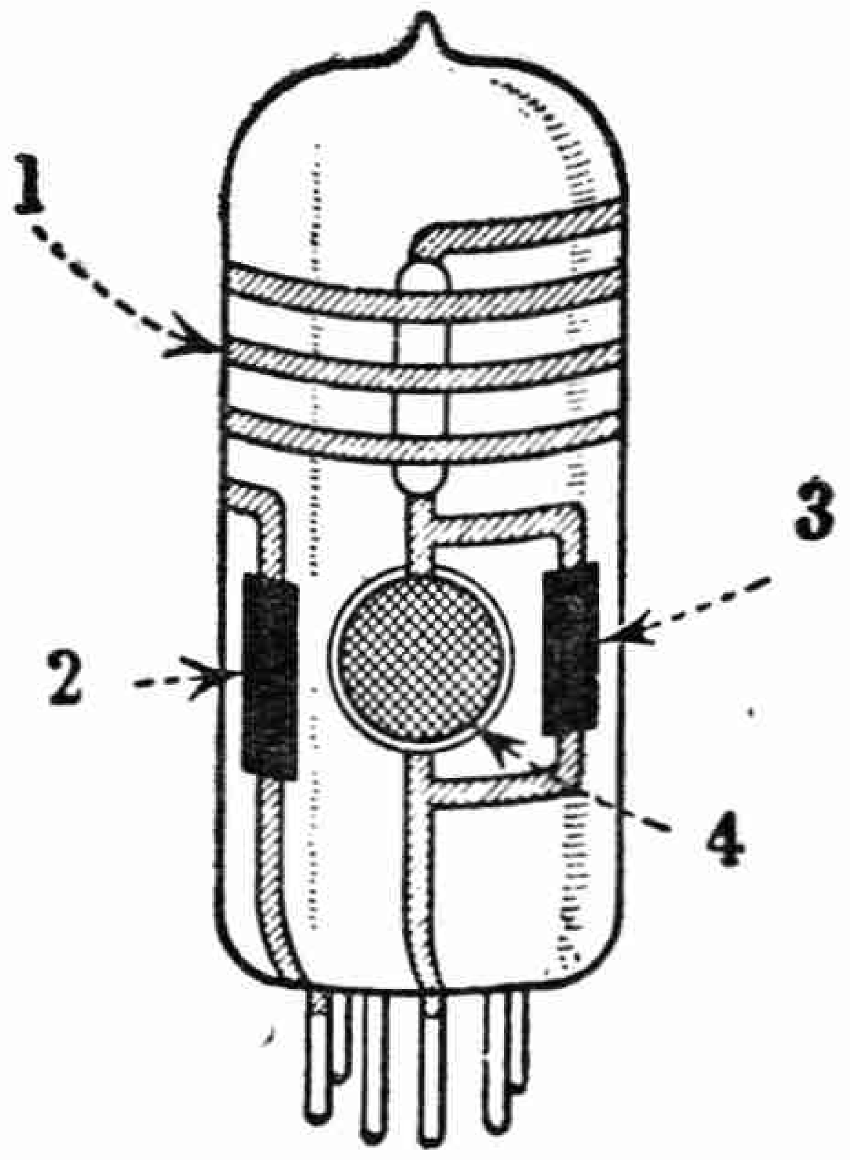
ద్రవ సంధానకమునందు అవలంబితముగా ఉంచబడిన రాగి, వెండి ధాతుచూర్ణములు విద్యుత్తు వాహకములకు ఉపయోగపడు పెయింటు పూతగా వాడుక చేయుదురు. విద్యుత్తును ప్రసారము చేయు ఈ పెయింటు పూత విద్యుత్తు ప్రవహించని ఆధారపీఠముపై సర్క్యూటులో 'తీగెలు' గా



చిత్రము - 6

ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్ స్వరూపము: 1. తెర్మో అయానిక్ వాల్వు; 2. ఆధారపీఠము; 3. ప్రింటుచేసిన విద్యుద్వాహకములు; 4. 9. ఆదానము (ఇన్‌పుట్); 5. డిస్కు సిరామిక్ కండెన్సరు; 6, 10. ప్రదానము (అవుట్‌పుట్); 7. ప్రింటుచేసిన విద్యున్నిరోధములు; 8. ఐలెట్.

పలుచని పింగాణి లేదా ప్లాస్టిక్కు రేకును ఆధార పీఠముగా ఉపయోగించవచ్చును. విద్యుత్తు బంధన ధర్మము గల లక్క పూతపూసిన ధాతురేకులను కూడ ఇందులకై ఉపయోగించవచ్చును. కొన్ని ప్రత్యేక పరిస్థితులలో రేడియో వాల్వుకు గల గాజు కప్పును అనుబంధ ప్రింటెడ్

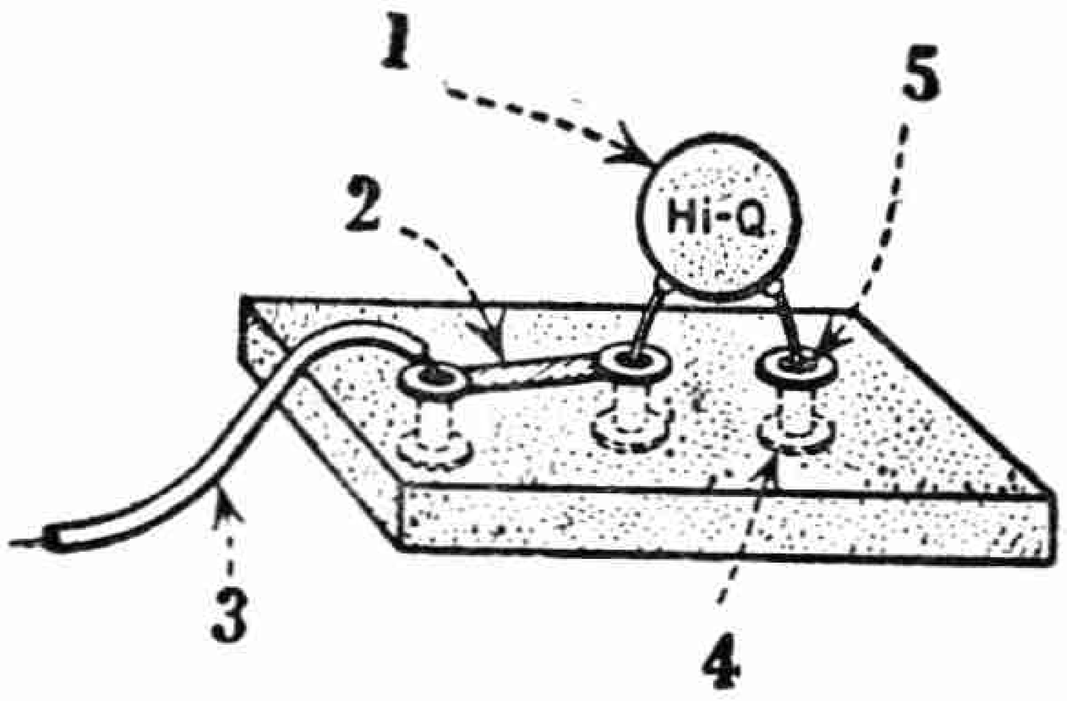


చిత్రము - 7

తెర్మో అయానిక్ వాల్వు కప్పుమీద ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్: 1. ఇండక్టెన్స్; 2, 3. రెసిస్టరు; 4. కెపాసిటరు.

సర్క్యూటుకు ఆధారముగా ఉపయోగించవచ్చును [చూ. చిత్రము - 7].

వినియోగపడును. కార్బన్ వంటి విద్యుత్తు నిరోధపు ద్రవ్యములను కొన్ని విశిష్టరాశులలో పెయింటు పూత పూసి రెసిస్టరులుగా రూపొందింతురు. ఆధారపీఠము ఇరుప్రక్కలా ఫలకమును ముద్రించి, కెపాసిటరును రూపొందింతురు. కండెన్సరులు చిన్నవిగా కావలసినపుడు ఈ పద్ధతి ఉపయోగపడును. కండెన్సరులు పెద్దవిగా కావలసినపుడు డిస్కురూపము గల చిన్న కెపాసిటరులను ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్‌లో పొదుగుదురు [చూ. చిత్రము - 8].



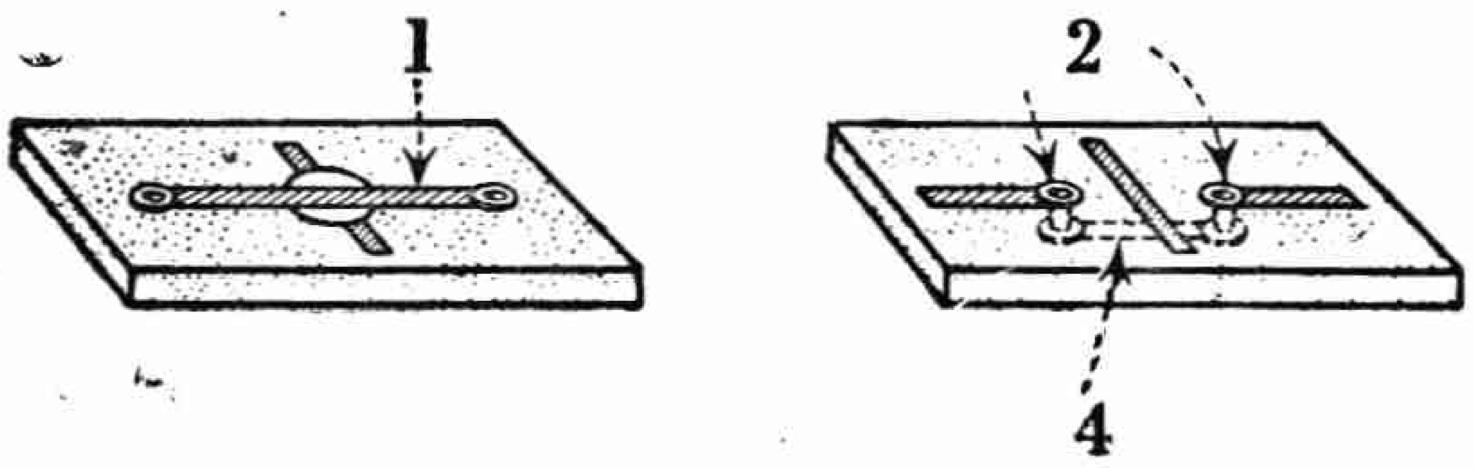
చిత్రము - 8

తీగెలను కలుపు విధానము: 1. డిస్కు కెపాసిటరు; 2. ప్రింటుచేసిన విద్యుద్వాహకము; 3. తీగె (బయటకు); 4. ఇత్తడి ఐలెట్; 5. సోల్డరుచేసిన సంధానము.

ఈ కెపాసిటరులు ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులకై ప్రత్యేకముగా తయారు చేయబడును. విద్యుత్తు వాహక ధర్మము గల పెయింటును పింగాణీతలముపై సర్పిలముగా పూత

. పూసి, ఇండక్టెన్సులను సమకూర్తురు. లక్కవంటి విద్యుత్తు బంధనపు పూత పూసి గాని, ఆధార పీఠమునకు ఆవలివైపు రివెట్ ద్వారా వాహకమును బిగించి గాని క్రాసోవరులను సాధింతురు [చూ. చిత్రము - 9].

ద్వారా శాండ్ బ్లాస్టింగు విధానమును ఉపయోగించి గాడిని సిద్ధపరతురు. అప్పుడు ఆధార పీఠము పై భాగము నంతటిని ధాతువుతో పిచికారీ చేయుదురు. ఇట్లు చేయుట వలన గాడి, ఇతర కన్నములు మూసికొని



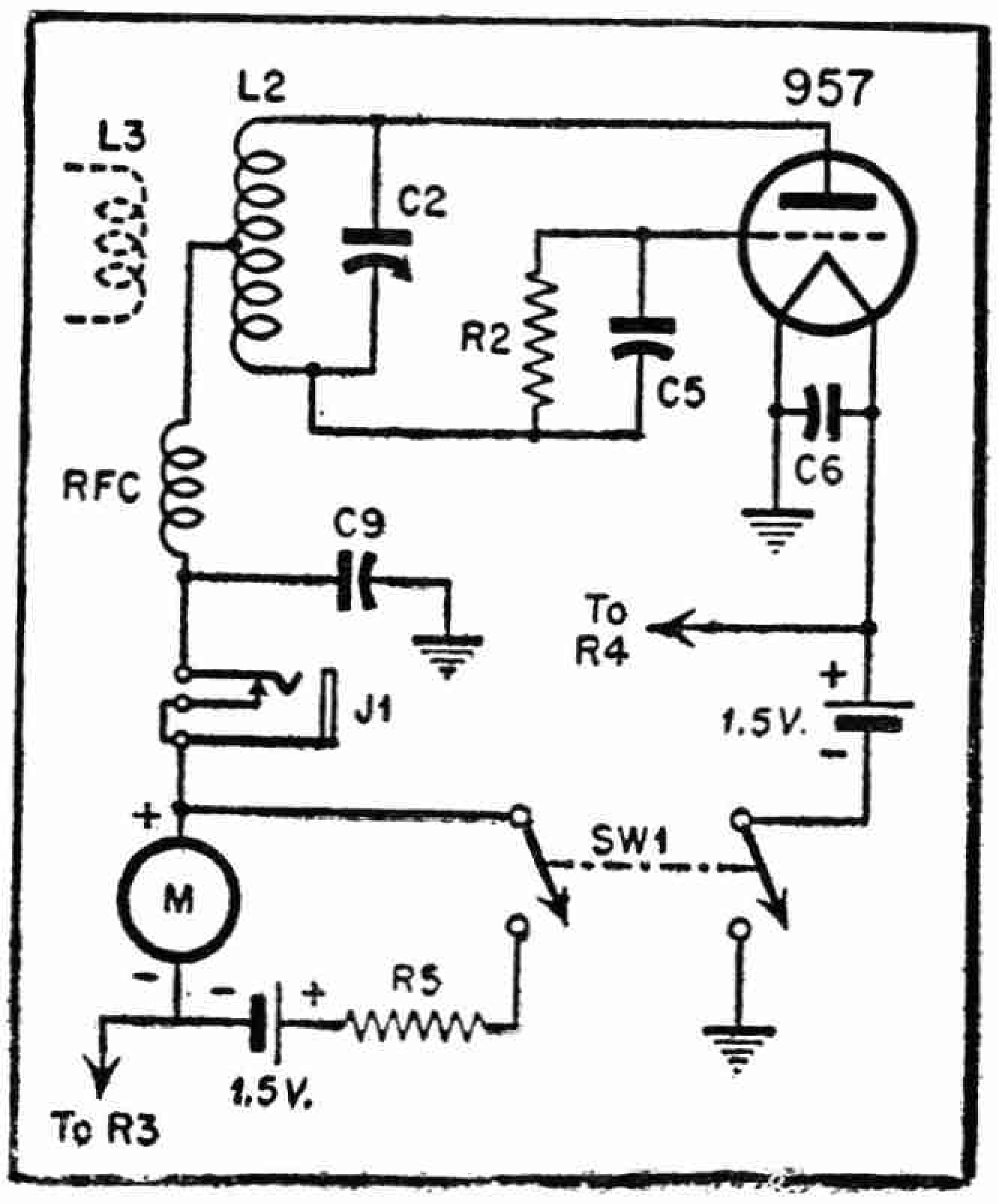
చిత్రము - 9

విద్యుద్వాహకములు దాటు విధానములు: 1. ఇన్సులేటింగు ఫిల్ము; 2. ఐలెట్; 3. తీగె వంతెన; 4. వెనుకవైపు ఒక విద్యుద్వాహకము.

ప్రింటెడ్ భాగములను ఈ విధముగా ఆ యా స్థలము లందు పూతపూసిన వెనుక, అట్లు సమకూర్చిన దానిని అత్యధిక తాపక్రమమునకు గురిచేయుదురు. ఇట్లు చేయుట వలన ధాతుకణములు కరగి, సర్క్యూటుకు, ఆధార పీఠమునకు మధ్య సంధానమును పటిష్ఠము చేయును. ఇట్లు చేయుటలో ఆధారపీఠములు ప్లాస్టిక్కు అయినచో సాధారణ తాపక్రమము చాలును. అయితే, ఆధార పీఠములు పింగాణి అయినచో అవసరమగు తాపక్రమము 800°C కావలయును. వాల్వులు, తీగెలు, ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులో ప్రింటుకాని ఇతర భాగములు మున్నగు వాటిని ఆధార పీఠమునందు గల ధాతు కన్నులకు సోల్డరు వేసి అతుకుదురు. ప్రింటెడ్ సర్క్యూటు వలన స్థలమును బాగుగా కలిసి వచ్చునట్లు చేసికొనవచ్చును. ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులు ఈ ద్రవము వలన పూర్తి ప్రయోజనము పొందుటకుగాను వాల్వుల పరిమాణమును అతి సూక్ష్మ స్థాయికి తగ్గించి వాడుక చేయుచున్నారు. ప్రింటెడ్ విధానమును ఉపయోగించి రూపొందింపబడిన ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులయందు సహాయపరికరముల ఆవశ్యకత కనిష్ఠ స్థాయిలో ఉండును.

స్ప్రేయింగు విధానము: ఈ విధానమునందు ఆధార పీఠముపై విద్యుత్తు వాహకములను పిచికారీ (స్ప్రేయింగు) విధానమున సిద్ధపరతురు. కరగిన ధాతువులను, విద్యుత్తు వాహనమునకు అనుకూలమైన పెయింటింగులను ఈ స్ప్రేయింగు విధానమున వాడుదురు. మరి కొన్ని విధానములందు స్టెన్సిల్‌ను ఉపయోగించి సర్క్యూట్ నందలి వాహకములను సిద్ధపరతురు. మరికొన్నిటిలో ఆధార పీఠమునందు గాడిని తొలిచి గాని, పోతలోనే గాడి ఉండునట్లు చేసి గాని అందు వాహకములు గాని, మరియొక విడిభాగములను గాని పొదుగుదురు. స్టెన్సిల్ పోవును. యంత్ర సహాయమున పై భాగమున ఉన్న అదనపు ధాతువును తీసివేసి గాడిలో ఉన్న దానిని మాత్రము ఉంచుదురు. గాడులలో భారీవాహకములు ఏర్పడుట వలన ఈ పద్ధతియందు అత్యంత అధిక విద్యుత్తు వహనమును సాధించవచ్చును. ఈ విధానమున రెసిస్టెన్సులు, కెపాసిటెన్సులు, ఇండక్టెన్సులు కూడ సిద్ధపరచవచ్చును.

నిర్వాత బాష్పీకరణ విధానము: నిర్వాత ప్రదేశమున వెండి, రాగి, నికెల్ వంటి ధాతువును కరగించి పార



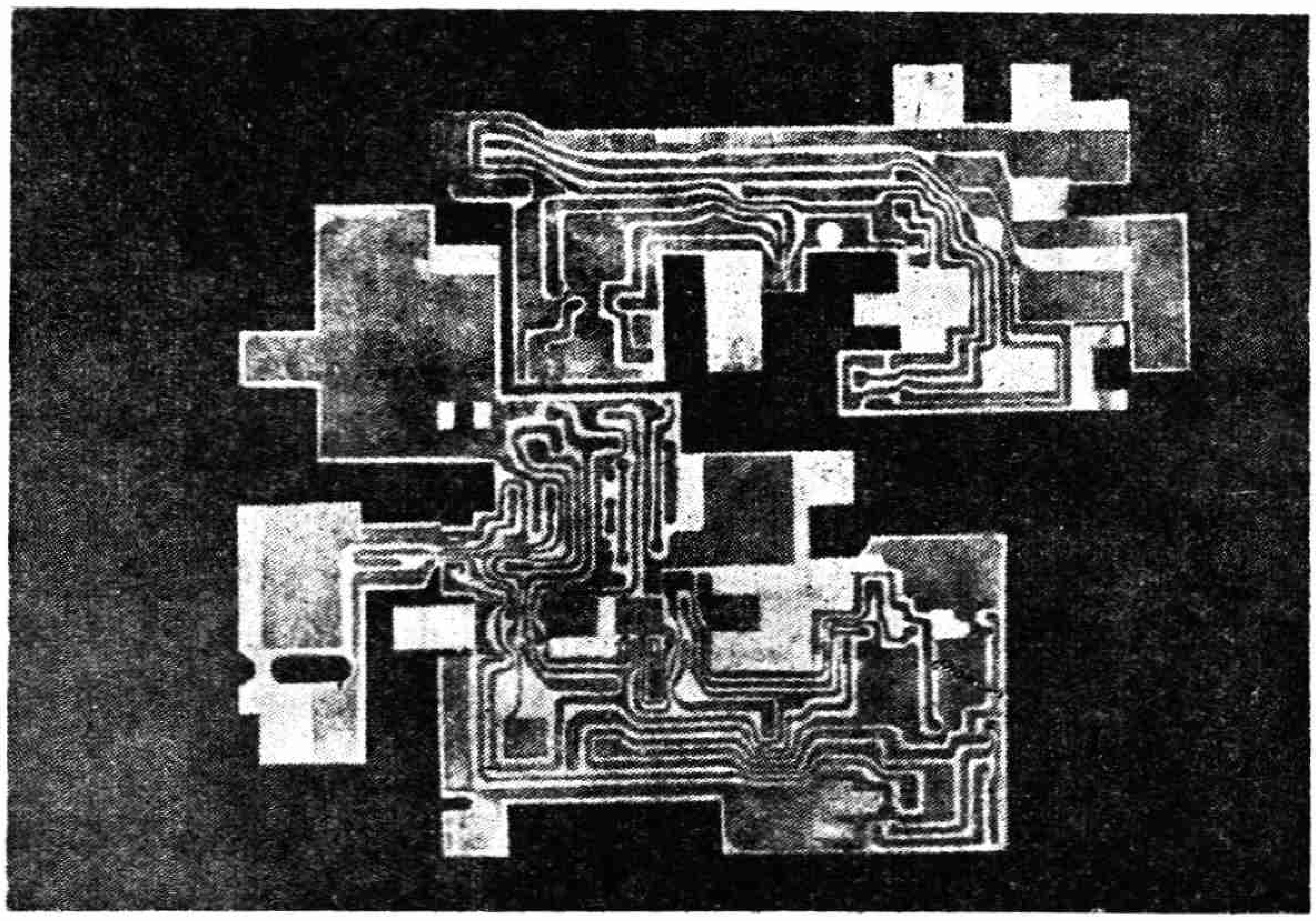
చిత్రము - 10: డిటెక్టరు సర్క్యూటు.

విద్యుతిక (డై ఎలక్ట్రిక్) ద్రవ్యతలముపై బాష్పీకరించునట్లు చేసి, ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులను సాధింతురు. కావలసిన సర్క్యూటును స్టెన్సిల్ ద్వారా విద్యుత్తు బంధన ధర్మము గల పీఠముపై లిఖింతురు. 'కేతోడ్స్ స్పెటరింగు' అను ఒక ప్రత్యేక పద్ధతి యందు ధాతుబాష్పము (కేతోడ్) దానిని స్వీకరించు (ఏనోడ్) తలము మధ్య అధిక వోల్టేజిని

ప్రయోగించి సాధింతురు. ఈ విధముగా స్థిర విద్యుత్తు బలముల సహాయమున ధాతు బాష్పము వినియోగమునకు వచ్చును. ఈ పద్ధతియందు ఫలించిన దానిని మరల తాప సంస్కారమునకు గురిచేయ నవసరము లేదు. ఈ పద్ధతియందు సన్నని ధాతుపొర మాత్రము ఏర్పడును. అధిక విద్యుత్తు వహనము కావలసినప్పుడు విద్యున్మలామా (ఎలక్ట్రోప్లేటింగు) వంటి ప్రక్రియల ద్వారా వాహకములను సిద్ధపరచ వచ్చును [చూ. 678 వ పుటలోని చిత్రము - 10].

రాసాయనిక ప్రక్రియా విధానము : ఈ విధానమునందు అద్దమునకు కళాయి వేయుటయందు వాడుక చేయు ప్రతిక్రియలు ఇందు వినియోగమగును. పూత పూయవలసిన తలమును రాసాయనికముగా శుద్ధిచేసి, దానిపై కళాయి ద్రావణమును పోయుదురు. ఈ కళాయి ద్రావణమున అమోనియా, సిల్వర్ నైట్రేట్ అను ద్రవ్యముల ఆక్సీహారకము కలసి ఉండును. అంటి పెట్టుకొని ఉండు స్టెంసిల్ ద్వారా ద్రావణమును పారునట్లు నియంత్రింతురు. ఇట్లు ఏర్పడిన ధాతు పొరలు అతి పలుచుగా ఉండును; నేరుగా సోల్డరు చేయుటకు వీలుకాదు. అయితే, అనేక సారులు పూతపూయుట వలన గాని, మలామా చేయుట వలన గాని కావలసిన మందమును సాధించవచ్చును. ఈ రాసాయనిక ప్రక్రియలు అంతగా వాడుకలో లేవు.

ధాతు ముద్రణ (మెటల్ స్టాంపింగు); లూప్ ఆంటీనా అనబడు ఆకాశకము (ఏరియల్) లను రేడియో రిసీవరుల వెనుక భాగమునందున్న కవరులపై ముద్రించుటకు ధాతు ముద్రణ విధానమును వాడుకచేయుదురు. అయితే, ఇతర విధానములైన సర్క్యూటులను సిద్ధ పరచుటకు కూడ ఈ విధానము వాడుక చేయుట లేకపోలేదు. ప్లాస్టిక్కువంటి విద్యుత్తు బంధన తలముపై పలుచని ధాతు రేకును ఉంచి, కావలసిన సర్క్యూటు రూపములో ఉంచిన



చిత్రము - 11 : కాగితముపై డాగురేకు (రాగిరేకు) అంటించి టెక్నోగ్రాఫ్ విధానమున ప్రింటెడ్ సర్క్యూటును సిద్ధపరచుట.

'డై' ని నొక్కుదురు. డైకి గల పదును అంచులు ధాతు రేకును కావలసిన ఆకారములో కోయును. ధాతు రేకునకు ఒక విధమైన అడ్‌హెసివ్‌ను పూసినపుడు సంధానము మరింత పటిష్ఠముగా ఉండును. ఈ విధముగా సిద్ధపరుపబడిన ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులు మంచి విద్యుత్తు వహనము కలిగి ఉండును.

చూర్ణ ధాతు చల్లిక విధానము : విద్యుత్తు బంధనపు ధర్మము గల ఆధార పీఠముపై ధాతు చూర్ణమును చల్లి వేడిమికి గురిచేయుదురు. కావలసిన సర్క్యూటు జిగురు పదార్థముద్వారా గాని, స్టెంసిల్ ద్వారా ధాతుచూర్ణమును ప్రయోగించి గాని, బంధన పదార్థమును స్టెంసిల్ ద్వారా ప్రయోగించి ధాతు చూర్ణమును చల్లి గాని సిద్ధ పరతురు.

టెక్నోగ్రాఫ్ విధానము : ఇంగ్లండు నందు 'టెక్నోగ్రాఫ్' అను మరియొక పద్ధతి అభివృద్ధి చెంది వాడుకలో ఉన్నది. ఇందు విద్యుత్తు బంధనమైన ఆధార పీఠము పొరలుగా ఉండును. కావలసిన సర్క్యూటును సిల్కుస్క్రీన్ ముద్రణ పద్ధతి ద్వారా ప్రింటుచేసి, దశలు వారీగా ఎచ్చింగు చేయుటవలన కావలసిన ప్రింటెడ్ సర్క్యూటు సిద్ధించును. టెక్నోగ్రాఫ్ విధానము సువ్యవస్థిత విద్యుత్తు ధర్మములు కలది. ధాతువులను, విద్యుత్తు బంధనములను ఎట్లు కావలసిన అట్లు సౌకర్యమునకు తగినట్లుగా ప్రయోజన పడునవి. అనేక విధములైన ప్రింటెట్ సర్క్యూటులను టెక్నోగ్రాఫ్ ద్వారా సాధించ వచ్చును. ఇతర విధానములు అన్నింటి కంటె టెక్నోగ్రాఫ్ విధానమున ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులను సాధించుట ఖర్చులు బాగుగా కలసివచ్చు పద్ధతి.

ప్రింటెడ్ సర్క్యూటు వినియోగము : 1. శీఘ్రగతిని రేడియో, టెలివిజన్ పరికరములు, విద్యుత్తు కొలత పరికరములు, నియంత్రణ సాధనములు వంటి అనేక రకము

లైన ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములను సమకూర్చుటకు ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులు అత్యంత అనువైన పద్ధతి; 2. స్వతశ్చలన పద్ధతిని విడిభాగములను ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులో సోల్డరు ద్వారా అతుకుట అత్యంత సులభసాధ్యము; 3. ఫినోలిక్ రెసిన్ వంటి పొరలు గల ప్లాస్టిక్కును ప్రింటెడ్ సర్క్యూటుకు ఉపయోగించినపుడు అది బలము కలదిగా ఉండును. దానిని మరొక ధాతు ఛేజిస్‌కు బిగించ నవసరము లేదు. దీనివలన ధాతు ఛేజిస్ ఖర్చు కలిసి వచ్చుటయే గాక, దానిని సిద్ధపరచుటకును, మలామా చేయుటకును అగు ఖర్చులు కూడ తగ్గును; ఇది తక్కువ చోటును ఆక్రమించును. అందుచే ప్రతి ఉత్పత్తి దశయందు చోటు కలిసి వచ్చును; 4. ప్రింటెడ్ సర్క్యూటులు మడతకు వీలగు సర్క్యూటులు కూడ. అందుచేత, చిన్న ట్రాన్స్‌ఫార్మరుల తయారీలో అత్యంత అనుకూలముగా ఉండును [చూ. 679 వ పుటలోని చిత్రము - 11]. వి. వి. ఎల్. రావు.

రైలు ఇంజనులు : చూ. ఇంజనులు - పు. 229.

రైల్వే ఇంజనీరింగు : రవాణా రంగమున రైల్వే ఇంజనీరింగు ఒక ప్రముఖ విభాగము. ఇందు రైల్వేలకు సంబంధించిన డిజైను, నిర్మాణము, రాకపోకల విషయములు, మార్గములు, వంతెనలు, ఇంజనులు, రైలుపెట్టెలు, సిగ్నలు వ్యవస్థ, రైల్వేలకు సంబంధించిన వార్తాప్రసారము, స్టేషనులు, గూడ్సు షెడ్డులు, కార్ఖానాల వంటి అనేక విషయములను గూర్చి చర్చింపబడును.

రైల్వే రవాణాయందు బండ్లరద్దీని నియంత్రించుటకు సిగ్నలు, వార్తా ప్రసారములు ప్రముఖపాత్ర నిర్వహించును. సర్వసాధారణముగ రైలు రవాణా కేంద్రీకరింపబడిన వ్యవస్థగా నిర్వహింపబడును. ఇందు బండ్లు అన్నియు ఒకే కేంద్రవ్యవస్థకు చెందినవిగా ఉండును. రైలు మార్గములు మాత్రము అనేకమైన సెక్షనులుగా వింగడింపబడి ఉండును. ఇట్లు చేయుటవలన రద్దీని తట్టుకొనుటకు, ‘లైను క్లియర్’ ఇచ్చుటకు వీలగును. దీని ఫలితముగా ఒక నిర్దిష్ట సెక్షనుపై ఒకసారి ఒకేబండి పయనించునట్లు చేయుటకు వీలగును. అప్పుడే ప్రమాదములు పరిహరింప బడుటయేకాక, అత్యధిక వేగమున (ఒక నిర్దిష్ట హార్స్ పవర్, వాలు, వంపు గల) బండిని నడుపుటకు డ్రైవర్లకు ఆత్మవిశ్వాసము కలుగును. వ్యవహార రీత్యా గిట్టుబాటు కావలెనన్న కొన్ని పెట్టెలు గల ట్రెయినును ‘రైలుబండి’ అందురు. అంతేగాని, ఒక వాగనును రైలుబండి అనుట సముచితము కాదు. పెద్ద పెద్ద స్టేషనులలో (ఉదా: విజయవాడ) మార్షలింగ్ యార్డ్ అనబడు స్థలమున గమ్యస్థానమును బట్టి వాగనులను సమీకరించి రైలుబండ్లుగా వింగడించగా, అవి ట్రెయినులుగా బయలుదేరును. డబ్ల్యు. జి. తరగతికి చెందిన ఒక ఆవిరి ఇంజను పల్లపు ప్రదేశమున బ్రాడ్‌గేజి మార్గముపై 1,200 టన్నులు గల గూడ్సు బండ్లను సునాయాసముగా లాగగలదు; ఒక్కొక్క లారీ 5 టన్నుల బరువు గల 200 లారీలకు ఈ గూడ్సు బండి సమానము. డబ్ల్యు. డి. ఎమ్. - 2 తరగతికి చెందిన డీసెలు రైలు ఇంజను దాదాపు 2,500 టన్నుల బరువు గల ట్రెయినును లాగగలదు; ఇది 7 టన్నులు బరువు గల 300 లారీలకు సమానము.

రైలుమార్గము, నిర్మాణతలము, వంతెనలు వంటివి రోడ్డు రవాణా వ్యవస్థ కంటె అధిక ఇరుసు భారములను, అనుదైర్ఘ్య బలములను వహించుటకు వీలుగా రూపొందింతురు. రైలుమార్గము వాలు, వంపు నిర్మాణము, రోడ్డు వాలు, వంపు కంటె నిర్దుష్టముగా లెక్కప్రకారము ఉండవలెను. అందుచేతనే, రైల్వే వ్యవస్థను నిర్మించు పెట్టుబడి రోడ్డు వ్యవస్థ కంటె చాల అధికము. అందువలన క్రొత్తగా రైలు మార్గము వేయవలెనన్న ఆ ప్రాంతము పారిశ్రామికాభ్యుదయము చెందినదియై ఆ ప్రాంతమునకు పలుచోట్లనుండి ముడిసరుకులు కొనిరాబడుటయే కాక, ఆ ప్రాంతమున తయారైన పారిశ్రామిక వస్తువులు ఇతర చోట్లకు కొని పోవుటవలన, రైలు మార్గము వేయుటవలన ఆర్థికముగా కిట్టుబాటు అగును. సేద్యాభివృద్ధి చెందిన ప్రాంతము, మిక్కుటముగా ఖనిజసంపదలు గల ప్రదేశము నందు కూడ రైళ్ళకు గిరాకీ ఎక్కువ. సాధారణముగా రైళ్ళు వేసిన 15 సం॥ల తరువాతనే రైలు రవాణా పూర్తిగా వినియోగమునకు వచ్చి, ఆర్థికముగా గిట్టుబాటు అగుటకు అవకాశము ఉండును. అందువలన క్రొత్తగా రైలు మార్గము వేయవలెనన్న చాల విషయములు పరిశీలనలోనికి తీసికొని, ముందు వెనుకలు నిర్ణయించి నిర్ణయము తీసికొందురు.

రైల్వే గేజ్‌లు : రెండు పట్టాల మధ్య దూరము గేజ్ అనబడును. భారతదేశమున క్రింది నాలుగు గేజ్‌లు వ్యవహారమున కలవు.

బ్రాడ్ గేజ్ : 1·676 మీ. (5′ – 6″)
మీటర్ గేజ్ : 1 మీ. (3′ – $3\frac{3}{8}$″)
నేరో గేజ్ : 0·762 మీ. (2′ – 6″)
నేరో గేజ్ : 0·609 మీ. (2′)

యునైటెడ్ స్టేట్స్, యూరప్ వంటి దేశములలో స్టాండర్డ్ గేజ్ 1·29 మీ. - 215.90 మి. మీ. (4′ – $8\frac{1}{2}$″) వ్యవహారమున కలదు. మీటర్ గేజ్ చాల దేశములలో

వాడుకలో ఉన్నప్పటికిని కొన్ని దేశములలో 0·91 మీ. 152·40 మి. మీ. (2′—6″), 2·13 మీ. (7′) మధ్య దూరము గల గేజ్‌లు కూడ వ్యవహారమున కలవు. అయితే, దేశమున గేజ్‌ల సంఖ్య కనీసమైనపుడే దేశ మారుమూల ప్రదేశములకు పోవు రైలు ఇంజనులను, పెట్టెలను పరస్పరము మార్చుకొనుటకు అనువుగా ప్రమాణీకరించ వీలగును. పరస్పరము మార్పిడి వీలు లేనిచో సరకులను మార్పిడి చేయుటకు అగు ఖర్చులు అధికమై, రవాణా వ్యవస్థయే దెబ్బ తినును.

రైల్వేలు సమర్థముగా పని చేయవలెనన్న ముఖ్యమైన రోడ్లను స్టేషనులకు కలుపు చిన్న రోడ్ల సౌకర్యములు ఉండవలెను. రోడ్డు రవాణాయందు ఆదిస్థానమున ఇంటి వద్దనే సరుకును తీసికొని గమ్యస్థానమున కూడ ఇంటి వద్దనే అందజేయు సౌకర్యము ఇమిడి ఉన్నది. రైల్వే వ్యవస్థయందు కూడ ఇట్టి ఆధునిక సౌకర్యములను సమకూర్చుటకు ట్రైలర్స్ ఆన్ ఫ్లాట్ కార్, కంటేనరు వంటివి వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఆదిస్థానమున ప్రమాణీకరించబడిన (ఉదా: 5 టన్నులు) కంటేనరులలో సరుకును ఉంచి, మూతలు బిగించి, లారీవంటి దానిపై స్టేషనుకు చేరవేసి, రైల్వే వాగనులపై ఉంచి, రైలు మార్గమున గమ్యస్థానమున ఉన్న స్టేషనుకు కొనిపోబడి, మరల ఆ కంటేనరులను ఆపళముగనే లారీపై ఉంచి చేరవేయవలసిన చోటుకు చేర్చుదురు.

రైలు ఇంజనులు: రైలు ఇంజనులలో నాలుగు రకములు కలవు: 1. ఆవిరి రైలు ఇంజను; 2. డీసెలు రైలు ఇంజను; 3. ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజను; 4. గాస్ టర్బయిను రైలు ఇంజను. ఇందు గాస్ టర్బయిన్ రైలు ఇంజను చాల ఇటీవలిది. ఇందు గాస్ టర్బయిన్ సహాయమున జనరేటరు చలింపగా జనించిన విద్యుత్తు ప్రవాహము రైలు ఇంజను చట్రముపై బిగించబడిన ట్రాక్షన్ మోటారుకు అందుబడిలో ఉండును.

ఆవిరి రైలు ఇంజను [చూ. పు. 232] కన్న డీసెలు రైలు ఇంజను [చూ. పు. 422], ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజను [చూ. పు. 285] సమర్థమైనవిగా ఎంచబడుచున్నవి. ఆవిరి రైలు ఇంజనుకు స్వస్తి చెప్పవలసిన రోజు సన్నిహితమగుచున్నది. భారతదేశమున కూడ రోజు రోజుకు ఆవిరి రైలు ఇంజను ఉత్పత్తి సంఖ్య దిగజారునట్లు చేయుటకు ప్రభుత్వము నిర్ణయము తీసికొన్నది.

భారీ రైలు బండ్లను లాగుటకు, ఇప్పుడు అత్యధికమైన హార్స్‌పవరు గల రైలు ఇంజనులను కలిపిలాగుటకు ఒకే ఇంజను ఉపయోగించుట అత్యంత ఇటీవలిపద్ధతి అయినది. మొదటి రైలు ఇంజనులోనే కూర్చొని మిగతా రైలు ఇంజనులను నియంత్రించుట సాధ్యమగునందున సిబ్బంది సంఖ్య కూడ కలసి వచ్చుచున్నది. భారీ రైళ్లను నడుపుట వలన రాశి రవాణా సాధ్యమై అనేక సారులు రైళ్లను నడుపు ఇబ్బంది తొలిగినది. రోజుకు ఒక రైలు మార్గమున ఏవో కొద్ది సంఖ్యలో రైళ్లను నడుపుట అనుభవ సాధ్యము. రైళ్ల సంఖ్య ఒక నిర్దిష్ట సంఖ్య అందుకొనినప్పుడు క్రొత్త రైలు మార్గము వేయవలసిన పరిస్థితి ఏర్పడును. అయితే, క్రొత్త రైళ్లను వేయుట అత్యంత అధిక వ్యయ సాధ్యము.

రైలు ఇంజనుకు భారమును లాగ గల సామర్థ్యము అత్యవసరమైనప్పటికిని, కావలసినప్పుడు ఆపుటకు వీలుగా బ్రేక్ సామర్థ్యము కూడ అత్యవసరము. ముఖ్యముగా అపాయమును సూచించు సిగ్నలును సమీపించినపుడు, మరమ్మత్తులో ఉన్న వంతెనలను సమీపించినపుడు, రైలు మార్గము మీద అడ్డంకులు ఉన్నట్లు గమనించినపుడు, రైలు పెట్టెకు, రైలు పెట్టెకు మధ్య కప్లింగ్ చెడిపోయినపుడు రైలు ఇంజను డ్రైవరు వేగమును అదుపులో పెట్టుకొని ఆపవలసినచో ఉచిత దూరమున బండిని ఆపుటకు వీలుగా రైలు ఇంజనుకు బ్రేక్ సామర్థ్యము ఉండవలెను. అభివృద్ధి చెందిన కొన్ని దేశములలో గాలిబ్రేకు వాడుకలోనికి వచ్చి వాక్యూమ్ బ్రేకును త్రోసి రాజన్నది. భారతదేశమున ఇంకను వాక్యూమ్ బ్రేకులే వాడుకలో ఉన్నవి. అయితే, వాల్తేరు - కిరుందేలు (డి. బి. కె) రైలు మార్గమున గాలి బ్రేకులు వాడుకలో ఉన్నవి. వాక్యూమ్ పద్ధతిలో వాతావరణ ప్రేషమునకు, నిరోధప్రేషమునకు గల వ్యత్యాసము ఫలితముగా బ్రేకు బలము ఉపయోగించబడును. కాగా, గాలిబ్రేకు విధానమున సంపీడనమునకు గురిచేసిన గాలిని కావలసిన ప్రేష స్థాయిలో ప్రయోగింపబడును. అందుచేత బ్రేకింగు బలమును సునిశితముగా నియంత్రించవలెను. ఈ రెండు విధానములందును కూడ ప్రయోగింపదగు అత్యధిక బ్రేక్ సామర్థ్యము ఒక పరిమితిని మించరాదు. అట్లు మించినచో బండి పట్టాలు తప్పె అవకాశము ఉండును. బ్రేకు వేయుట అనగానే మొత్తము బండికి గల గమనమునకు సంబంధించిన గతిజ శక్తిని నాశనము చేయుటయే. వాక్యూమ్ బ్రేకు, గాలి బ్రేకు రెండింటియందును కూడ గతిజ శక్తిని నాశనము చేయుటకు యాంత్రిక ఘర్షణయే వినియోగము అగుచున్నది. బ్రేక్ పద్ధతులను మరింత చక్కదిద్దుటకు డీసెలు రైలు ఇంజనులలో డైనమిక్ బ్రేకు పద్ధతియు, ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజనులలో రిజనరేటివ్ బ్రేకు పద్ధతియు ప్రవేశ పెట్టబడినవి. డైనమిక్ బ్రేకు పద్ధతియందు ట్రాక్షన్

మోటారులకు బైటనుండి అందింపబడు విద్యుత్తు సరఫరాను నిలిపివేయగా, మోటారులు జనరేటరులుగా మారి విద్యుత్తును ఉత్పత్తి చేయగా ఆ విద్యుత్తు నిరోధన వేష్ఠనము (రెసిస్టెన్స్ కాయిల్స్) లను వెచ్చ జేయుటకు వినియోగింపబడును. దీని ఫలితముగా చక్రములకు గల గతిజశక్తి వేడిగా మారగా, గమనమునకు క్షీణదశ పట్టును. ఇక ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజనులలో ప్రవేశ పెట్టబడిన రీ జనరేటివ్ బ్రేకు పద్ధతియందు ఉత్పత్తి అయిన విద్యుత్తును నిరోధన వేష్టనములను వేడి చేయుటకు బదులుగా బయట ఉన్న విద్యుత్తు వ్యవస్థయందు ప్రవేశ పెట్టుదురు. దీని ఫలితముగా ఖర్చులు కలిసి వచ్చుటయే గాక, బ్రేకు సామర్థ్యము కూడ ఇనుమడింపబడును. బ్రేకు సామర్థ్యమును గురించి విశదముగా తెలిసికొనుటకు క్రింది ఉదాహరణ ఉపయోగపడగలదు.

దండకారణ్యా - బోలింగర్ - కిరిబురు (డి. బి. కె.) రైల్వే ప్రణాళికలయందు, అనంతగిరి ఘాట్ సెక్షనులో వాలు 60 కి 1; మధ్యప్రదేశ్‌లోని కిరుందేలు అను చోట నుండి ఇనుప ఖనిజమును జపానుకు ఎగుమతి చేయుటకుగాను విశాఖ పట్టణము రేవునకు చేర్చుటకు ఈ రైలు మార్గము నిర్మింపబడినది. అందుచేత విశాఖపట్టణము వైపునకు వచ్చు గూడ్సుబండి ఇనుప ఖనిజముతో నిండి ఉండగా, తిరిగిపోవు బండి ఖాళీ వాగనులతో నిండి ఉండును. కాని, ఘాట్ సెక్షన్‌లో వాలు విశాఖపట్టణము వైపుకు ఉండి, నిట్రముగా ఉన్నప్పటికి బరువును లాగు దిశకు అనుకూలముగా ఉండుటచే అదనముగా రైలు ఇంజనులు తగిలించవలసిన పనిలేదు. అయితే, సమర్థమైన బ్రేకు సామర్థ్యమును-అటువంటి నిట్రపు వాలునందు-ఇనుమడింప జేయుటకు ఒక్కొక్క గూడ్సు బండికి అయిదు డీసెలు రైలు ఇంజనులను తగిలించవలసి వచ్చినది. సాధారణముగా పల్లపు ప్రదేశములలో అంతే బరువును లాగుటకు మూడు డీసెలు రైలు ఇంజనులు సరిపోవును. వాల్తేరు - కిరుందేలులో ముందు ముందు జలవిద్యుత్తు లభించినపుడు విద్యుదీకరించుటకు డి. బి. కె ప్రణాళికలయందు తగిన పర్పాటు చేసి ఉన్నారు. పైన వివరించిన దానిని బట్టి నిట్రపు వాలునందు రైల్వే పద్ధతికి రీ జనరేటివ్ బ్రేకు వ్యవస్థ ఎక్కువ సౌకర్యములు ఒనగూర్చినట్లు తెలిసికొనవలెను. ఎలక్ట్రిక్ రైల్వే పద్ధతియందు రాకపోకల రద్దీ పెరిగిన కొలది రవాణా ఖర్చులు తగ్గుముఖము పట్టును. దీనికి కారణము ఎలక్ట్రిక్ రైల్వే విధానమున పై తీగె వ్యవస్థ, సబ్ స్టేషనులు, ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌లు వంటి వాటిని నిర్మించుటకు అగు పెట్టుబడి ఖర్చులు రాకపోకల రాశిపై బడి, తక్కువ అనిపించును. ఆవిరి రైలు ఇంజను, డీసెలు రైలు ఇంజను వంటి రైల్వే పద్ధతుల యందు రవాణా ఖర్చులు ఎదుగక, తగ్గక స్థిరముగా ఉండును. భారత దేశమునకు స్వాతంత్ర్యము ప్రాప్తించిన వెనుక ఇండియన్ రైల్వేలు రైలు ఇంజనుల ఉత్పత్తిలో పేర్కొన దగిన ప్రగతిని సాధించగా స్వయం పర్యాప్తత సిద్ధించినది. చిత్తరంజన్ లోకోమోటివ్ వర్క్సు మునుపు ఆవిరి రైలుఇంజనులను మాత్రమే తయారు చేయగా ఇప్పుడు ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజనులను కూడ తయారు చేయుచున్నది. భోపాల్ (మధ్యప్రదేశ్) లోని హెవీ ఎలక్ట్రికల్స్ (ఇండియా) లిమిటెడ్ సంస్థ దీనికి అవసరమగు విద్యుత్తు సాధనములను చిత్తరంజనుకు సప్లయి చేయుచున్నది. వారణాశిలోని డీసెలు లోకోమోటివ్ వర్క్సు సంస్థ డీసెలు రైలు ఇంజనులను తయారుచేసి భారతీయ రైల్వే వ్యవస్థకు సప్లయి చేయుచున్నది.

రైలు పెట్టెలు: రైలు బండి బరువు, రైలు ఇంజను లాగుడు సామర్థ్యము బ్రేకు సామర్థ్యమును బట్టియేకాక, డ్రా - బార్ సామర్థ్యమును బట్టి కూడ ఉండును; డ్రా - బార్ సామర్థ్యమనగా కప్లింగుల నిర్మాణ వైఖరి. సాధారణముగా రైలు పెట్టెలను, వాగనులను కలుపుటకు స్క్రూ కప్లింగు పద్ధతిని వినియోగింతురు. ఈ స్క్రూ కప్లింగులలో వదులు చేయుటకు, బిగించుటకు మర ఎదురు దిశలో ఉండును. ఆటోమాటిక్ సెంటర్ బఫర్ కప్లింగు అను మరొక ఆధునిక పద్ధతి ఇటీవల వాడుకలోనికి వచ్చినది. గూడ్సు వాగనులను, పాసింజరు కారేజీలను రెండు విధములుగా విభజించ నగును: 1. నాలుగు చక్రములు గలవి ; 2. బోగీ బండ్లు. ఒక అడుగు (0·304 మీ.) రైలు మార్గమునకు గాని ఒక అడుగు (0·304 మీ.) బండి పొడవునకుగాని భారము లాగు సామర్థ్యము నాలుగు చక్రముల దానికంటె బోగీకే అధికము. అందుచేతనే నాలుగు చక్రముల వాగనులకు పూర్తిగా స్వస్తి చెప్పవలసి ఉన్నది. రైలు పెట్టెలను నిర్మించుట యందు రోలర్ బేరింగులు రూపుగొనుట ముందంజ. ఆయిల్ టాంకరులు, పెద్ద సైజు వస్తు సామగ్రిని రవాణా చేయుటకు ప్రత్యేకమైన వాగనులు, చేపలు - పండ్లు రవాణా చేయుటకు శీతలీకరణ వసతి గల వాగనులు వంటి వాటిని తయారుచేయుటకు ప్రత్యేకమైన డిజైనులు అవసరము. షంటింగు చేయునపుడు ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములు వంటి సునిశిత పరికరములు దెబ్బ తినకుండా వాటిని కుషనులు అమర్చిన వాగనులలో రవాణా చేయుట యునైటెడ్ స్టేట్సులో వాడుకలో ఉన్నది.

సిగ్నలు వ్యవస్థ - టెలి కమ్యూనికేషన్: పండ్ల తరబడి అనుభవ పూర్వకముగా సాధించిన సిగ్నలింగు - ఇంటర్ లాకింగు వంటి వ్యవస్థలను ఆధారముగా గొని ఈ రోజు సురక్షితముగను, సమర్థముగను వాగనులను, రైలు బండ్లను నడుపుటకు వీలయినది. ఒక్కప్పుడు డార్లింగ్‌టన్-స్టాక్‌టన్ మధ్య నడిచిన ప్రపంచమున మొట్టమొదటి రైలుకు సిగ్నలు సౌకర్యములు లేనేలేవు [చూ. సమీక్ష - పు. 74]. నాటి రైలుబండి ముందు ఇద్దరు పోలీసు బంట్రోతులు గుర్రములపై పోవుచు దారికి అడ్డములు లేకుండ చూచెడివారు. ఆ తరువాత పోలీసు బంట్రోతులు రైలు మార్గము వెంబడి అక్కడక్కడ యూనిఫారమ్ దుస్తులలో నిలబడి నెమ్మదిగా నడచు రైళ్ల రాకపోకలను నియంత్రించుచుండెడివారు. ఇప్పటి సిగ్నలు వ్యవస్థలో గల సెమఫోర్ నాటి దారినిచూపు పోలీసు బంట్రోతు ముంజేయి! భారతదేశమున రైలు అవతరించిన ప్రథమ దశలో భ్రమించుచుండు పళ్లెములలో వేర్వేరు దీపములు ఉండెడివి. నాడు పాయింటులు, సిగ్నలుల మధ్య ఇంటర్ లాకింగు బహు తక్కువ. మధ్య స్టేషనులలో సాధారణముగా సిగ్నలు వ్యవస్థలో మెయిన్ సిగ్నలులు స్టేషన్ మాస్టర్ ఆఫీసు ముందరను, ఔటర్ సిగ్నలు రైలు మార్గమునకు ఆవైపు, ఈవైపును ఉండెడివి. పాయింటులు, సిగ్నలుల మధ్య ఇంటర్ లాకింగు ఉండెడిది కాదు. తరువాత రంగు అద్దములు గల సెమఫోర్ పద్ధతి ప్రవేశపెట్టబడినది. తాళముతో స్టేషను ప్రాంగణము ఇంటర్ లాక్ చేయబడి ఆ తాళము చేతికి ఇచ్చెడివారు.

భారతదేశమున 1892 వరకు ప్రమాణీకరింపబడిన సిగ్నలు వ్యవస్థ పదియును లేదనియే చెప్పదగును. అప్పుడే జి. ఎచ్. లిస్ట్ అను విజ్ఞాని ఇంటర్ లాకింగు పద్ధతిపై ప్రాథమిక పరిశోధనలు ప్రారంభించెను. అతడు మోర్స్ సహాయమున ఇంటర్ లాకింగు పరికరమును ఒక దానిని సిద్ధపరచి, దానికి 'లిస్ట్-మోర్స్ పరికరము' అను పేరుపెట్టి, లాహోర్ - గాజియాబాదు స్టేషనుల మధ్య 28 సింగిల్ లైను క్రాసింగు స్టేషనులలో వాటిని నెలకొల్పెను. అయితే, ఈ పరికరము ఇప్పుడు వాడకమున లేదు.

అత్యధిక వేగమున పయనించు ఆధునిక రైలుబండ్లకు వీలుగా సిగ్నలు వ్యవస్థను నేడు రూపొందించిరి. తాను పయనించుచున్న రైలు మార్గమున మరొక బండి లేదని, తాను స్వేచ్ఛగా పయనించవచ్చునని రైలు ఇంజను డ్రయివరుకు తెలుపుటకు వీలుగా నేటి సిగ్నలు వ్యవస్థ రూపుగొనినది. రైలు ఇంజనుకు గల అత్యధిక వేగ సామర్థ్యమును అందుకొనునట్లు చేయుటకు డ్రయివరుకు రానున్న ముందు సిగ్నలు ద్వారానే తెలియజేయవలెను. అంతకు ముందే ఆ రైలు మార్గమున బండి ఉండినచో భద్రతావసరములను బట్టి సిగ్నలును దింపకూడదు. ట్రాక్ సర్క్యూట్లను బట్టి దీనిని సాధింతురు. పాయింట్లు సక్రమముగా పడుటకుగాను సిగ్నలు వ్యవస్థను పాయింట్లతో ఇంటర్ లాక్ చేయుదురు. భారీ రైలు ప్రాంగణము నందును, పెద్దపెద్ద స్టేషనులయందును, పెద్ద గూడ్సు షెడ్ ప్రాంగణములందును రిలే పద్ధతిపై మార్గములను నియంత్రించి వేగమును, భద్రతను సాధింతురు. కంట్రోలింగు కాబిన్‌లో బండి ఉన్న మార్గములను ఎరుపురంగులో చూపింతురు. బండ్లను స్వీకరించుటకు, పంపించుటకు ఒకటి రెండు మీటలను నొక్కిన చాలును. సంప్రదాయ పద్ధతిలో సిగ్నలింగు, ఇంటర్ లాకింగు సాధించవలెనన్న చాల తులాదండము (లీవరు) లను దింపవలయును.

సిగ్నలు వ్యవస్థతో పాటుగ టెలికమ్యూనికేషన్ వ్యవస్థ కూడ అభివృద్ధి చెంది రైళ్ల వినియోగతను మరింత ఇనుమడింప జేసినది. లైన్ క్లియర్ ఇచ్చుటకును, రైలుబండ్ల రాకపోకలను బ్లాక్ సెక్షన్‌కు చెప్పుటకును బ్లాక్ టెలిఫోన్ పద్ధతి వినియోగించబడుచున్నది. ఈ సమాచారమును సుమారు 300 కి. మీ. రైలు మార్గమును నియంత్రించు కేంద్ర నియంత్రణ వ్యవస్థ అందజేయుటకు కూడ సాధ్యమగుచున్నది. రైళ్ల రాకపోకలలో జరుగు ఆలస్యమును ముందుగనే తెలిసికొనుటకును, ఏ బండి ముందు పోవలెనో నిర్ణయించి క్రాసింగ్‌లు ఏర్పాటు చేయుటకును - వంటి విషయములలో - ఈ సమాచారము వినియోగమగుచున్నది. స్థూలముగా చెప్పవలెనన్న ఆధునిక సిగ్నలింగు, టెలికమ్యూనికేషన్ వ్యవస్థ లేనిచో రైళ్లను వేగముగను, తక్కువ ఖర్చులోను, దక్షతతోను నిర్వహించుట అసాధ్యము. సిగ్నలింగు, ఇంటర్ లాకింగు వ్యవస్థలలో క్రింద ఉదాహరించిన రకములు కలవు: 1. ఒంటి తీగె సిగ్నలింగు; 2. జంట తీగె సిగ్నలింగు; 3. క్రింది పాద సిగ్నలింగు; 4. బహుముఖ అధోపాద సెమఫోర్ సిగ్నలింగు; 5. పరిష్కృత క్రిందిపాద సెమఫోర్ సిగ్నలింగు; 6. ఆటోమాటిక్ వర్ణ కాంతి సిగ్నలింగు; 7. ఆటోమాటిక్ ట్రెయిన్ కంట్రోలు.

కేంద్రీకృత రాస్తా నియంత్రణ: ఒకే చోటు నుండి సుమారు 300 కి. మీ. నిడివి గల రైలు మార్గమున పయనించు రైళ్ల రాస్తాను నియంత్రించు పద్ధతికి 'కేంద్రీకృత రాస్తా నియంత్రణ' అని పేరు. ట్రాక్ సర్క్యూటింగు, రూట్ సెట్టింగు అను విధానములను ప్రయోగించి సెంట్రల్ ట్రాఫిక్ కంట్రోలర్ ఆఫీసుద్వారా ఈ పనిని నిర్వహింతురు.

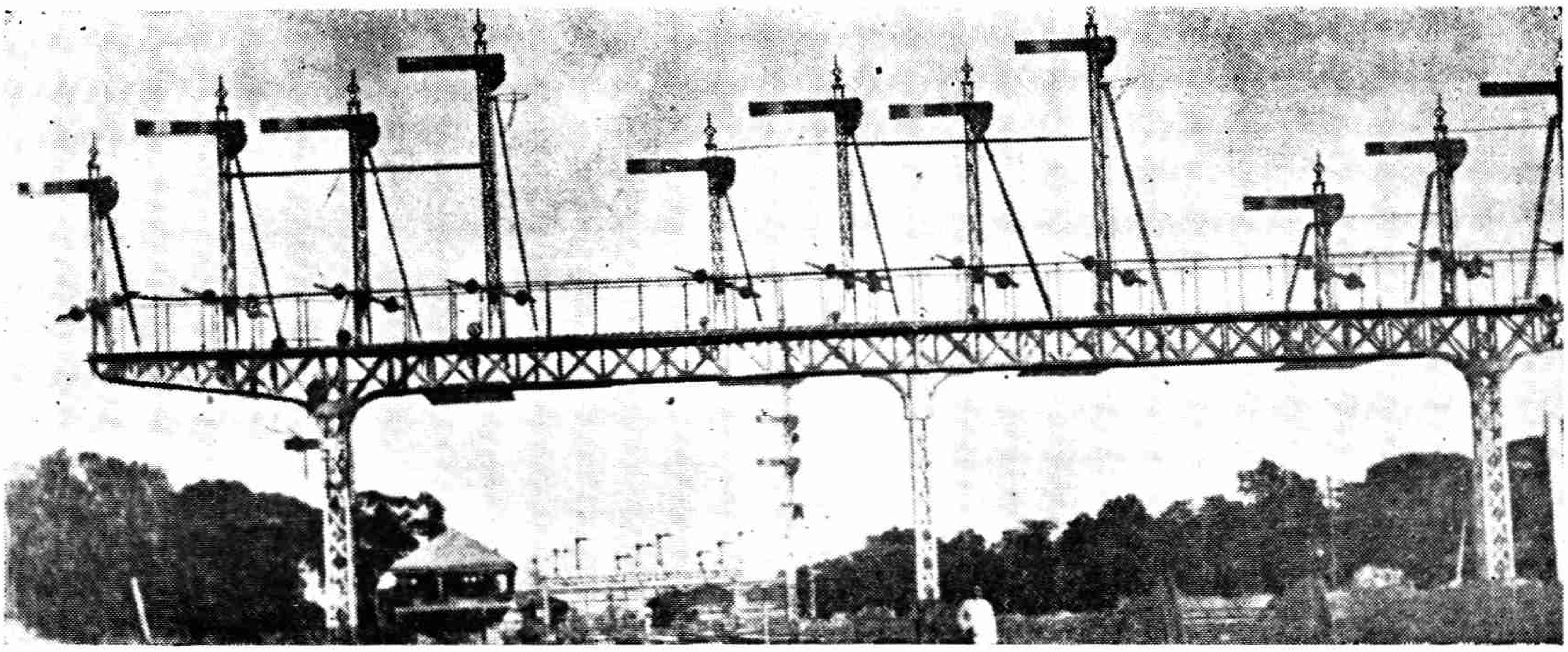
సెక్షనుకు సంబంధించిన ఒక నిర్దిష్ట రైలు మార్గముపై పయనించు రైళ్ళ పరిస్థితిని తెలియజేయు సెంట్రల్ కంట్రోల్ పేనెల్ ఉండును. పొడవైన లూపు మార్గములు ఉన్నచోట రైలును ఆపుచేయ నవసరము లేకుండగనే క్రాసింగును సాధింతురు. దీని ఫలితముగ జంట రైలు మార్గముల అవసరముకూడ లేక ఏక రైలు మార్గముతోనే సరిపెట్టుకొనుటకు వీలయినది. సెంట్రల్ ట్రాఫిక్ కంట్రోల్ వ్యవస్థతోబాటు ఎక్కువ వాగనులు గల గూడ్సు బండ్లను లాగుటకు వీలయిన ఏర్పాటులు చేయుటతో పరిస్థితి మరింత మెరుగు అయినది. సెంట్రల్ ట్రాఫిక్ కంట్రోల్ వ్యవస్థను సమర్థముగ నిర్వహించిన ఆ సెక్షన్‌లో రద్దీని తట్టుకొను సామర్థ్యము ఇనుమడింపజేయబడి, ఎక్కువ సంఖ్యలో బండ్లు నడచునట్లు చేయ వీలగును. అయితే, ఈ విధమును ఉపయోగించి రైలు మార్గము యొక్క సామర్థ్యమును అధికీకరించుటలో పరిమితులు కలవు. బండ్ల సంఖ్య ఒక పరిమితి మించినచో అదనపు రైలు మార్గము వేయవలసి ఉన్నది. రైలు మార్గము ఏ కారణము చేతనైనను అపాయమునకు గురియగు సూచనలు ఉన్నప్పుడు నడుచు బండిని దాని అంతట అదియే ఆగిపోవునట్లు చేయుటకు ఆటోమాటిక్ ట్రెయిన్ కంట్రోలర్ వ్యవస్థ రూపు గొనినది. అదునులో ఇంజను డ్రయివరు బ్రేకు వేసినను, వేయకపోయినను బండి ఆగిపోవును. పొగమంచు వంటి పరిస్థితులు సంభవించినప్పుడు రైలు ఇంజను డ్రయివరు ఎదురుగా పేనెల్ మీద సిగ్నల్ సూచనను తెలియజేయు ఏర్పాట్లు ఇటీవల వాడుకలోకి వచ్చినవి. లెవల్ క్రాసింగుల వద్ద అడ్డములను విసరి పారవేయుటకు కూడ ఏర్పాట్లు రూపుగొనినవి.

రైలు బండ్లలో కాంతి, వాతానుకూలనము: ప్రయాణీకుల రైలుబండ్లకు విద్యుత్తు పరికరములు బిగించబడి ఉన్నవి. దీపములు, ఫాన్‌లు, వాతానుకూలనమునకు బ్యాటరీల - డైనమోల రూపములలో ఈ పరికరములు ఉండును. పాలు, మత్స్యమాంసాదులు వంటి శీఘ్రముగా చెడిపోవు పదార్థములను రవాణా చేయుటకు శీతలీకరణ బండ్లను ఉపయోగింతురు.

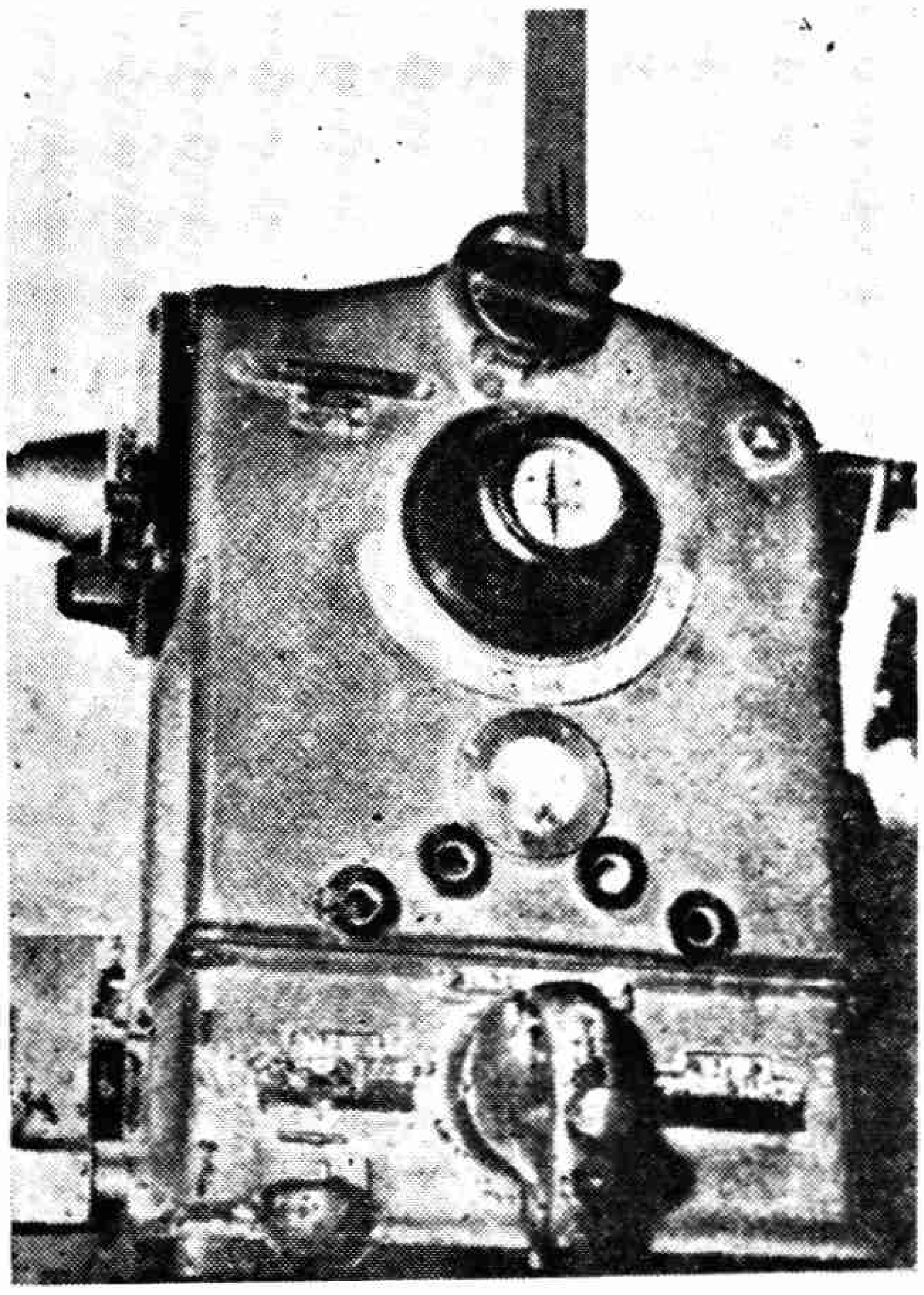
రైలు మార్గము - వంతెనలు : రైలు మార్గమును శాశ్వత మార్గము (పెర్మనెంట్ వే) అని వ్యవహరించుట కద్దు. రైలుమార్గమున సమాన అంతరము గల రెండు ఉక్కు బద్దెలు ఉండును. వీటిని స్లీపర్ అనబడు వాటికి బిగించబడి ఉండును. ఈ స్లీపరులు అక్కడక్కడ క్రమ పద్ధతిలో ఉండును. స్లీపరు బలాస్ట్ అనబడుదానిపై ఉండును. బలాస్ట్ క్రమపరచిన మన్ను దిమ్మపై ఉండును. అవసరమగు వాలు ఉండునట్లు చేయుటకు గాను ఆ యా ప్రదేశములలో మన్ను తీసివేసి లోతు చేయుటగాని, మన్ను వేసి ఎత్తు చేయుట గాని చేయుదురు. ఇట్లు చేయుటను ' ఫార్మేషన్ ' అందురు. ఫార్మేషన్ సరియైన స్థితిలో ఉండుటకు, వర్షాకాలమున మునిగి పోకుండ ఉండుటకు సక్రమమైన జలనిర్గమన వ్యవస్థ సమకూర్చవలెను. నడుచుచున్న రైలు చక్రములు శక్తిమంతమైన శీర్ష, క్షితిజ సమానాంతర బలములను నెరపుచుండును. దీని ఫలితముగా రైలు మార్గము దెబ్బతిని వంకర తిరుగుటయే కాక, వాలు కూడ మారిపోవుచుండును. స్లీపర్ల మధ్య బలాస్ట్ సమృద్ధిగా వేసి, రైలు మార్గము యొక్క రేఖను సరి చేయుట వలన ఈ ఇబ్బందిని పరిహరింతురు. అప్పుడప్పుడు బలాస్ట్ మంచి స్థితిలో ఉన్నదా లేదా పరీక్షించి, సరిగా లేనిచో సరిదిద్ది జలనిర్గమనము ఫలవంతముగా ఉండునట్లు చేయుదురు. ప్రతి ఏడు ఋతుపవన సమయమునకు ముందు మార్గము వెంట ఉండు మురుగు నీటి కాలువలను శుభ్ర పరతురు. ఇట్లు చేయుటవలన వర్షాకాలమున రైలు మార్గము దెబ్బతినక ఉండును. తరచు నడచుచుండు రైళ్ల రాస్తావలన పట్టాలు చెడిపోవుట పరిపాటి. అదిగాక, పట్టాలను కలుపు మేకులు, బిళ్లలు అప్పుడప్పుడు వదులయి పోవుచుండును. స్లీపరులు కొంత కాలమయిన పిదప చెడి పోయి పనికి రాక పోవును. పట్టాలను, స్లీపరులను, మేకులను, బిళ్లలను పాతవాటిని తీసివేసి క్రొత్తవి బిగించుట అవసరము. పిండి అయిపోయిన బలాస్ట్‌ను తీసివేసి అప్పుడప్పుడు క్రొత్త బలాస్ట్‌ను వేయుచుండవలెను. అయితే, రైళ్ల రాకపోకలకు అంతరాయము లేకుండ పైమరమ్మత్తులు కొనసాగించుచుండవలెను. ఇందుకుగాను సమర్థమైన ప్రణాళిక, నియంత్రణ, నిర్వహణ అవసరము.

రైలు మార్గమును నిర్మించునపుడు మార్గమున తారసిల్లు నదులు, వాగులు, సెల యేళ్లు వంటి ప్రవాహములకు సమర్థమైన వంతెనలను వేయవలెను. అప్పుడే ప్రవాహములకు వరదలు వచ్చినపుడు కూడ రైళ్ల రాకపోకలకు అంతరాయము ఉండదు. లోయలను దాటుటకు ప్రత్యేక మార్గములను నిర్మించవలసి ఉన్నది. కొండలు, మిట్టలు ఉన్న చోట రైలుమార్గము వేయవలెనన్న సొరంగ నిర్మాణము అవసరమగుచుండును.

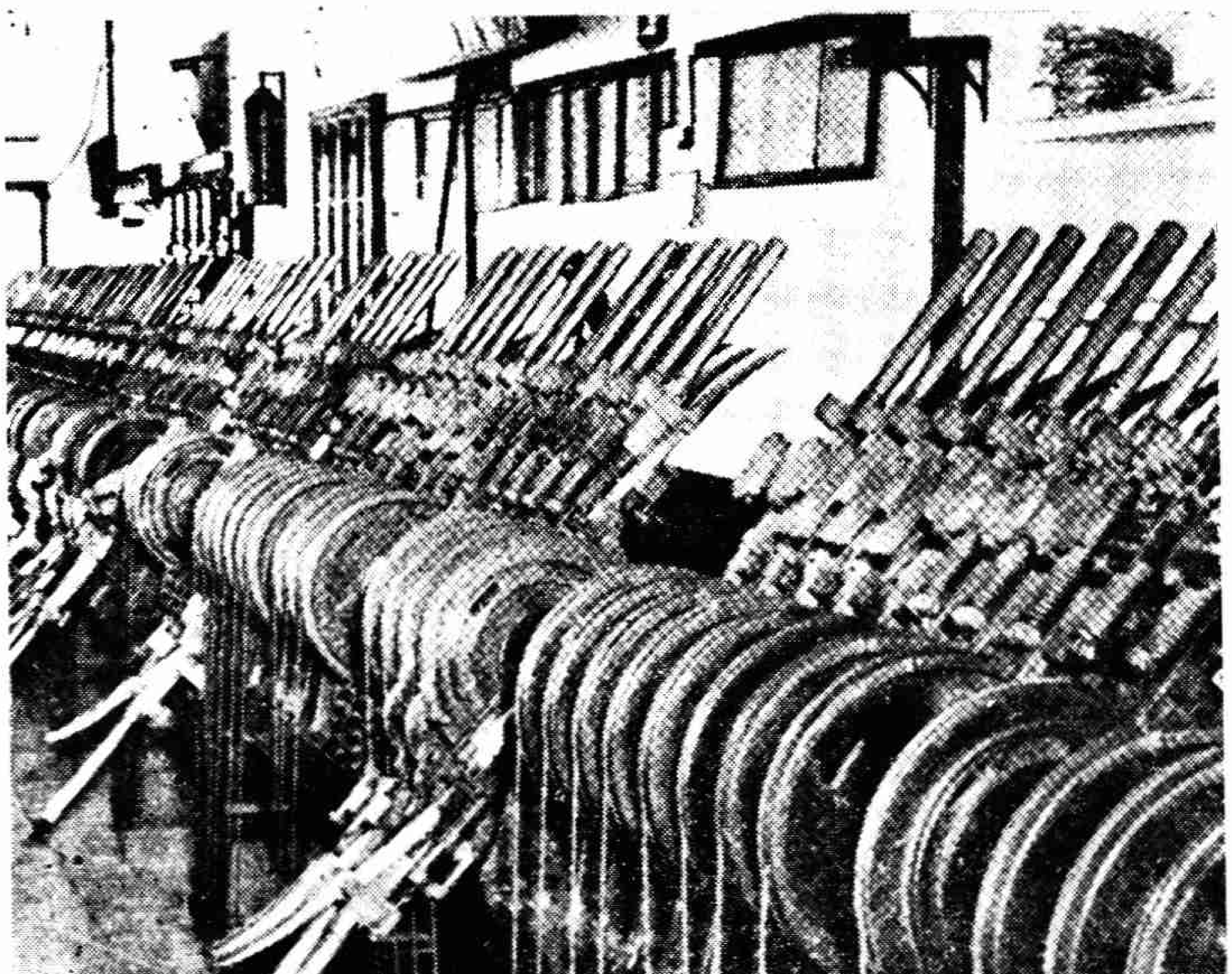
రైల్వే ఇంజనీరింగు రంగమున రైలు మార్గ నిర్మాణము, వంతెనల నిర్మాణము గాక రైళ్ల రాకపోకలను సమర్థముగా నిర్వహించుటకు అవసరమగు కార్ఖానాలు, నీటి వసతి నిర్మాణములు, స్టేషనులు, సిబ్బందికి వసతి గృహములు వంటి అనేకములైన వాటిని నిర్మించి, నిర్వహించుచుండవలెను.



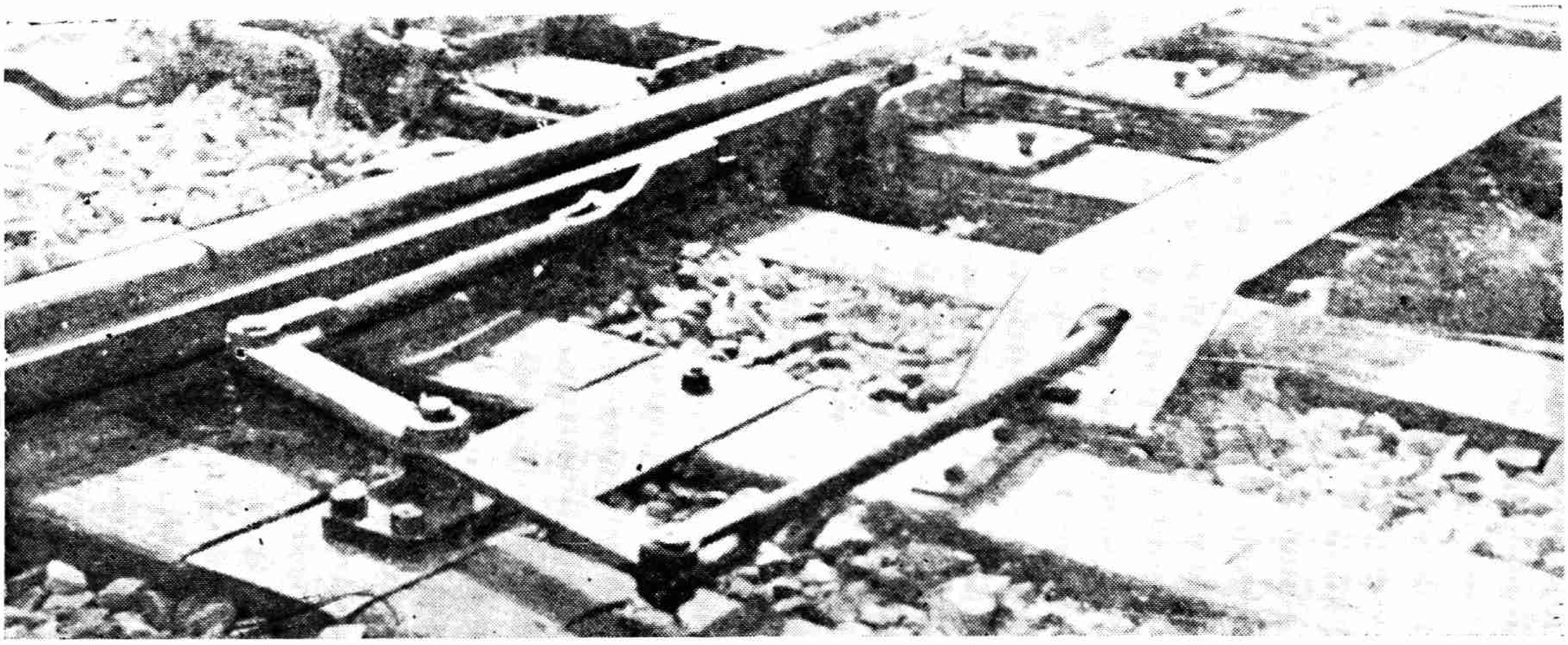
రైలుబండిని స్టేషనులోనికి స్వీకరించుటకు ఏర్పాటు చేయబడిన సిగ్నల్ వ్యవస్థ. తూర్పు రైల్వేలో ఆద్రా జంక్షన్



రద్దీగా ఉండు చిన్న రైలుమార్గములందు వినియోగింపబడు సిగ్నల్ వ్యవస్థ: నీలో టోకన్ బ్లాక్ పరికరము.



జంటతీగెల తులాదండపు చట్రపు పద్ధతిని సిగ్నల్‌లను మార్చు వ్యవస్థ. (ఓండాల్, తూర్పు రైల్వే)



ఎదురుబదురు పాయింట్లను విద్యుత్తు సహాయమున నియంత్రించుట. విద్యుత్తు మోటారును ఉపయోగించుట వలన ఎంత దూరము నుంచి అయినను సునాయాసముగా పాయింట్లను నిర్వహించ వచ్చును.

Blank Page

రైలు మార్గముల కూడలి: పెద్ద రైలు స్టేషనులందు అనేక రైలు మార్గములు కలియుచుండును. ఈ వ్యవస్థను 'యార్డ్' అని పేర్కొనుట కద్దు. ఇట్టి స్థలములందు బండ్ల రాక పోకలను సమర్థముగా నిర్వహించుటకు సిగ్నల్, ఇంటర్ లాకింగు వ్యవస్థ అవసరము. అసలు రైల్వే నిర్మాణమున ఇట్టి కూడలి స్థలమును రూపొందించి నిర్వహించుట ఒక ముఖ్యాంశము. క్రాసింగ్, రైళ్ల రాక పోకలలో ముందు వెనుకలు నిర్ణయించి నియంత్రించుట, ఒక బండిలోని వాగనులను విడదీసి మరియొక బండికి కలుపుట, వాగనులలోని సరుకులను ఎగుమతి దిగుమతి చేయుటకు అనువుగ ఒక ప్రక్కకు చేర్చుట, రైలు పెట్టెలకు అవసరమగు మరమ్మత్తు, బ్యాటరీ చార్జింగు, రైలు పెట్టెలను శుభ్రపరిచి నీటితో నింపుట వంటి పనులకు ఇట్టి స్థలములు అనుకూలముగా ఉండును. పెద్ద పెద్ద కూడలి స్థలములలో రైలు ఇంజను ముఖమును త్రిప్పుటకు వీలుగా సౌకర్యములు ఉండును. పెట్టెలను విడదీసి, మరల కలుపుటకు వీలుగా మార్షలింగ్ యార్డ్ అనబడునవి కూడ ఈ తరగతికి చెందినవే. అయితే, చిన్న చిన్న స్టేషనులందు కొన్ని చోట్ల క్రాసింగుకు అనువుగా ఒకటి కంటె ఎక్కువ రైలు మార్గము ఉండుట కూడ కద్దు. పెద్ద పెద్ద స్టేషనులలో వచ్చి - పోవు రైలు బండ్లను నిర్వహించుటకు ఫ్లాట్ ఫారముల సంఖ్య కూడ ఎక్కువగనే ఉండును. అట్టి స్థలములందు రైలు బండ్లను శుభ్రపరిచి, నీటితోనింపి, చిన్న చిన్న మరమ్మత్తులను చేయుటకు అనువగు వసతులు ఉండును. సామానులను భారీ రాశులలో నిర్వహించవలసిన చోటులలో గూడ్సు షెడ్డులకు అనుబంధించి గిడ్డంగులు కూడ ఉండును. గమ్యస్థానమును అనుసరించి వాగనుల వరుస క్రమమును నిర్ణయించుటకు అనువగు వసతులు కూడ ఉండవలెను. జంక్షన్ వంటి స్థలములందు పెట్టెలను విడదీసి, కలుపుచుండవలెను. ఈ పని మార్షలింగ్ యార్డ్ నందు కొనసాగును. మార్షలింగ్ యార్డ్ లలో రెండు ముఖ్యమైన విధానములు కలవు: 1. చదును ప్రదేశమున వేయబడిన మార్షలింగ్ యార్డ్; దీనిని 'చదును పద్ధతి' అందురు; 2. ఎత్తునుంచి పల్లమునకు జారు మార్షలింగ్ విధానమును 'గ్రావిటీ పద్ధతి' అందురు.

రైల్వే వ్యవస్థను సమర్థముగా నిర్వహించుటకు ఇటీవల కంప్యూటర్ వంటి అత్యంతాధునిక పరికరములను ప్రవేశ పెట్టిరి. దీని ఫలితముగా స్టేషనుల మధ్య సమాచారమును అత్యంత శీఘ్రముగా అందుకొనుటకు వీలు కలిగినది. అందువలన రైళ్లు మరింత వేగముగా నడుచుటకు అవకాశము కలిగినది. టెలివిజన్ వంటి రేడియో వార్తా ప్రసార పద్ధతిని కూడ వినియోగించి ఇప్పుడు రైళ్లను నడుపుచున్నారు. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ప్రస్తుతము ఈ ఆధునిక వసతులు రైళ్ల యందు కల్పింపబడినవి. రామారావు.

రైల్వే వంతెనలు : చూ. వంతెనలు.

రోడ్డు నిర్మాణము : ప్రాచీనకాలమునుండియు రాక పోకలకు అనువగు ఏదో ఒక విధమయిన బాటలు కలవు. నాగరకత అవతరించిన నాడే బాటలు కూడా అవతరించినవని చెప్పుట అతిశయోక్తి కాదు. బాటల ప్రాముఖ్యత భారతీయులు ప్రాచీనకాలముననే గుర్తించిరి. మొహెంజొదారో త్రవ్వకము వలన అయిదు వేల ఏండ్లకు మునుపే బాటలు వేయు కౌశలము భారతీయులకు తెలియునని రూఢి అగుచున్నది. ఇతర ప్రాంతమునందు - ముఖ్యముగా ఈజిప్టు దేశమున - క్రీ. పూ. 300 నాడు రాతితో బాటను నిర్మించిన ఘనత చియాప్స్ చక్రవర్తికి దక్కినది. ఈ బాటను ఉపయోగించి పెద్ద పెద్ద రాళ్లను పిరమిడ్ల నిర్మాణమునకు తరలించినట్లు చరిత్ర వలన తెలియుచున్నది. రోమనుల సంపర్కము వలన బ్రిటనులో బాటలు వాడకమునకు వచ్చినవి [చూ. సమీక్ష - పు. 33].

ప్రాచీన భారతదేశమున 'మహాపథ' ములు అనబడు బాటలు వాడకమున ఉండినట్లు అక్కడక్కడ గ్రంథస్థమైనది. క్రీ. పూ. 6వ శతాబ్దిలో బింబిసార చక్రవర్తి చరిత్ర ప్రసిద్ధమైన బాటను నిర్మించినట్లును, అది నేటికిని రాజగిరి ప్రాంతమున వాడుకలో ఉన్నట్లును తెలియుచున్నది. ఈ బాట మీద చీనా యాత్రికుడు హుయాన్ స్యాంగ్ భారతదేశమున పర్యటించి అనేక విశేషములను గ్రంథస్థము చేసెను. తరువాత, మౌర్య చక్రవర్తి చంద్రగుప్తుడు (క్రీ.పూ. 322 - 298) ప్రజా సౌకర్యము నిమిత్తము బాటలను నిర్వహించుటకు ఒక ప్రత్యేక రవాణా శాఖను ఏర్పాటు చేసినట్లు తెలియుచున్నది. భారతదేశమున మహాసామ్రాజ్యమును ఏలిన అశోకచక్రవర్తి బాటల విషయమై అత్యంత శ్రద్ధ చూపినట్లు చరిత్ర వలన తెలియుచున్నది. బాటలకు ఇరువైపులా చెట్లను నాటించి, దారి పొడుగునను ప్రయాణీకుల సౌకర్యార్థమై విశ్రాంతి గృహములను నాడు నిర్వహించిరి. క్రీ. శ. 5వ శతాబ్ది ఆరంభములో భారతదేశమునకు విచ్చేసిన చీనాయాత్రికుడు ఫాహియాన్ ఈ బాటల సౌకర్యమును గురించి తన గ్రంథమున ఉగ్గడించెను. దక్షిణాదిని 'రాణి మంగమ్మ శాల' అను బాట అంత చరిత్ర ప్రసిద్ధమైనదే. మొగల్ చక్రవర్తులు బాటల అభివృద్ధికి ప్రత్యేక శ్రద్ధ చూపిరి. ఆ కాలమున ఉన్న 24 ప్రముఖ బాటలను గురించి 18వ శతాబ్దమున చాహగుల్‌షాన్ గ్రంథమున ఉదాహరింపబడినవి.

ఒకప్పుడు బాటలుగా చలామణి అయిన వాటికి ఇప్పుడు 'రోడ్లు' అని వ్యవహరించుట పరిపాటి అయినది. వాస్తవమునకు నేటి రోడ్డు నిర్మాణమునకు మాతృకను టెల్ఫర్డ్, మెకాడెమ్ అను బ్రిటిష్ ఇంజనీరులు [చూ. పు. 34] రూపొందించిరి. జాన్ లౌడెన్ మెకాడెమ్, థామస్ టెల్ఫర్డ్ అను వారులు స్కాట్లండు దేశీయులు. వీరు ఇంగ్లండు, స్కాట్లండు దేశములందు రోడ్డు నిర్మాణమందు తీసికొచ్చిన మార్పు ప్రపంచమంతటను గొప్ప ప్రభావమును నెరపినది. అంతవరకు రోడ్డును బట్టి బండిని రూపొందించుట జరిగినది. టెల్ఫర్డ్, మెకాడెమ్ బండి సౌకర్యార్థము ఏ విధముగా నిర్మింపబడినప్పటికిని అది శీఘ్రముగా పయనించుటకు అనువగు రోడ్డును సిద్ధ పరచవచ్చునని రుజువు చేసిరి.

బండి - రోడ్డు సంబంధము : పెట్రోలు సహాయమున నడుపబడు మోటారుకారు అవతరించుటతో రోడ్డు నిర్మాణము క్లిష్టమై, క్రొత్త సమస్యలకు దారి తీసినది. వేగముగా పయనించు లారీ రద్దీని తట్టుకొనుటకు వీలగు రోడ్లను అభివృద్ధి చేయుట ఆవశ్యకమైనది. బండికిని, రోడ్డునకును గల సంబంధము ఇదమిత్థముగా నిర్ణయించి చెప్పుట కష్టము. బండికి తగిన రోడ్డు సిద్ధపరచబడినది. చక్రమును బట్టి బండి రూపుగొనినది; అట్లు బండి - రోడ్డు మధ్య అవినాభావసంబంధము పొసగినది. ఇట్లు రోడ్డు నిర్మాణములోని మార్పు బండి నిర్మాణముపై ప్రభావము నెరపినదని చెప్పుట వాస్తవము కానప్పటికిని రోడ్డు నిర్మాణమునందు మార్పులు లేనిచో క్రొత్తరకము బండిని వాడకమునకు తెచ్చుట కష్టసాధ్యము. మానవ నాగరకత యందు అప్పుడప్పుడు పొడసూపు ప్రగతికి అనుగుణముగా అనాదినుండియు రవాణాసౌకర్యములు అభివృద్ధి చెందినవి. రోడ్డును బట్టి రవాణా నియమములను రూపొందించుట జరిగినదే గాని రద్దీని బట్టి రోడ్డును నియంత్రించుట జరగలేదు. 17, 18 వ శతాబ్దములలో ఇంగ్లండు దేశమున రావాణా నియమములను చట్టబద్ధము చేయుచూ, అనేక శాసనములు రూపొందింపబడుచూ, అనవసరమని తోచినపుడు రద్దు చేయబడుచూ వచ్చినవి. ఇటువంటి పరిస్థితి భారతదేశము వంటి అనేక దేశములలో నేటికిని కానవచ్చుచున్నది.

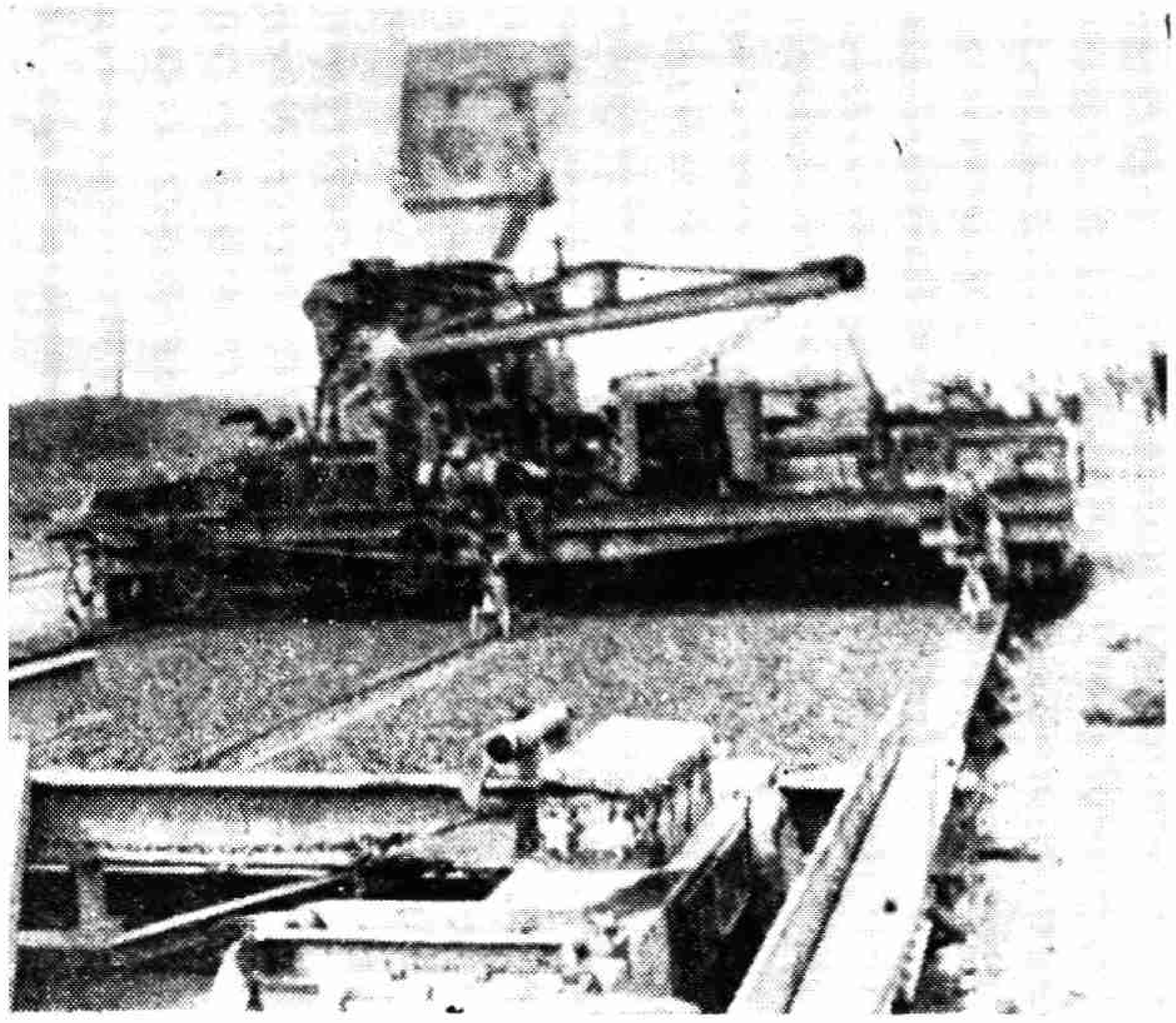
రోడ్ల నిర్వాహణ : దేశపు ఆర్థిక, సాంఘిక వ్యవస్థకు అనుగుణముగా రోడ్ల పరిస్థితిని అవగాహన చేసికొనుట సమంజసము. రోడ్డు రవాణా నిర్వహణ వివరములు తెలిసికొనుట అవసరము. రోడ్లు అనగా రాజమార్గములు. అందరూ స్వేచ్ఛగా వాడుక చేయవచ్చును. రోడ్లు ఏ ఒక్కరి సొత్తుకాదు. అవి అందరికీ చెందిన సొత్తు. రోడ్డు రవాణా వ్యవస్థయందు రోడ్లతో పాటు వాటి మీద పయనించు బండ్లను గురించి కూడా రోడ్డు ఇంజనీరు తెలిసికొని ప్రవర్తించవలెను.

నేటి సాంఘిక, ఆర్థిక వ్యవస్థయందు మోటారు రవాణా అత్యంత ప్రముఖ స్థానము వహించినది. ప్రయాణీకులకు అత్యంత సౌకర్యముగా ఉన్నది. నీటి మార్గము, రైలు మార్గము, విమాన మార్గము వంటి ఇతర విధములైన రవాణా సౌకర్యములకు మోటారు రవాణా అధిక ఉపయోగకారిగా ఉన్నదే కాని పోటిగా లేదు.

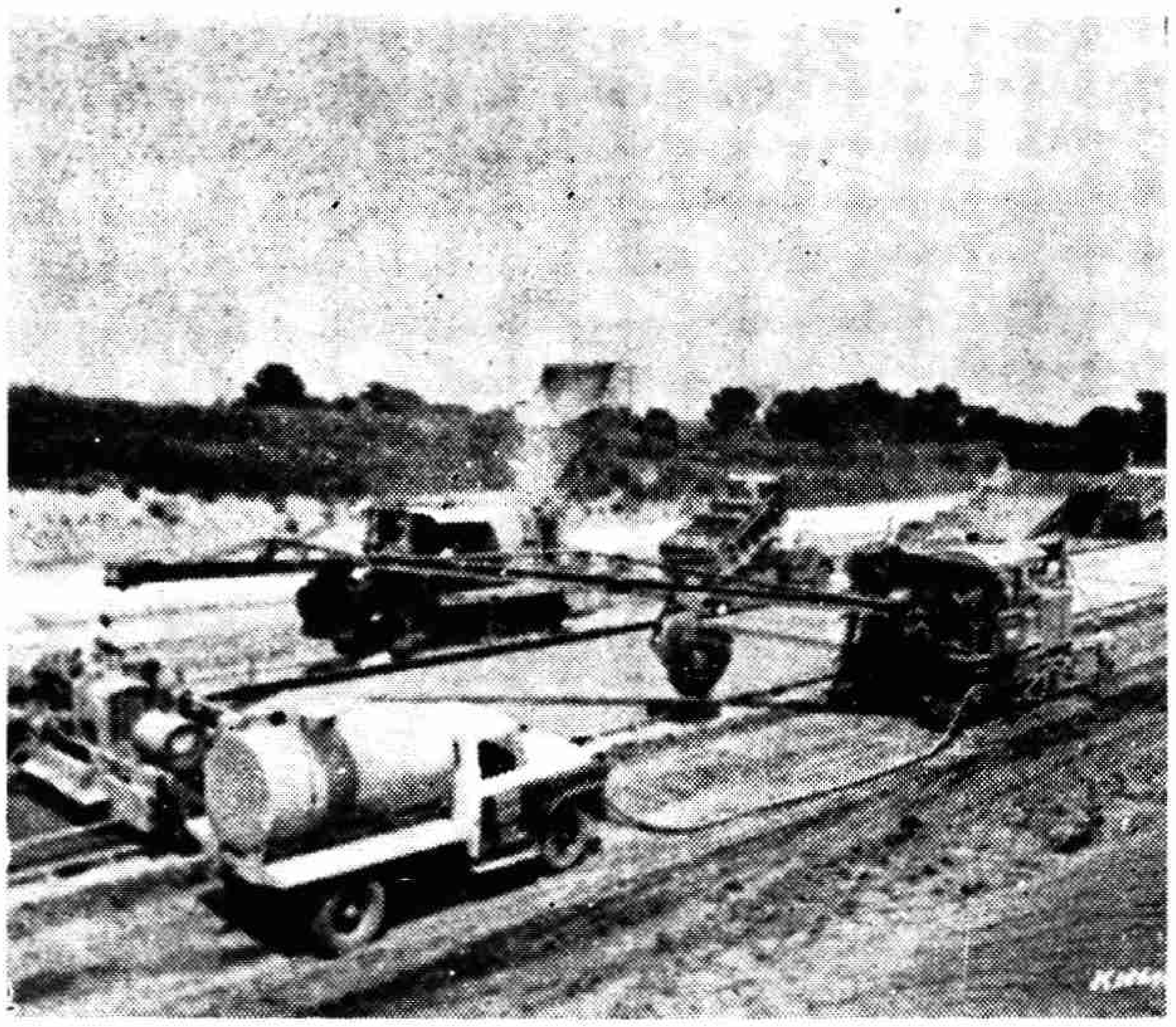
భారతదేశమున రోడ్డు రవాణా వ్యవస్థను అభివృద్ధి చేయుటకుగాను ఇండియన్ రోడ్సు కాంగ్రెస్ సంస్థ ఆధ్వర్యవమున 1943 లో నాగపూర్ నగరమున ఒక మహా సభను భారతప్రభుత్వము నిర్వహించినది. ఈ సభకు దేశములోని రోడ్లకు సంబంధించిన రాష్ట్రస్థాయి చీఫ్ ఇంజనీరులు అందరూ విచ్చేసిరి. ఈ మహాసభలో జరిగిన చర్చల ఫలితాంశములను 'నాగపూర్ ప్లాన్' అని వ్యవహరింపబడు ద్విదశ ప్రణాళికయందు పొందుపరచి, ఆయా రాష్ట్రములకు అందజేసిరి. ఈ మహా సభలోనే రోడ్లను హేతుబద్ధముగా వింగడించి ఈ క్రింది పేరులు పెట్టిరి: 1. జాతీయ రహదారులు (నేషనల్ హైవేస్); 2. రాష్ట్రీయ రహదారులు (స్టేట్ హైవేస్); 3. జిల్లాలోని ముఖ్య రహదారులు (మేజర్ డిస్ట్రిక్ట్ రోడ్సు); 4. గ్రామ రహదారులు (విలేజి రోడ్సు).

రాష్ట్ర రాజధానులను కలుపు వాటిని జాతీయ రహదారులు అనిరి. ఇది దేశమున ఒక మూలనుండి మరొక మూలకు పయనించుటకు అనువుగా ఉండును. సైనికావసరములకు కీలకమైన రోడ్లు కూడా ఈ జాతికి చెందినవిగనే పరిగణింపబడును. ఇక రాష్ట్రీయ రహదారులు అని వ్యవహరింపబడినవి ఆయా రాష్ట్రములలో ప్రముఖ నగరములను కలుపు రోడ్లు. మరి సేద్యోత్పత్తులు ముమ్మరముగా ఉండు ప్రాంతములను, పారిశ్రామిక పట్టణములను వ్యాపార కేంద్రములకు కలుపు రోడ్లు జిల్లాలోని ప్రముఖ రోడ్లుగా వ్యవహరించబడుచున్నవి. ఈ రోడ్లు రాష్ట్రీయ రహదారికి గాని, రైలు మార్గమునకు గాని కలుపబడి ఉండును; చుట్టు ప్రక్కల జిల్లా కార్య కేంద్రములను కలుపునవిగా కూడ ఉండును. గ్రామ రహదారులు అనబడునవి గ్రామ వాసుల ప్రయాణ, రవాణా సౌకర్యములు ఒసగుటకు వీలుగా ఉండును.

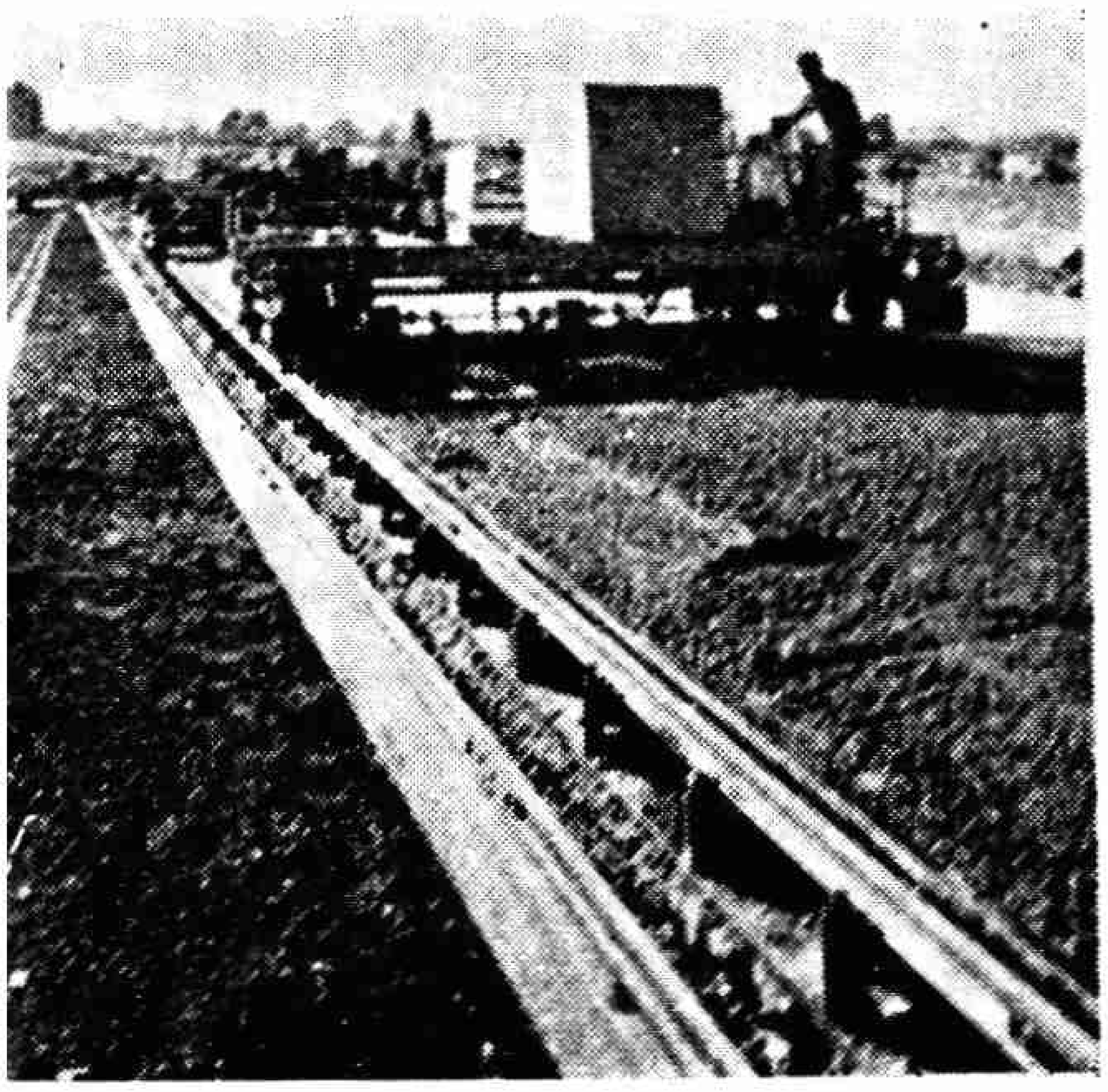
యుద్ధానంతరము మొదటి 20 ఏండ్లలోను దేశావసరములను దృష్టిలో పెట్టుకుని నాగపూర్ ప్లానును



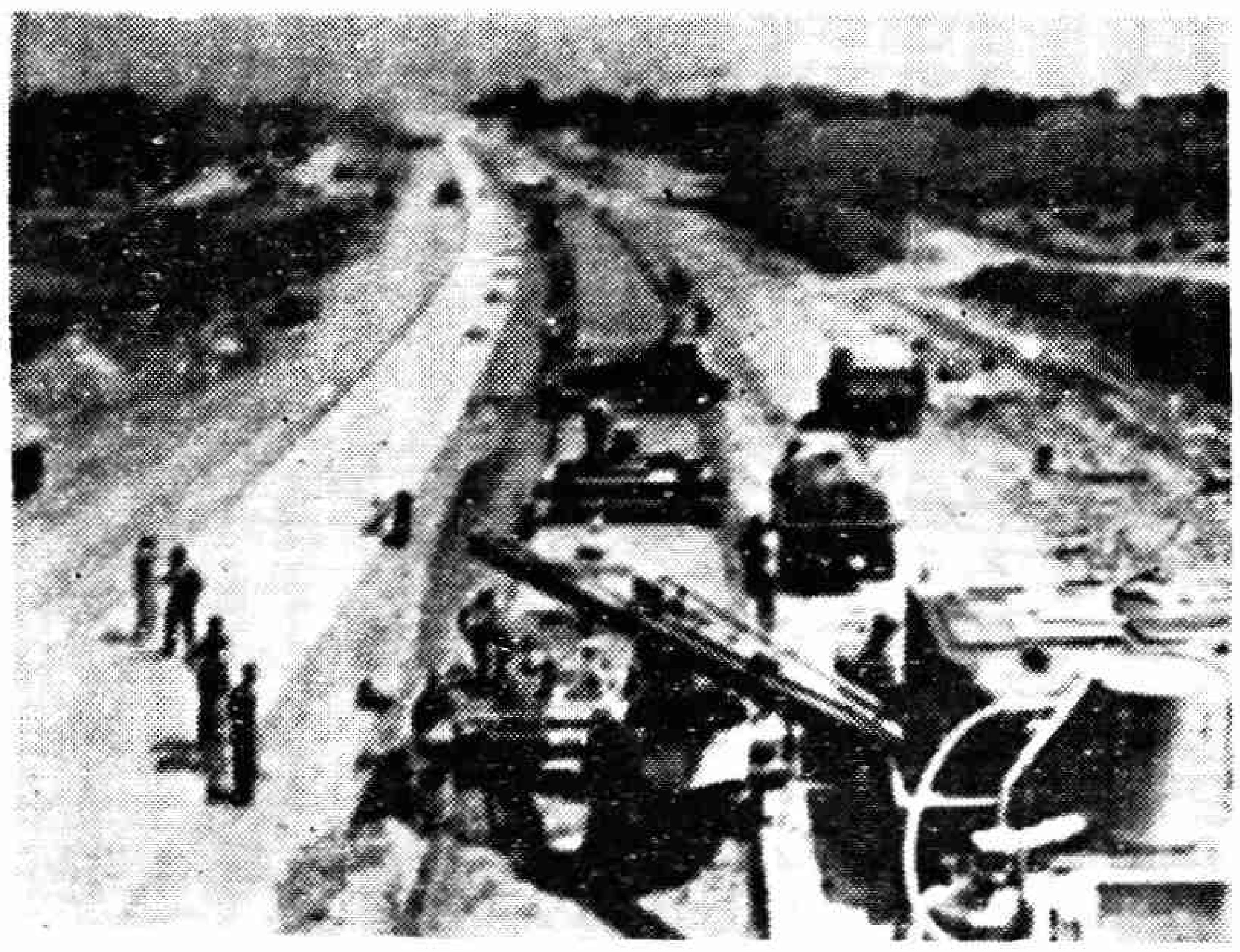
కాంక్రీటు రోడ్డు నిర్మాణము: గ్రైడరు, ఫినిషరు



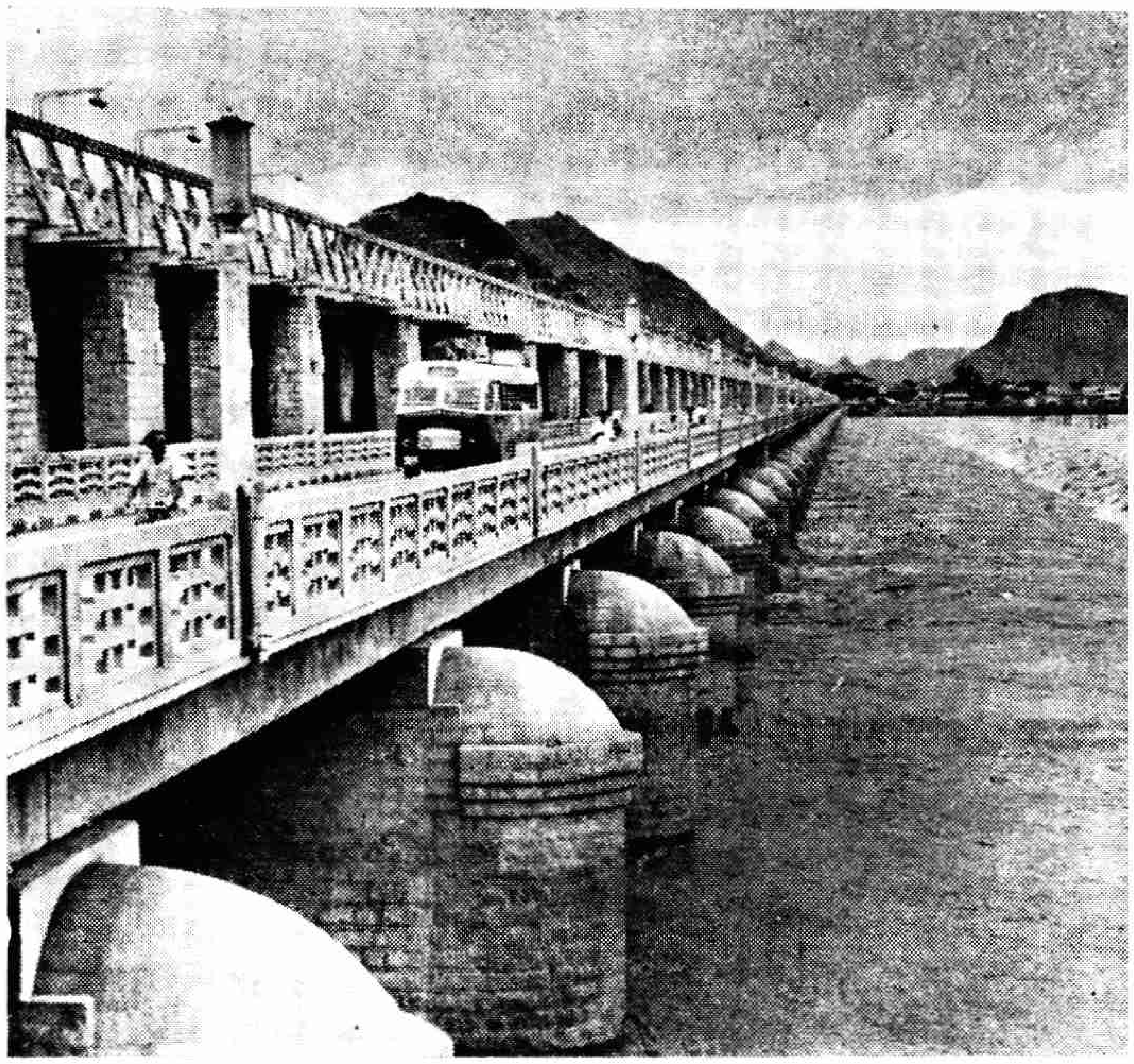
కాంక్రీటు రోడ్డు నిర్మాణము: బ్లాచింగ్ ప్లాంట్ పనిచేయుట



కాంక్రీటు రోడ్డు నిర్మాణము

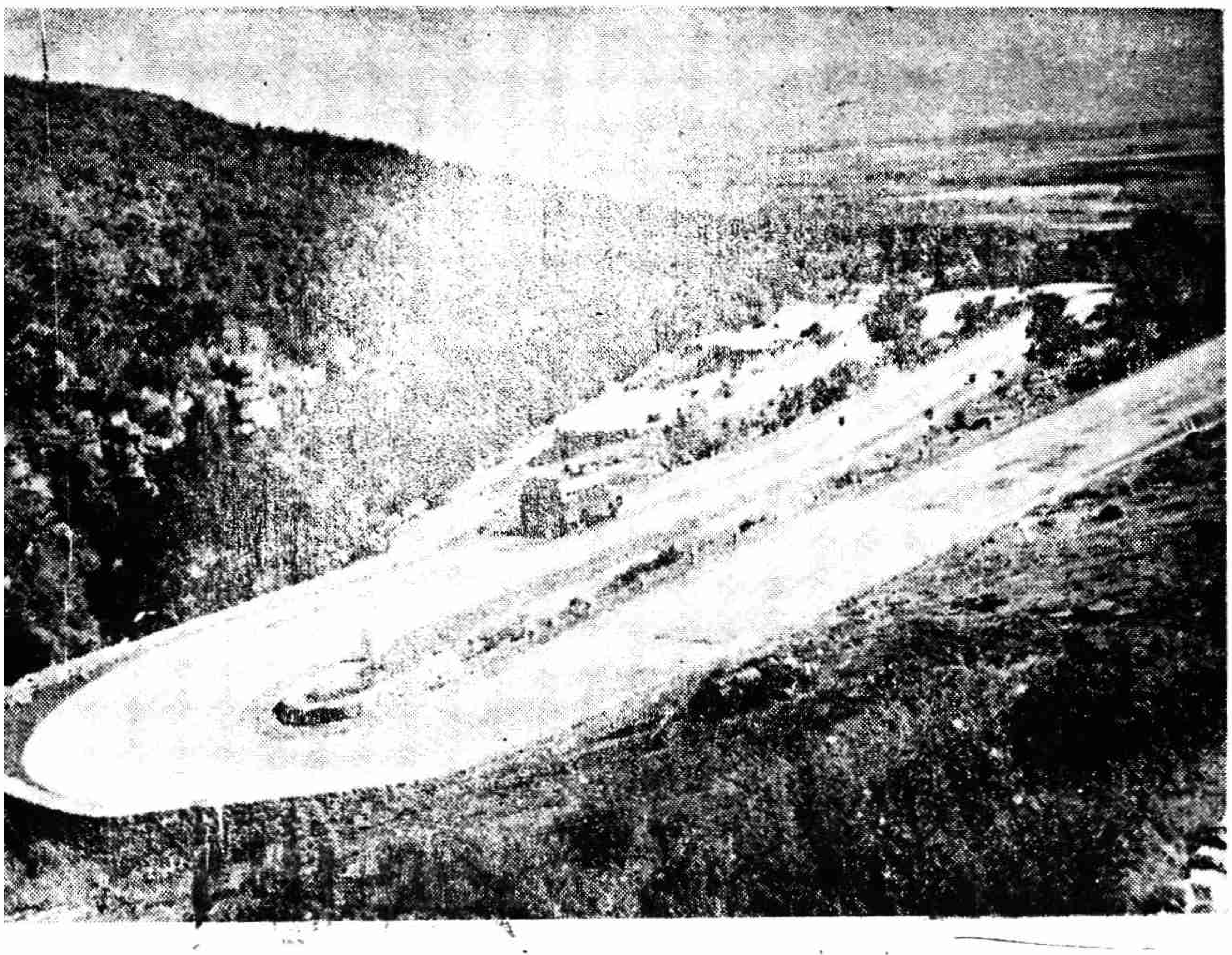


కాంక్రీటు రోడ్డు నిర్మాణము



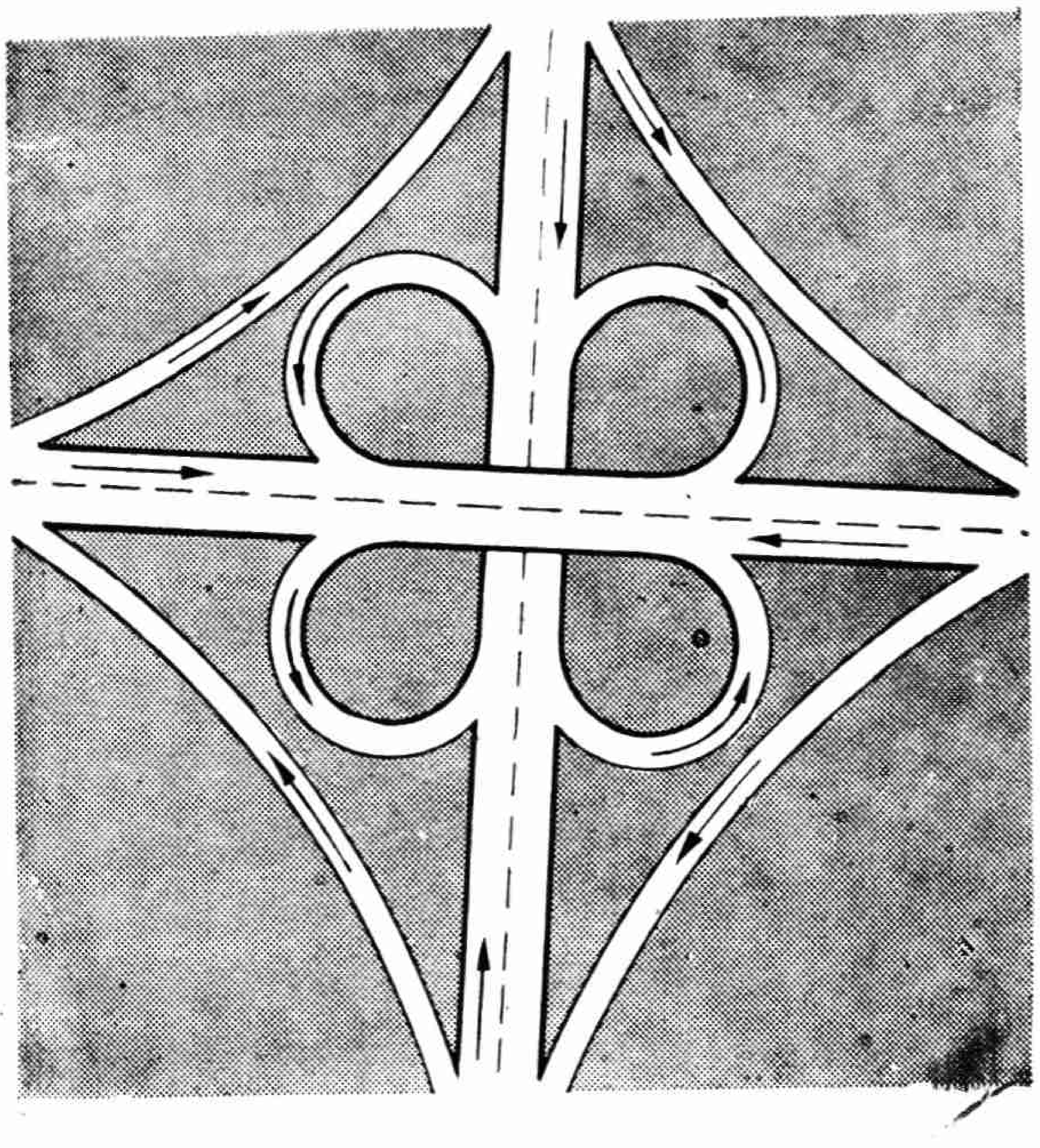
విజయవాడవద్ద ప్రకాశం బరాజుపై రోడ్డు వంతెన

జర్మనీయందు రద్దీని తట్టుకొనుటకు నిర్మించిన ఫ్లై ఓవర్

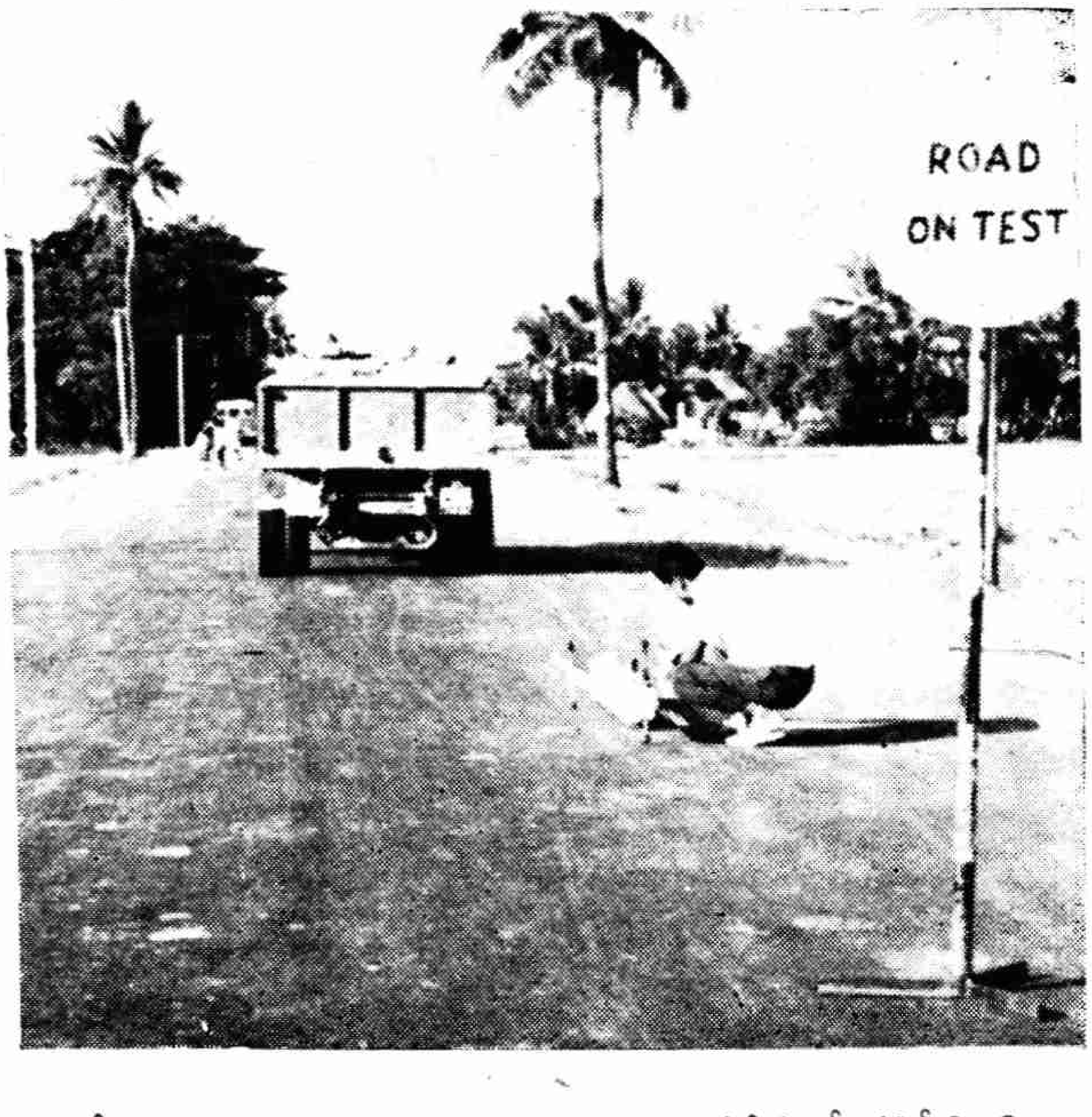


తిరుపతి కొండ ఎక్కుటకు
వేయబడిన ఘాటురోడ్డు.
ఇందు తలపిన్ను వంపులు
పెక్కు కలవు

మద్రాసు నగరములో సబ్ వే: పైన తూర్పు పడమరులుగా రైలువంతెన, రోడ్డువంతెన చూడవచ్చును. సబ్ వే ఉత్తర, దక్షిణములకు పోవుచున్నది



బండ్ల రద్దీ మిక్కుటమైనపుడు రహదారీ నియంత్రణకు అవలంభించు లవంగ మొగ్గ రాస్తా పద్ధతి

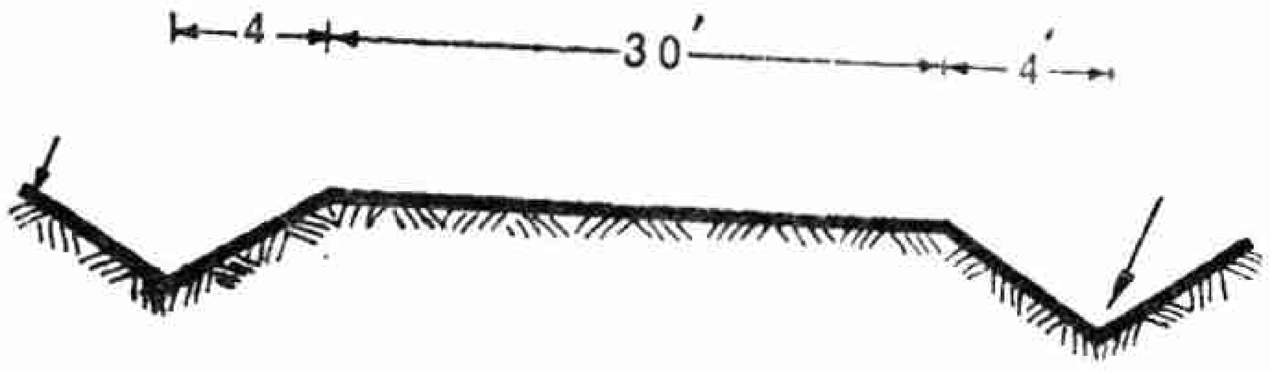


రోడ్లపై బండ్లు నడచునపుడు ఎంత దిగిపోవునో పరిశీలించి, రోడ్డు మంచి చెడ్డలను నిర్ణయింతురు

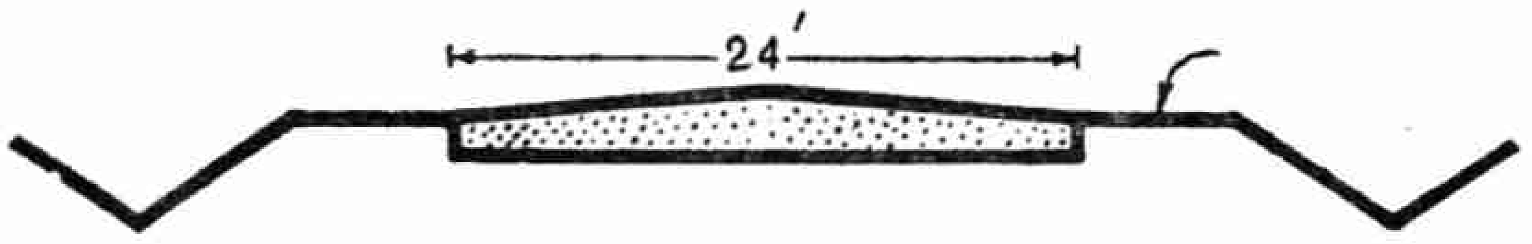
Blank Page

సిద్ధ పరచిరి. సేద్యాభివృద్ధి చెందిన ప్రతి గ్రామమును సమీపమున ఉన్న మెయిన్ రోడ్డుతో కలిపి, ఫలసాయమును రవాణా చేయుటను సమకూర్చుటయే నాగపూర్ ప్లాను యొక్క ధ్యేయము. సత్ఫలితములను సాధించుటకై పట్టణములను, పెద్ద పెద్ద గ్రామములను కలుపుచూ అనేకములైన మెయిన్ రోడ్ల నిర్మాణము కొనసాగించుటకు ఈ ప్రణాళికయందు ఏర్పాటయినది. అంతకుముందే ఉన్న రోడ్లను అభివృద్ధి చేయుటతో పాటు క్రొత్తవాటిని నిర్మించుటకు కూడా వీలు కల్పింపబడినది. జాతీయ రహదారి అని వ్యవహరింపబడు రోడ్లను క్రొత్తగా అభివృద్ధి చేయవలసి వచ్చినను, ప్రతి ఏడాది మరమ్మతులు చేయవలసి వచ్చినను అందులకు అగు ఖర్చు పూర్తిగా కేంద్ర ప్రభుత్వము భరించవలసినదని నాగపూర్ సభ తీర్మానము. దీనిని అనుసరించి కేంద్రప్రభుత్వము రోడ్ల నిర్మాణమునందు పరిశోధన, ప్రమాణీకరణము, సాంకేతిక సలహా వంటి పనులు నిర్వహించి రాష్ట్రముల మధ్య సహకార సమన్వయములను ఇనుమడింప జేసినది. పంచవర్ష ప్రణాళికలయందు పొందుపరుపబడిన రోడ్డు అభివృద్ధి నాగపూర్ సూత్రమును అనుసరించియే చేయబడినది.

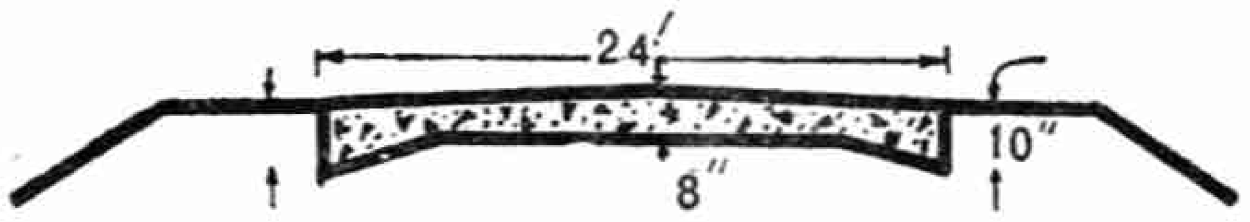
పట్టణ రవాణా : మోటారు బండ్లు నానాటికి అభివృద్ధి చెందుటతో పాటు రోడ్లు కూడ అందులకు అనుగుణముగా అభివృద్ధి చెంది, పట్టణ - గ్రామవాసులకు రాకపోకల సౌకర్యములు సమకూరినవి. పారిశ్రామికాభ్యుదయము, వ్యాపారాభివృద్ధి చెందుటతో సరుకుల శీఘ్రరవాణాకు ఆ యా కేంద్రములలో సౌకర్యములు సమకూరినవి. రోడ్లు ఇతోధికముగా అభివృద్ధి చెందుటవలన ప్రజా జీవనములో అనేకమైన సాంఘిక మార్పులకు దారితీసినది. వీధుల స్వరూపము మారిపోయి సంఘజీవనమున నూతన పరిణామములు ఏర్పడ జొచ్చినవి. జనులు ఇటునుండి అటు, అటునుండి ఇటు వలసలు పోవుటచే ఆర్థిక వ్యవస్థలో మార్పువచ్చి నేల వినియోగ స్థాయి పూర్తిగా మారినది. పట్టణ - గ్రామముల మధ్య సంబంధము నందు కూడ గొప్ప మార్పు సంభవింప జొచ్చినది. నగరముల రోడ్ల స్వరూపమందు పెద్ద మార్పువచ్చినది. ఈ మార్పు రోడ్ల వెడల్పును ఎక్కువ చేయుట వరకునే పరిమితమైనది. పరిశ్రమలు, వ్యాపార కేంద్రములు గుమిగూడి ఉండు నగరములందు ప్రధానమైన రోడ్ల వెంబడి వీధులను తగురీతిలో జోన్‌లుగా వింగడించి, అభివృద్ధి చేయవలసిన పరిస్థితి నానాటికి పెరుగుచున్నది. కొన్ని చోట్ల ముందున్న రోడ్లు బండ్ల రవాణా రద్దీని తట్టుకొన లేక ఇబ్బందులకు గురి అగుటతో సమస్యలను పరిష్కరించుటకు భూమిలోపల అంతర్గతముగా సబ్ వే మార్గములను, రోడ్డు పైన మరొక అంతస్తుగా ఫ్లై ఓవర్ అనబడు ఆకాశ మార్గములను నిర్మించవలసి వచ్చినది. ఇట్టి పరిష్కార మార్గములు దాపురించుటతో నడచు వారికిని, అడ్డదిడ్డముగా పయనించు బండ్ల రాకపోకలకు సౌలభ్యము చేకూరి జన సమ్మర్థము, బండ్ల రద్దీ సమస్యలు పరిహరింపబడినవి. కాని, సబ్ వే మార్గములను, ఫ్లైఓవర్ మార్గములను ఆ యా స్థల పరిస్థితులకు తగినట్లుగా డిజైనులను తీర్చిదిద్దుటకు అనుభవము, నైపుణి అవసరము.



మట్టి రోడ్డు



మెకాడెమ్ రోడ్డు



కాంక్రీటు రోడ్డు రకములు

రోడ్ల రకములు : సుమారు 7 మీ. (24′) వెడల్పు గల బాటను వేయుటకు నేలను త్రవ్వి మన్నును తీసివేసి, చుట్టు ప్రక్కల ఉన్న చెట్లను కొట్టివేసి, మన్నులో కూరుకొని ఉన్న వేళ్లను తీసివేసి, మరల గట్టి మన్నుతో నింపి, మట్టమునకు దిమ్మెసాచేసి నిర్మించినది అత్యంత సాధారణమైన రోడ్డు. వర్షాకాలమున నీటిని తరలించుటకు ఈ రోడ్ల ప్రక్కల సైడుకాలువలు అనబడు మురుగు నీటి కాలువలను కూడ ఏర్పాటు చేయుదురు. మొరుమును ఈ రోడ్లపై చల్లి రోలర్‌ను లాగుటవలన గట్టిపడును. ఇట్టి రోడ్లు అత్యంత తేలిక అయిన బండ్లు, వేసవి కాలమున బండ్ల రాకపోకలకు మాత్రము అత్యంత అనుకూలముగా ఉండును. అందుచేత, ఇట్టి విధమైన రోడ్లు గ్రామసీమలకు మాత్రము పరిమితమైనది. రోడ్డు వేయుటలో అత్యంత ప్రధానమైనది పునాది. పునాది గట్టిపడునట్లు బాగుగా దిమ్మెసాచేయవలెను. అదియునుగాక, బండి టైరుగాని, పట్టాగాని మన్నులో దిగిపోకుండా ఉండునంత గట్టిగా రోడ్డు పునాది ఉండవలెను. అన్ని ఋతువులందును గట్టిగా ఉండి, వర్షాకాలమున పునాదినుండి జలనిర్గమనము సరిగా

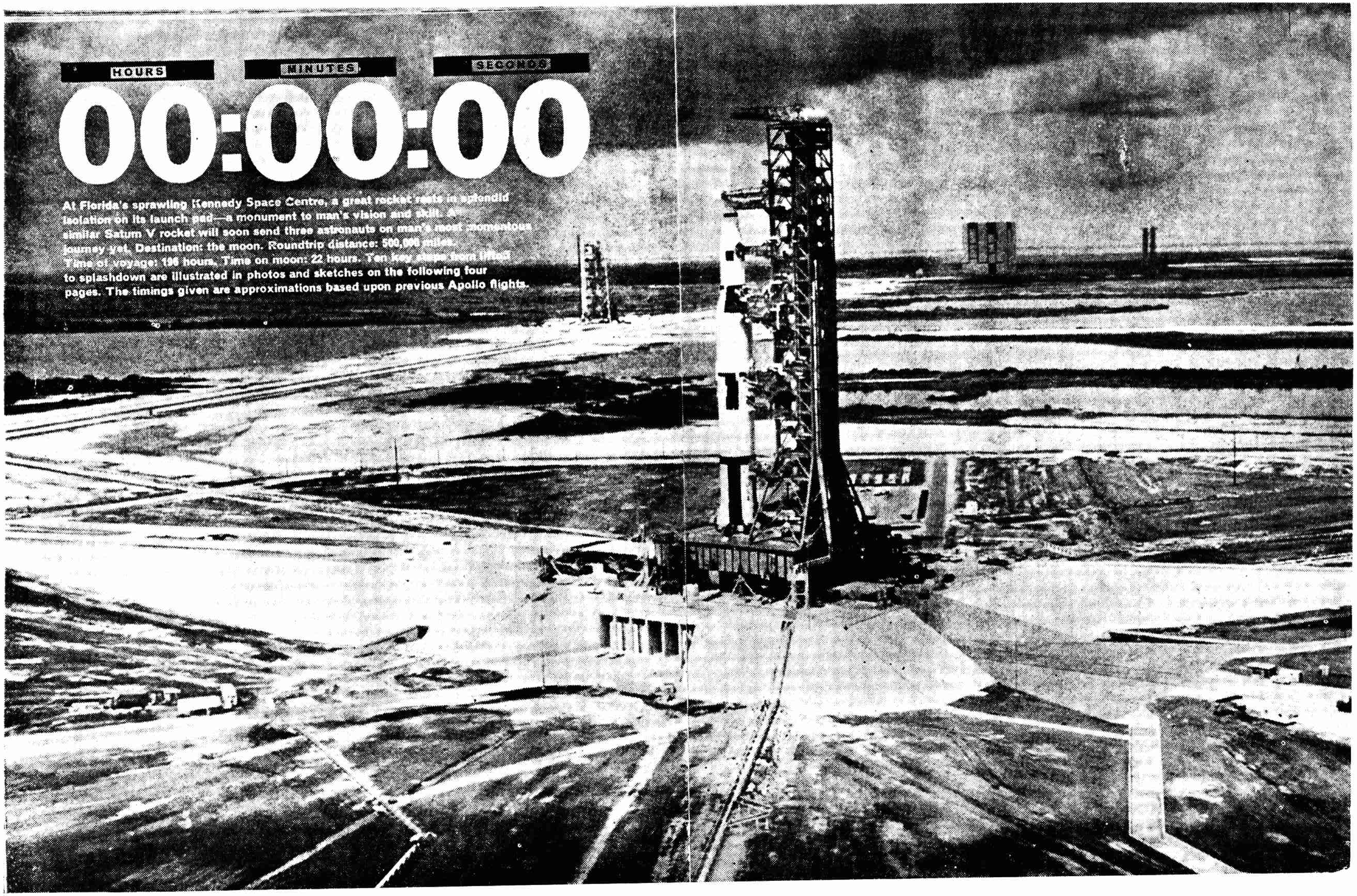
ఉండవలెను. రోడ్డు పునాదికి మన్ను అంత అనుకూల మైనది కాదు. అయితే, ఇసుక, మన్ను సరియైన నిష్పత్తిలో ఉన్నచో అట్టి పునాది గట్టిగా ఉండును. వాన సామర్థ్యము నకు ఇసుక అవసరము. బంకమన్ను, సిల్టు వంటివి ఇసుక కణములను పట్టి ఉంచుటకు అవసరము. రోడ్డు వేయ వలసిన చోట ఇసుకగాని, బంకమన్నుగాని ఎక్కువగా ఉండినచో దిగువ భాగమున చక్కగా జలనిర్గమన సౌకర్యముచేసి, మన్నును సర్ది, ఇసుక - బంకమన్ను 40—60 శాతమున ఉండునట్లు కలిపి 20—30 సెం. మీ. దళసరిని కప్పి, పైన రోలర్‌ను లాగుదురు. ఈ పద్ధతిని నేలను స్థిరీకరించుట అందురు. ఆ యా ప్రాంతమునందున్న మన్నులో బంకమన్ను గాని, ఇసుకగాని తక్కువ అయినచో తక్కువయిన దానిని కలుపుదురు. ఇట్టి ఇసుక, బంకమన్ను రోడ్ల పైన కప్పువేసి వర్షాకాలమున నీరు నెమ్మదిగా ప్రక్కనున్న మురుగునీటి కాలువలోనికి వడియునట్లు చేయుదురు.

మెకాడెమ్ రోడ్డు అనునది ఇసుక, బంకమన్ను రోడ్డు కంటె సమర్థమైన బండ్ల రద్దీని తట్టుకొని నిలువ గలదు. దీని నిర్మాణము వ్యయసాధ్యమయినది. అభివృద్ధి పరచిన రోడ్ల నిర్మాణ విధానములలో మెకాడెమ్ రోడ్డు అత్యంత పురాతనమైనది. 15 - 25 సెం. మీ. గాడిని కావలసినంత వెడల్పుగా త్రవ్వి రాతి ముక్కలతో నింపుదురు. ఈ రాతిముక్కలు వివిధములైన సైజులలో ఉండును. పెద్ద వాటిని దిగువను, చిన్న వాటిని పైనను వేయుదురు. నీరు వడియుటకు మొరుము వంటి కంకరను పైన నింపి, నీటిని చల్లి, రోలర్‌ను లాగుదురు. ఇటువంటి రోడ్లు తేలిక మోటారు బండ్ల రవాణాకు అనుకూలముగా ఉన్నప్పటికిని నేటి బరువు బండ్ల రవాణాను తట్టుకొనలేక పైపొర లేచి వచ్చుచున్నది. ఈ సమస్యను పరిష్క రించుటకు ఆస్ఫాల్ట్ తారు వంటి వాటిని నేటి మెకాడెమ్ రోడ్లపై సంధాన పూరక ద్రవ్యములుగా వాడు చున్నారు. ఒక విధమైన బిట్యూమినస్ పదార్థమునురాతి ముక్కలతో బాటు వాడి దృఢమైన రోడ్లను నిర్మించు చున్నారు. ఇట్టి బిట్యూమినస్ రోడ్ల క్రిందిభాగమున రాతి ముక్కలను పరచి దిమ్మెసా చేయుదురు. దీనిపై 15 మి మీ. మొదలు 40 మి. మీ. వరకు పరిమాణము గల రాతి ముక్కలను వేడిచేసిన బిట్యూమినస్‌తో కలిపి 60 మి. మీ. మందమున పరచి దానిపైన రోలర్ లాగుదురు. బిట్యూమినస్ కట్ బాక్ చల్లి రాతిముక్కలను పరచి బరువైన రోలర్‌ను లాగి మరొక విధమైన బిట్యూమినస్ రోడ్లను సిద్ధపరతురు.

కాంక్రీటు రోడ్డు : సిమెంటు రాతి ముక్కలను నిర్దిష్టమైన పాళ్ళలో కలిపి స్లాబ్‌లు వేసి, కాంక్రీటు రోడ్లను నిర్మింతురు. అధికతాపక్రమము వలనను, స్లాబ్ పీఠమున చలనము వలన కలుగు ఘర్షణవంటి వాటివలనను బీటలను వారించు టకు కాంక్రీటు నిర్మాణములను ప్రబలము చేయవలెను. కాంక్రీటు రోడ్డు వెంబడి అక్కడక్కడ వ్యాకోచమును తట్టుకొనుటకు జాయింటులను నిర్మించవలెను. కాంక్రీటు రోడ్డులను నిర్మించుటకు ప్రారంభములో ఖర్చులు ఎక్కువ అయినప్పటికిని మరమ్మత్తు ఖర్చులు బహుతక్కువ. అత్యధిక మైన బండ్ల రద్దీని తట్టుకొనుటయేకాక, కాంక్రీటు రోడ్లు శీఘ్ర ప్రయాణమునకు అత్యంత అనుకూలముగా ఉండును. నేడు ట్రంకు రోడ్లను, నగరములోని ప్రధానమైన రోడ్లను నిర్మించుట జటిల సమస్యగా పరిణమించినది. నిశితమైన శిక్షణ, అనుభవ నైపుణి ఆధునిక రోడ్ల నిర్మాణమునకు అత్యంత అవసరము. వాణిజ్యరంగమున సరకులను ఇటు నటు పంపుటకు రవాణా సౌకర్యములు అత్యంత అవసరము. బస్సులు, కార్లు వంటి ప్రయాణ సాధనములు నేడు సర్వసాధారణమైపోయినది. దినదినము తలయెత్తు చున్న రవాణా సమస్యలకు పరిష్కారమార్గముగా అధిక వేగ ప్రయాణమునకు పరిమితమైన మోటారువే, ఆటోబాన్, ఎక్స్‌ప్రెస్‌వే వంటి అత్యంత ఆధునికమైన శీఘ్ర యానమార్గములు రూపుగొనుచున్నవి. ఒకే రోడ్డుపై 6 గాని, 8 గాని గొందులు నిర్మించి, జన సమ్మర్దముగల నగరములలో ఎదురు బదురు, అడ్డదిడ్డ బండ్ల రద్దీని తట్టు కొనుట సాధ్యమగుచున్నది. కొన్ని దేశములలో క్లోవర్ లీఫ్ అనబడు చిత్రమైన రోడ్డు వ్యవస్థను ఇందులకై నిర్మించి రవాణా సమస్యలను నివారింప జూచుచున్నారు. కె. శ్రీ.

రోదసీ విజ్ఞానము : మనలను పరివేష్టించియున్న అపారమైన, అనంతమైన బహిరవకాశమునకు రోదసీ లేదా అంతరిక్షము అని పేరు. మన భూమి, దానివలెనే సూర్యచంద్రులు, గ్రహనక్షత్రములు కూడ అంతరిక్షములో నిర్విరామముగ ప్రయాణము చేయుచున్నవి. భూమి ఉపరి తలముపై నివసించుచున్న మనము నిజమునకు అంతరిక్ష మహాసముద్రపు అపార అధోభాగమున నివసించు చున్నాము. అంతరిక్షములోని నక్షత్రములను గూర్చి యోచించుట తేలిక. కాని, భూమిపై నివసించు మనకు భూమి అంతరిక్షములో ఎట్లున్నదో యోచించి తెలిసి కొనుట కష్టము. రోదసీ యాత్రికులు మాత్రమే భూమి కూడ రోదసిలోనే తిరుగుచున్నదని కన్నార చూడగలరు.

రోదసి ఎక్కడనుండి ప్రారంభమగును ? : అంతరిక్ష యానము అనగా భూమినుండి చాల దూరముగా - అనగా



అపోలో - 11 ను రోదసీ కుహరములోనికి ప్రయోగించుటకు సిద్ధపరచిన వ్యవస్థ, జూలై 16, 1969

అపోలో - 11 రోదసీ యాత్రికులు

ఎడ్విన్ ఆల్ డ్రిన్. వయస్సు 39; అపోలో - 11 లూనార్ మాడ్యూల్ పైలెట్. (జెమిని - 12 యానమున పాల్గొని నౌకకు బయటకు వచ్చి రోదసీ కుహరమున 5 గంటల సేపు గడిపెను)

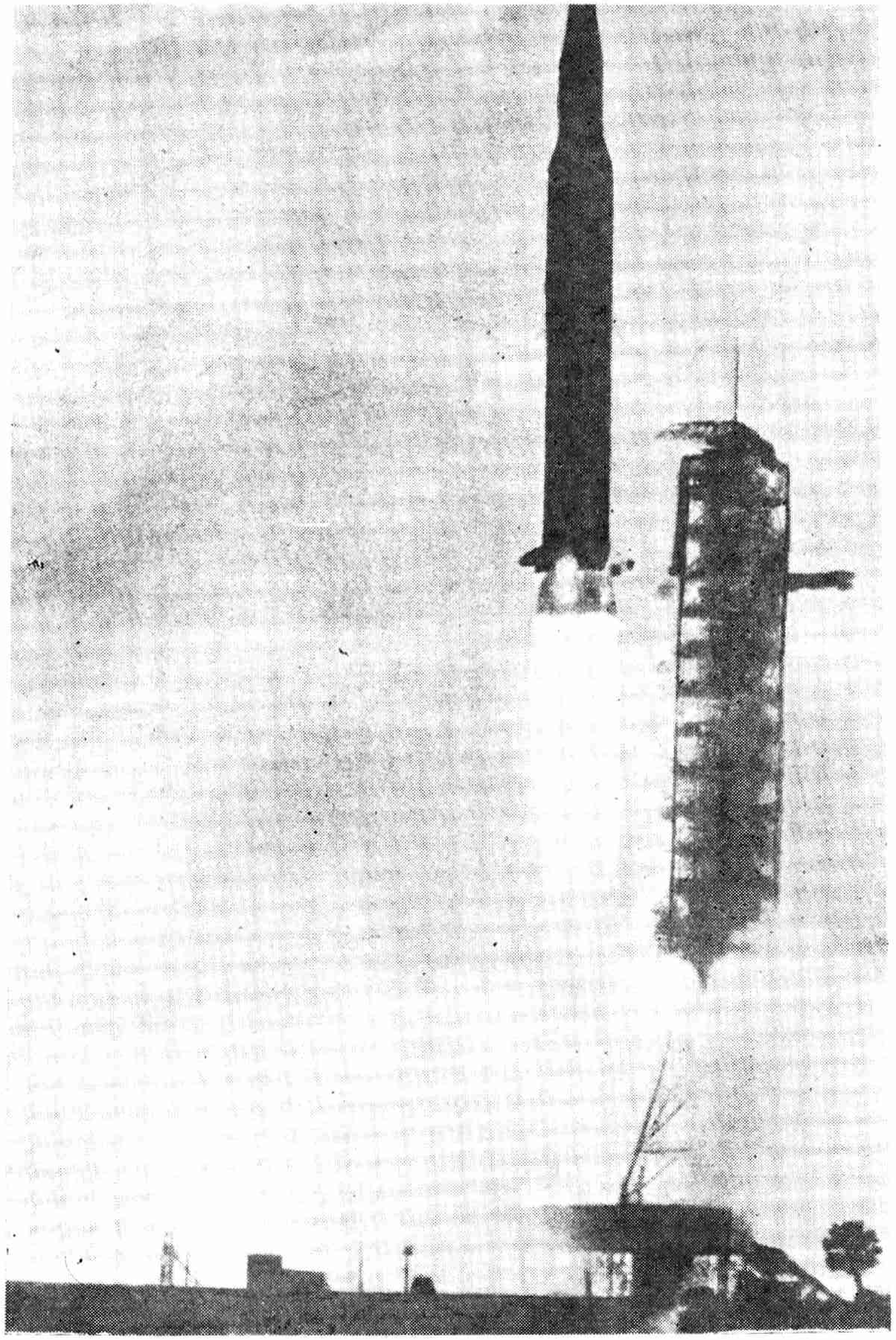
↑

↓

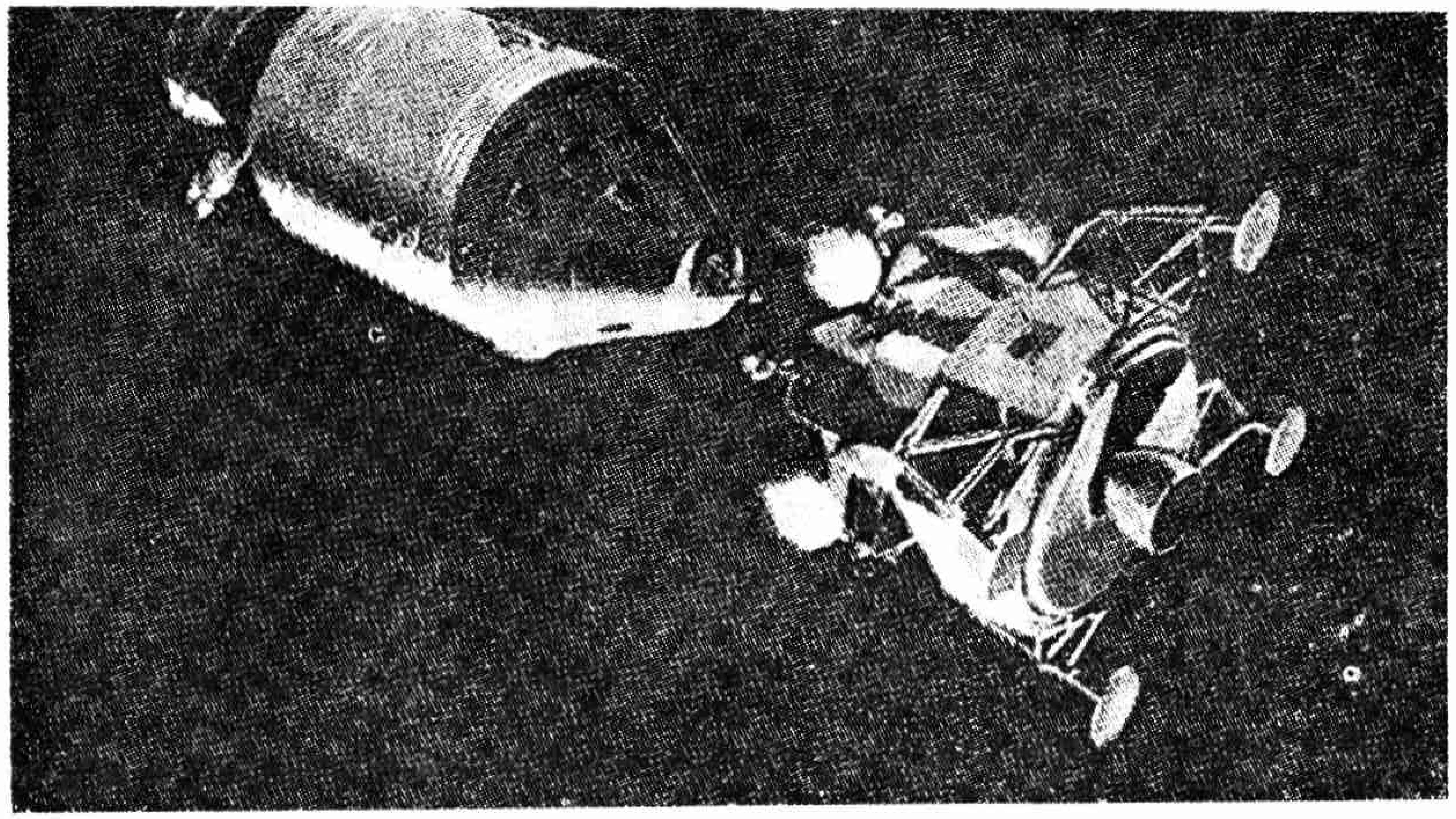
మైకేల్ కాలిన్స్, వయస్సు 38; అపోలో - 11 కమాండ్ మాడ్యూల్ పైలెట్. (జెమిని - 10 యానమున పాల్గొని రోదసీ కుహరమున నడిచెను)

నీల్ ఆమ్‌స్ట్రాంగ్. వయస్సు 38; ఇతను అపోలో - 11 రోదసీ నౌకకు ఫ్లైట్ కమాండరు. (జెమిని-8 యానమును కూడ ఈయన నిర్వహించెను)

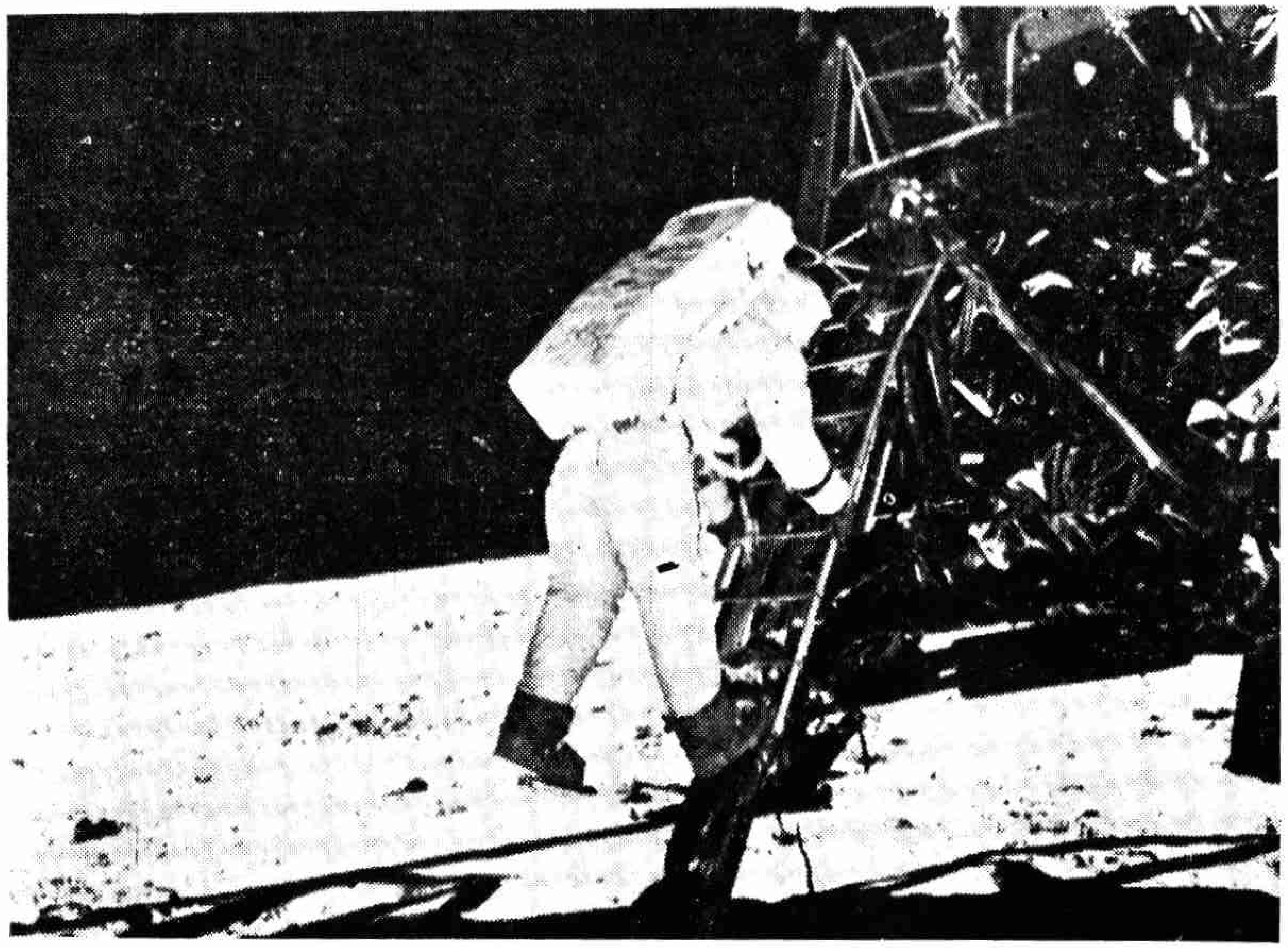
↑



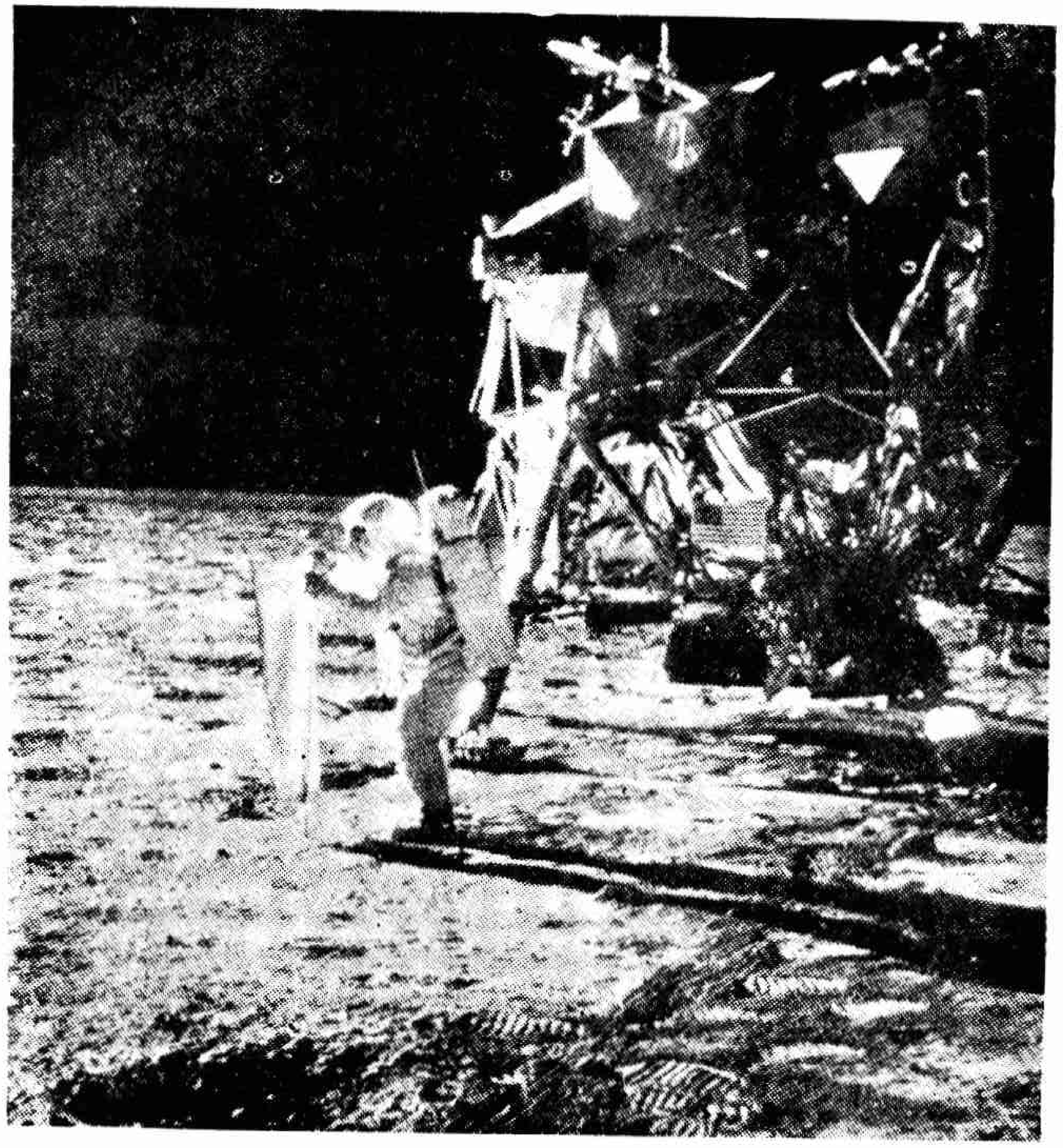
అపోలో - 11 ను రోదసీ కుహరములోనికి ప్రయోగించు దృశ్యము. దీనికి శాటరన్ వ్యవస్థ అని పేరు. ప్రయోగించిన 10 సెకనుల తరువాతి దృశ్యము ఇందు చూడనగును. గంటకు సుమారు 9,600 కి. మీ. వేగమున పయనించును



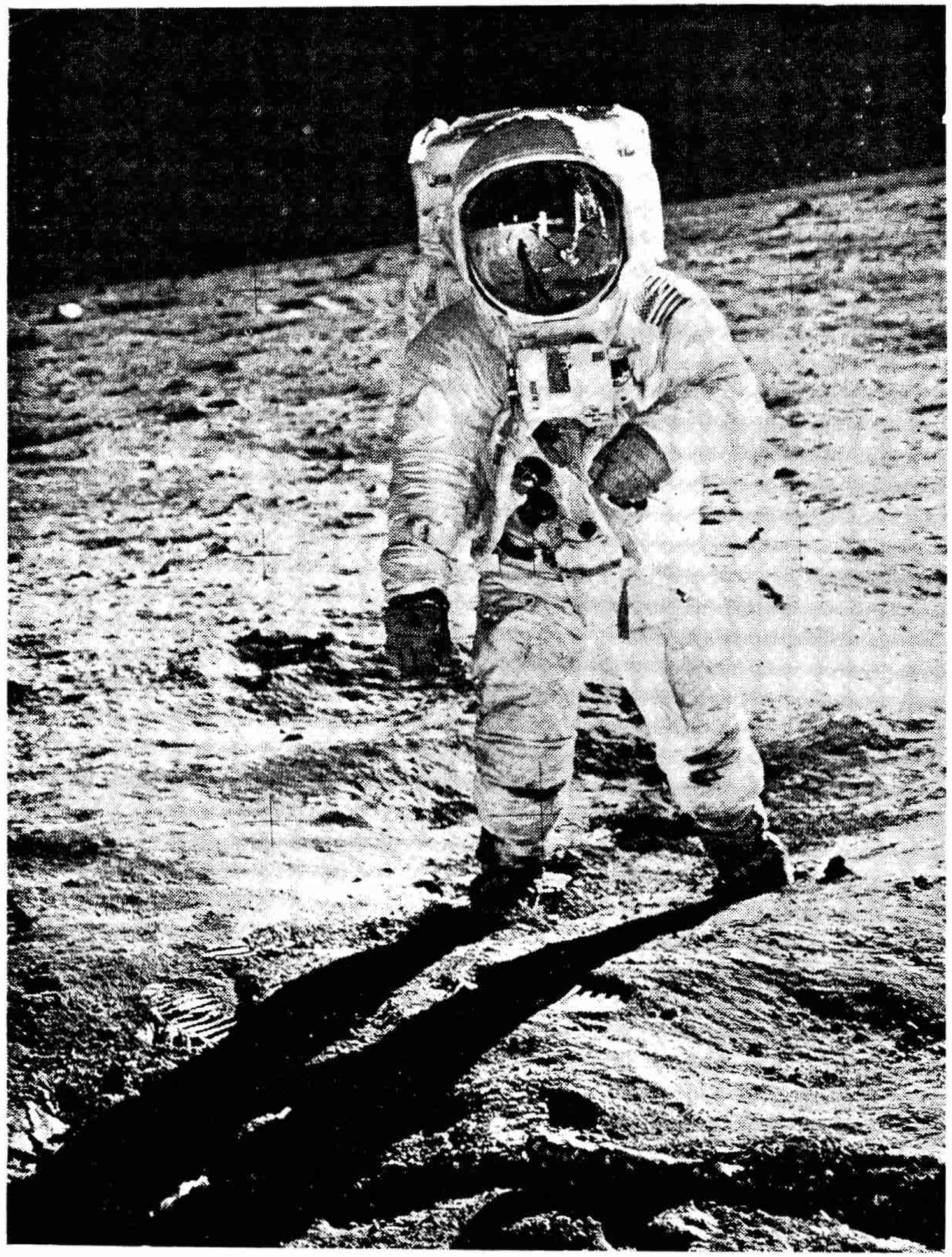
చంద్రమండలమునకు 112 కి. మీ. ఎత్తున చంద్ర కక్ష్యలో భ్రమించుచున్న అపోలో - 11 రోదసీ నౌకనుండి లూనార్ మాడ్యూలు వేరగుట



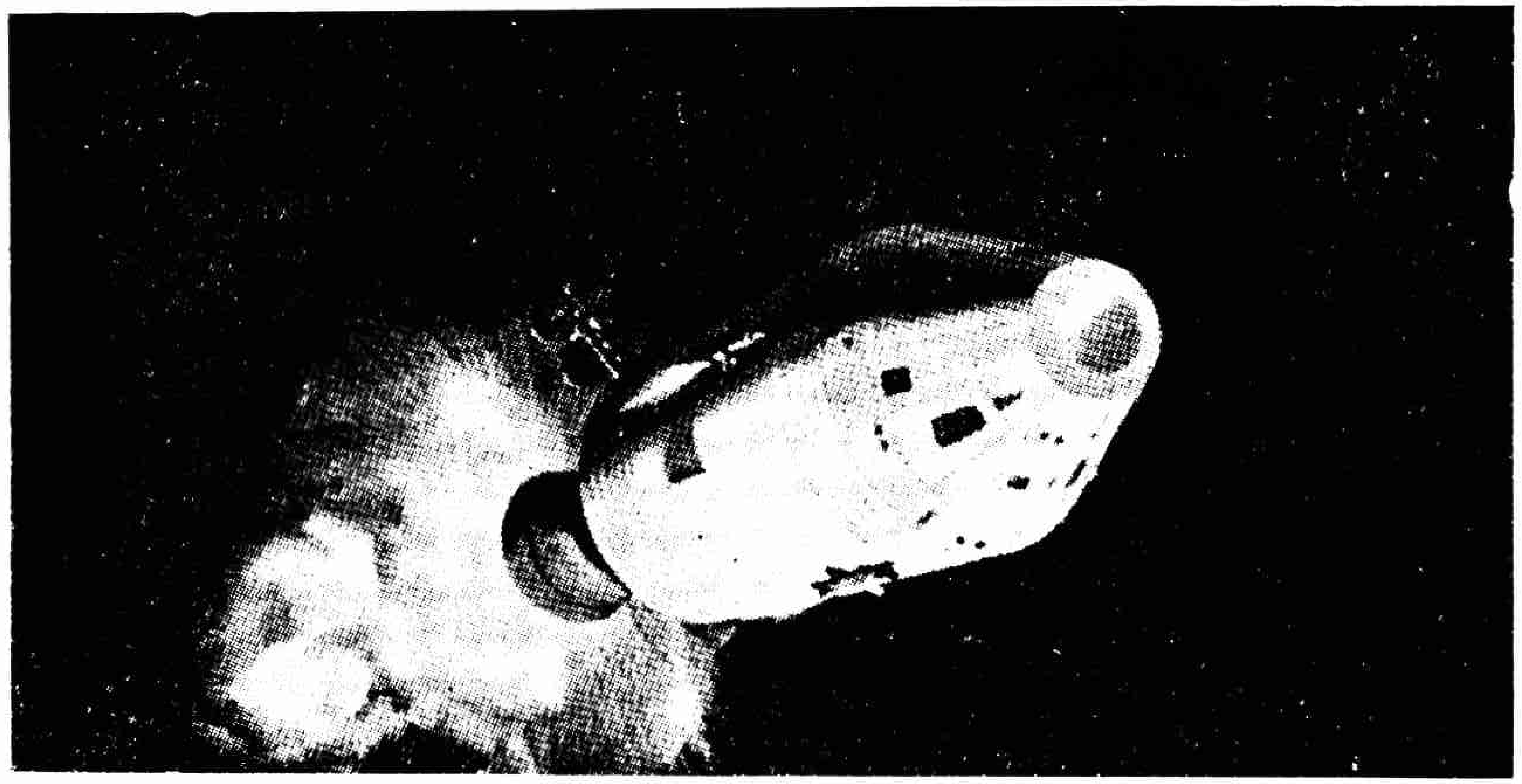
ఆమ్‌స్ట్రాంగ్ చంద్రమండలముపై కాలుపెట్టుటకు ఉటంకించుట



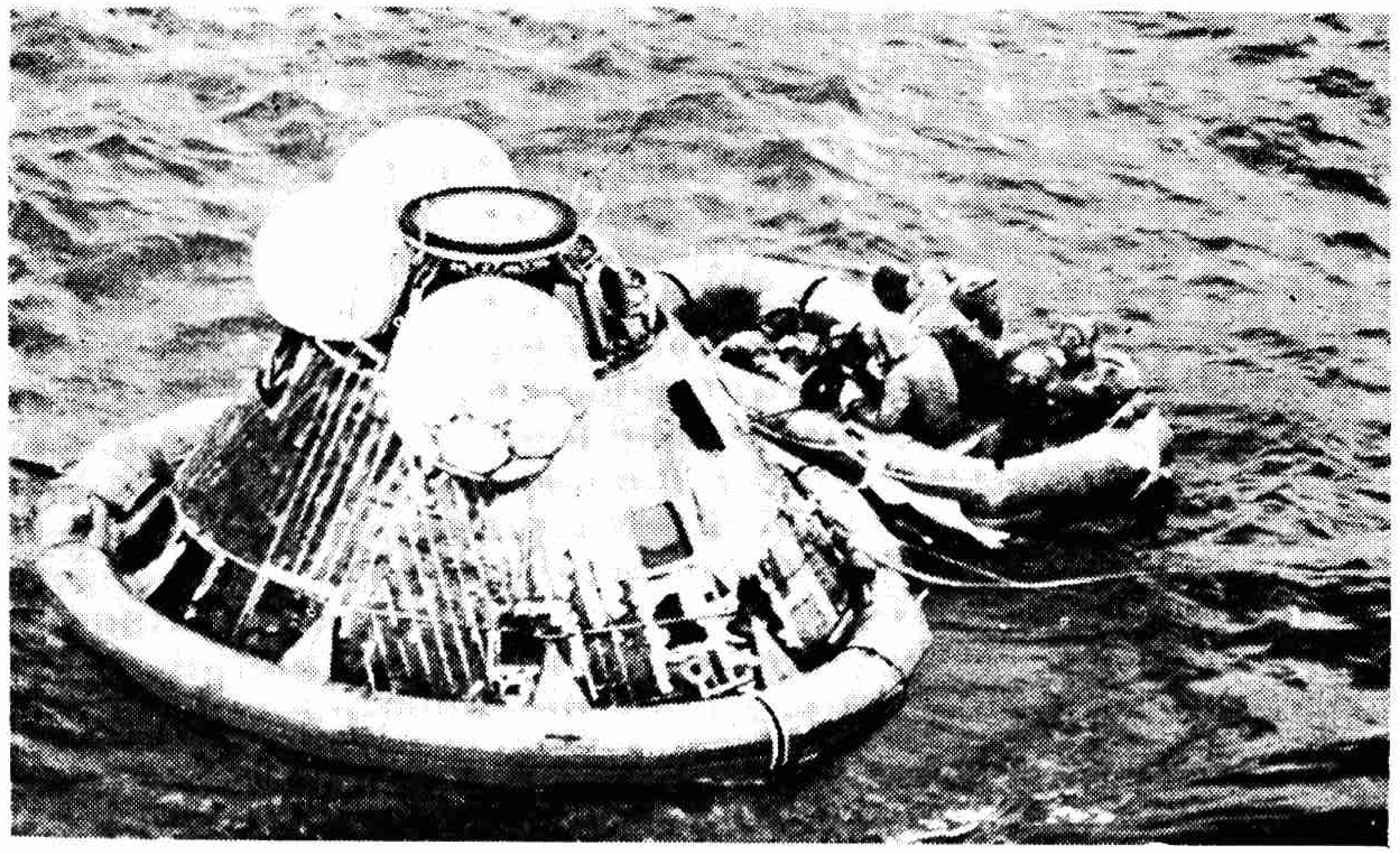
అపోలో - 11: ఎడ్విన్ ఆల్‌డ్రిన్ సౌర పవన పరికరమును చంద్రమండలముపై అమర్చుట



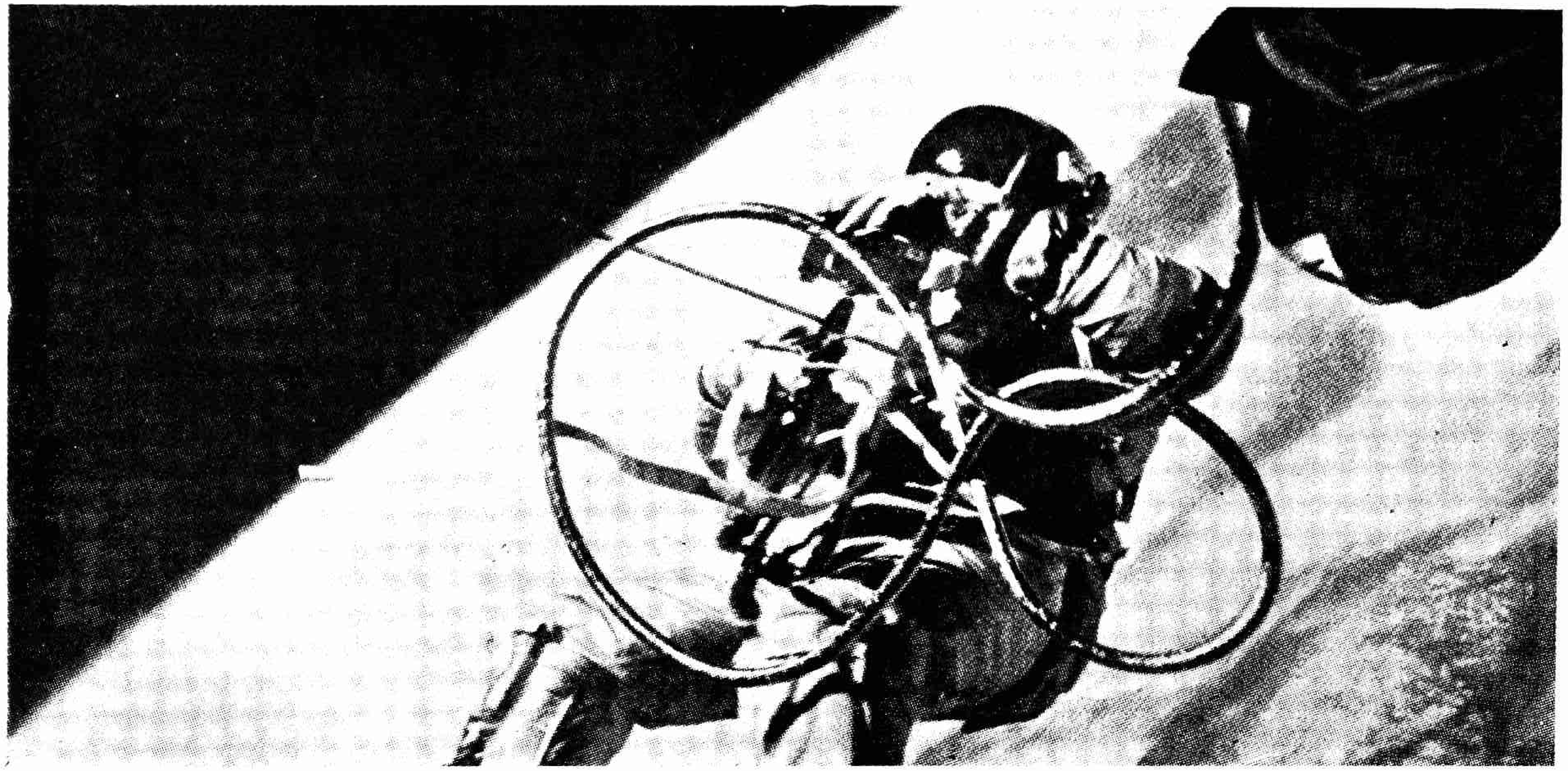
అపోలో - 11: చంద్రమండలముపై ఎడ్విన్ ఆల్‌డ్రిన్ ముఖాచ్ఛాదనమున ఆమ్‌స్ట్రాంగ్, లూనార్ మాడ్యూలు భాగము మున్నగునవి చూడవచ్చును. ఈ ఫోటోను నీల్ ఆమ్‌స్ట్రాంగ్ తీసెను



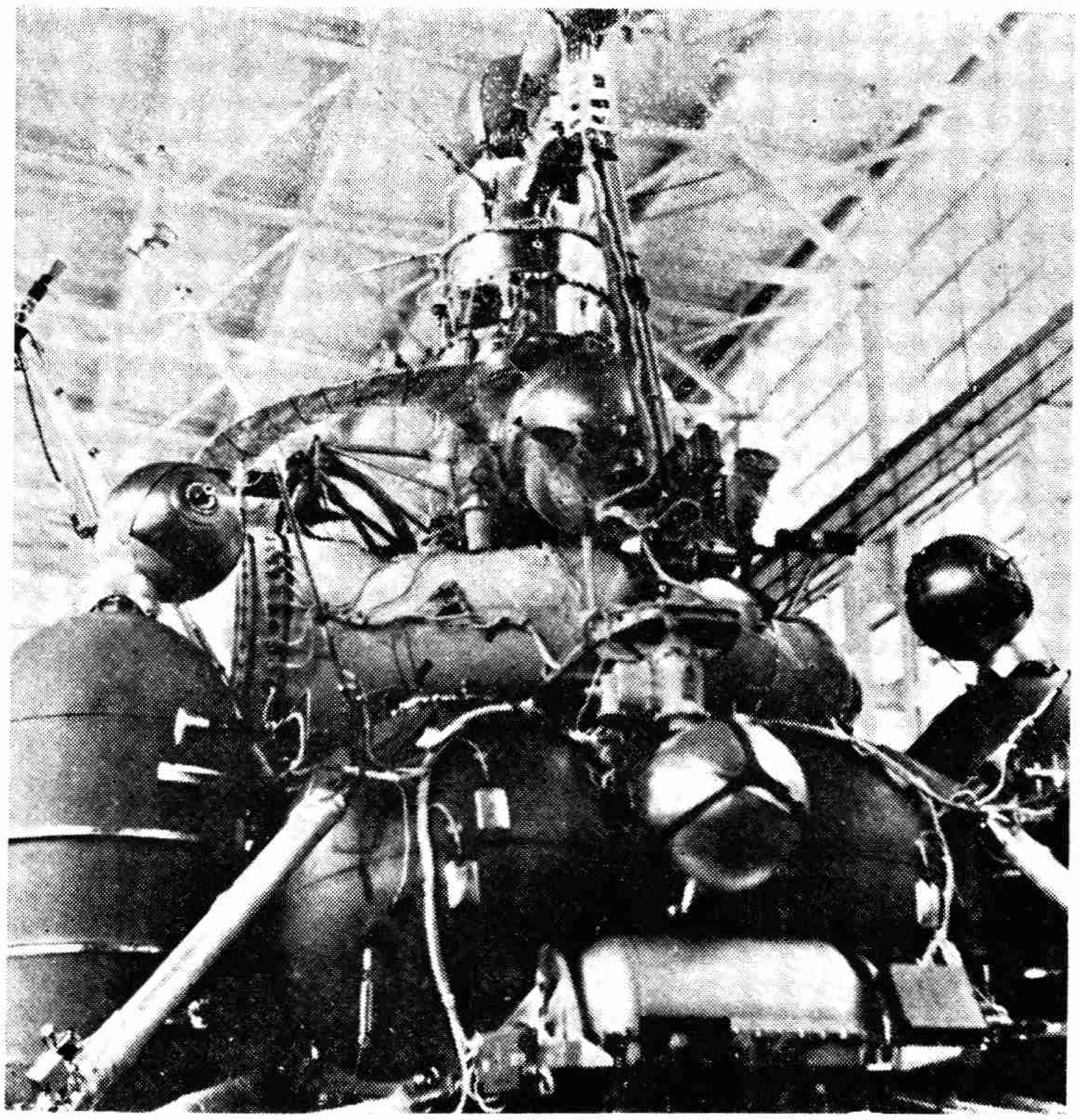
అపోలో - 11 : చంద్ర కక్ష్యను అధిగమించి భూకక్ష్యలోనికి అపోలో రాకెట్ చేరుట



అపోలో - 11 : చంద్రమండలమునకు పోయి తిరిగివచ్చిన కొలంబియా నౌక

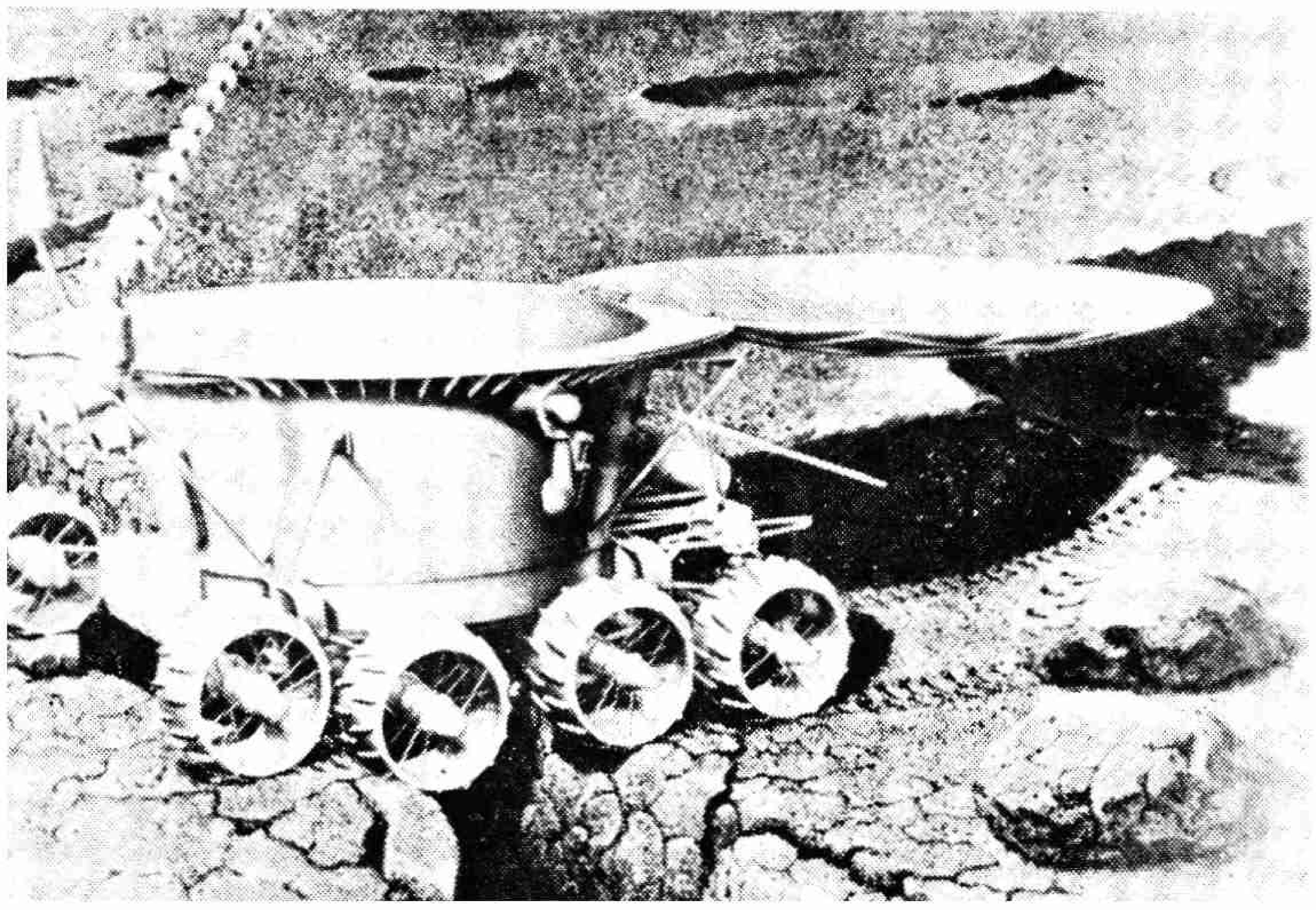


1965 లో సాగించిన జెమిని - యానము. ఇందు ఎడ్వర్డ్ వైట్ రోదసీ కుహరమున నడకను సాధించెను. ఇది అపోలో రోదసీ యానమునకు నాంది



సోవియట్ రష్యా సాగించిన రోదసీ పరిశోధనయందు లూనా - 16 రోదసీ నౌక వ్యవస్థ

చంద్రమండలమున మన్ను స్వరూపము (సోవియట్ రష్యా రోదసీ పరిశోధన)



లూనా - 17 రోదసీ పరిశోధన ద్వారా దిగిన చంద్రమండలమున లూనో కోడ్ - 1 బండి

రోదసీ యానము

యాత్రికులు	రోదసీ నౌక	తేది	యానకాలము	దేశము	కి. మీ. కక్ష్య	భూమి చుట్టు భ్రమణములు
యూరి ఏ. గెగారిన్	వాస్టక్-I	12-4-1961	89.1 ని.	సోవియట్ రష్యా	301	1
అలాన్ బి షెపర్డ్	ఫ్రీడమ్-7	5-5-1961	15 ని	యునైటెడ్ స్టేట్స్	187	ఉపకక్ష్య
విర్జిల్ గ్రిస్సమ్	లిబర్టీ బెల్-7	21-7-1961	15 ని.	,,	190	ఉపకక్ష్య
ఘెర్మన్ ఎస్. టిటోవ్	వాస్టక్-II	6-8-1961	25 గం. 18 ని.	సోవియట్ రష్యా	257	$17\frac{1}{2}$
జాన్ ఎచ్. గ్లెన్	ఫ్రెండ్‌షిప్-7	20-2-1962	4 గం. 56 ని.	యునైటెడ్ స్టేట్స్	261	3
స్కాట్ కార్పెంటర్	అరోరా-7	24-5-1962	4 గం. 50 ని.	,,	269	3
ఆండ్రియన్ జి. నికోలయెవ్	వాస్టక్-III	11-8-1962	94 గం. 25 ని.	సోవియట్ రష్యా	251	64
పావెల్ ఆర్. పోపోవిచ్	వాస్టక్-IV	12-8-1962	71 గం. 3 ని.	,,	253	48
వాల్టర్ ఎమ్. షిర్రా	సిగ్మా-7	3-10-1962	9 గం. 14 ని.	యునైటెడ్ స్టేట్స్	283	$5\frac{3}{4}$
గార్డన్ కూపర్	ఫెయిత్-7	15-5-1963	34 గం. 20 ని.	,,	266	22
వాలెరి బైకోవిస్కి	వాస్టక్-V	14-6-1963	119 గం. 6 ని.	సోవియట్ రష్యా	225	81
వాలెంతానా వి. తెరిష్కోవా	వాస్టక్-VI	16-6-1963	70 గం 50 ని.	,,	232	48
1. కాన్‌స్టాంటిన్ ఫియోక్టిస్టవ్ 2. బోరిస్ బియెగొరోవ్ 3. వ్లాదిమిర్ కొమారొవ్	వోస్కోడ్-I	12-10-1964	24 గం. 17 ని.	,,	409	16
1. పావెల్ ఐ. బెల్యాయెవ్ 2. అలెక్సి లియోనోవ్	వోస్కోడ్-II	18-3-1965	26 గం 2 ని.	,,	495	17
విర్జిల్ గ్రిస్సమ్	జెమిని-3	23-3-1965	4 గం. 53 ని.	యునైటెడ్ స్టేట్స్	225	3
1. జేమ్స్ మెక్ డివిట్ 2. ఎడ్వర్డ్ వైట్	జెమిని-4	3-6-1965	97 గం. 48 ని.	,,	298	62

రోదసీ యానము

యాత్రికులు	రోదసీ నౌక	తేది	యానకాలము	దేశము	కి. మీ. కక్ష్య	భూమి చుట్టు భ్రమణము
1. గోర్డన్ కూపర్ 2 చార్లెస్ కోన్రాడ్	జెమిని-5	25-8-1965	190 గం 56 ని.	యునైటెడ్ స్టేట్స్	352	120
1. జేమ్స్ లోవెల్ 2. ఫ్రాంక్ బోర్మన్	జెమిని-7	14-12-1965	329 గం 30 ని.	,,	327	206
1 డేవిడ్ స్కాట్ 2. నీల్ ఆమ్‌స్ట్రాంగ్	జెమిని-8	16-3-1966	10 గం. 42 ని.	,,	287	7
1. టి. పి. స్టాఫర్డ్ 2. ఇ. ఎ. సెర్నాన్	జెమిని-9A	3-6-1966	72 గం. 21 ని.	,,	232	44
1. జాన్ యంగ్ 2 మైకేల్ కాలిన్స్	జెమిని-10	18-7-1966	70 గం. 46 ని.	,,	765	43
1 చార్లెస్ కోన్రాడ్ 2 రిచర్డ్ గోర్డన్	జెమిని-11	12-9-1966	71 గం. 17 ని.	,,	1368	44
1. ఫ్రాంక్ బోర్మన్ 2. జేమ్స్ లావెల్ 3. విలియమ్‌ఆండర్స్	అపోలో-8[1]	21-12-1968	147 గం. 11 సె.	,,	—	—
1. వాలినోవ్ 2. ఖ్రునోవ్ 3. ఎలిసెయెవ్	సోయుజ్-5[2]	15-1-1969	88·8 ని	సోవియట్ రష్యా	232	—
1. నీల్ ఆమ్‌స్ట్రాంగ్ 2. మైకేల్ కాలిన్స్ 3. ఎడ్విన్ ఆల్డ్రిన్	అపోలో-11[3]	16-7-1969	195 గం. 20 ని.	యునైటెడ్ స్టేట్స్	—	—

1. భూ గురుత్వాకర్షణను అధిగమించి మరొక గ్రహము వైపునకు మళ్లినది. చంద్రమండలమునకు 112 కి. మీ. ఎత్తున చంద్రుని చుట్టూ కక్ష్యలో ప్రవేశించి చంద్రమండలమును పరిక్రమించి మరల భూమిని చేరినది. చంద్రమండలమును చుట్టివచ్చిన మొట్టమొదటి (మనుష్యులతో కూడిన) రోదసీయానము.

2. అంతకుముందు (14-1-69) రోదసి కుహరములోని ప్రయోగించిన సోయుజ్-4 తో సమాగమముపొంది ఇద్దరు రోదసీ యాత్రికులను అందు (సోయుజ్-4) లోనికి పంపగా 17-1-1969 న సోయుజ్-4, 18-1-1969 న సోయుజ్-5 భూమిని చేరినవి.

3. చంద్రమండలమున మొట్టమొదటిసారి మానవుడు కాలూనినాడు.

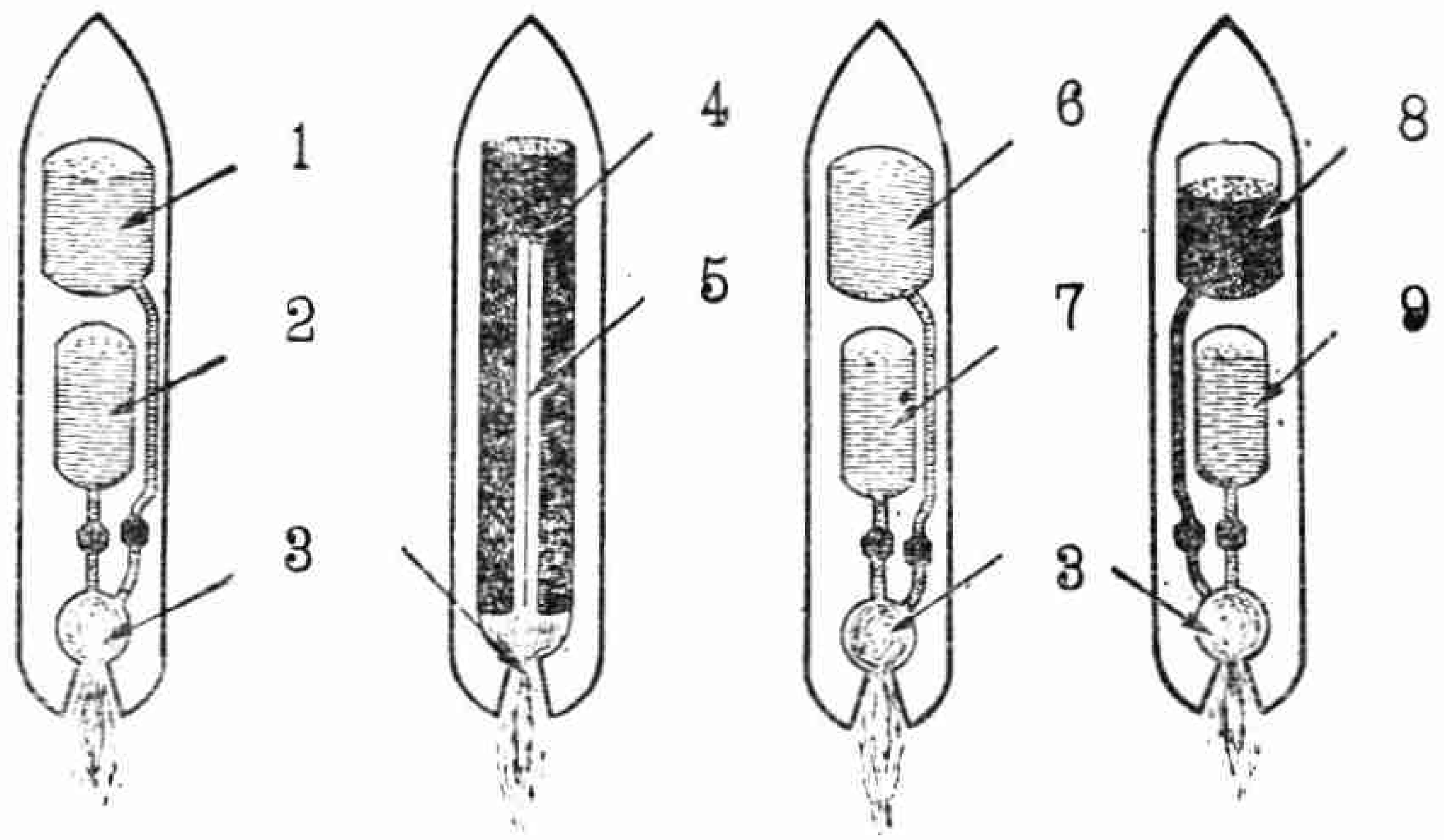
ఇవిగాక సోవియట్ రష్యా సోయుజ్ 6, 7, 8 అను మూడు రోదసీయాన ప్రయోగములను 1969 అక్టోబరులో నిర్వహించి, రోదసీ స్థావరములను భూకక్ష్యలో ఏర్పాటు చేసినది. యునైటెడ్ స్టేట్స్ రోదసీ యాత్రికులు గల అపోలో-12 ను చంద్రమండలముపైన 1969, నవంబరులో దింపినది.

బహిరంతరిక్షములోనికి - ప్రయాణముచేయుట అని అర్థము. భూమిపైన ఎన్ని కిలోమీటరులనుండి బహిరంతరిక్షము ప్రారంభమగును అన్న విషయమున శాస్త్రవేత్తలలో ఏకాభిప్రాయము లేదు. అది కొందరి మతమున 75 కి. మీ. నుండి, మరికొందరి మతమున 1,200 కి. మీ. నుండి ప్రారంభము అగును. అయితే, భూ వాతావరణమును దాటి కొంత దూరము పోయినగాని బహిరంతరిక్షములో అడుగు పెట్టలేమని శాస్త్రజ్ఞులు అందరు అంగీకరింతురు. భారత దేశములో పగటిపూట భూమికి పైన మేఘములు, నీలాకాశము, సూర్యకాంతి కనిపించును. అంతరిక్షము కచ్చితముగా గోచరించదు. నిర్మలమైన రాత్రిపూట నక్షత్రములు, గ్రహములు, చంద్రుడు కనిపించును. వాటి చుట్టును కొంత నల్లదనము వ్యాపించి ఉండును. అదియే అంతరిక్షము.

భూ వాతావరణము : దాదాపు ఎల్లగ్రహముల చుట్టును కొంత ధూళి, కొన్ని వాయువులు ఉండును. ఆ రెండిటి సముదాయమునకు 'గ్రహ వాతావరణము' అని పేరు. భూ వాతావరణములోని ప్రధాన వాయువు ప్రాణుల మనుగడకు అత్యావశ్యకమగు ఆక్సిజన్. భూమి ఉపరితలమునకు చేరువగ ఉండు గాలి సాంద్రమై ఉండి, అందు ఆక్సిజన్ పాలు ఎక్కువగా ఉండుటచే ప్రాణులు దానిని సుళువుగా పీల్చుకొనగలవు. కాని, భూమిని విడిచి పైకి పోయిన కొలది గాలి పలుచబడును. దానిలోని ఆక్సిజన్ పాలు కూడ తగ్గిపోవును; ఊపిరితీయుటకూడ కష్టమగును. కాబట్టి, ఎగువ వాతావరణములోనికి గాని, అంతరిక్షములోనికి గాని ప్రయాణముచేయువారు తమతో విధిగా ఆక్సిజన్‌ను సిలిండరులలో వెంటగొని పోవలెను.

రోదసీ ప్రవేశము : రాకెట్లు అనబడు ప్రత్యేక ఇంజనుల సాయమున మాత్రమే రోదసీలోనికి ప్రవేశింప వీలగును. వాయు విమానములు రోదసీలో పనిచేయలేవు. విమానములలో కొన్నిటికి ప్రొపెల్లర్ ఇంజనులు, కొన్నింటికి జెట్ ఇంజనులు ఉండును. రెండు రకముల ఇంజనులును వాతావరణమునుండి గాలిని పీల్చుకొనును; గాలిలోని ఆక్సిజన్‌చే పెట్రోలును మండించి, అప్పుడు విడుదల అగు ఉష్ణమును చలన శక్తిగా మార్చుకొని పనిచేయును. రోదసీలో గాలి, ఆక్సిజన్ ఉండవు కాబట్టి, అందు వాయు విమానములు ఎగురలేవు; వాటి ఇంజనులు పనిచేయలేవు. ఇంతేకాక, గాలిలేనిచో విమానముల రెక్కలకు ఎత్తుడు శక్తి (లిఫ్ట్) అలవడదు. రెక్కలమీదుగా వాయువు ప్రసరించుచున్నపుడే వాటికి ఆ శక్తి కలుగును.

రాకెట్టు - అది పనిచేయు విధము : రాకెట్టు ఒక ఉపగ్రహమునుగాని, ఒక రోదసీ నౌకను గాని భూమినుండి అంతరిక్షములోనికి తీసికొని పోగల శక్తిమంతమైన ఇంజను. రాకెట్టులో ఇంధన దహనమునకు ఆక్సిజన్ అక్కరలేదు. కాబట్టి, రాకెట్టును 'నిర్వాత ప్రదేశములో పనిచేయగలిగిన ఇంజను' అని నిర్వచింపవచ్చును. అయితే, దానికి కొన్ని ఇతర అంగములు కూడ చేర్చబడును. రాకెట్టుకు శక్త్యాధారమైన క్షేపకము (ప్రొపెల్లెంట్) అను అంగమున ఒక ఇంధనము, ఒక ఆక్సీకర్త (ఆక్సిడైజర్) యు ఉండును. ఇంధనము ఘన లేదా ద్రవరూపమున ఉండవచ్చును. అది ఆక్సీకర్తతో సంయోగించి, ఉష్ణవాయువులను పుట్టింపగా అవి వ్యాపనము చెందుచు రాకెట్టును ముందుకు త్రోయుచుండును. రాకెట్టులోని దహన పేటిక (కంబశ్చన్ ఛాంబర్) చిత్రము 1 లో చూపబడినది. అది



చిత్రము - 1 : 1. గాసోలిన్; 2 & 9 ద్రవ ఆక్సిజన్ ; 3. దహన మందిరము ; 4. పెర్క్లోరేట్‌తో బాటు ఇంధనము ; 5. జ్వలనము ; 6. ద్రవహైడ్రోజన్ ; 7. ఫ్లోరీన్ ఆక్సిడైజర్; 8. కిరసనాయిలులో తేలుచున్న అల్యూమినియము.

చిట్టచివర ఒక వివృత నాళము కల ఒక గాజు నీటి సీసాను చాలవరకు పోలి ఉండును. ఇంధనము మండుటయే తడవుగా ఉష్ణము, వాయువులు విడుదలయగును; వాయువుల అణువులు దహన పేటికలో అత్యంత వేగముతో చలించుచు ఉన్నత ప్రేషములను ఉత్పాదించును. అవి దహన పేటిక యొక్క లోపలి గోడలను గట్టిగా త్రోపాడుచు బయటికి తప్పుకొన యత్నించును. అయితే, అవి బయటికి పోవుటకు రాకెట్టు తోకవద్ద కల వివృత నాళము ఒక్కటే మార్గము. ఇంతవరకు లోపల అణచి ఉంచబడిన వాయువులు తప్పక రేచకము ద్వారా నిర్గమించును. నిర్గమించుచు అవి ఒక జెట్ ప్రవాహముగా మారి అధికతర వేగములను కూడ అందుకొనును. ఇందువల్ల వేలాది పౌన్ల త్రోపుడు శక్తి జనించును.

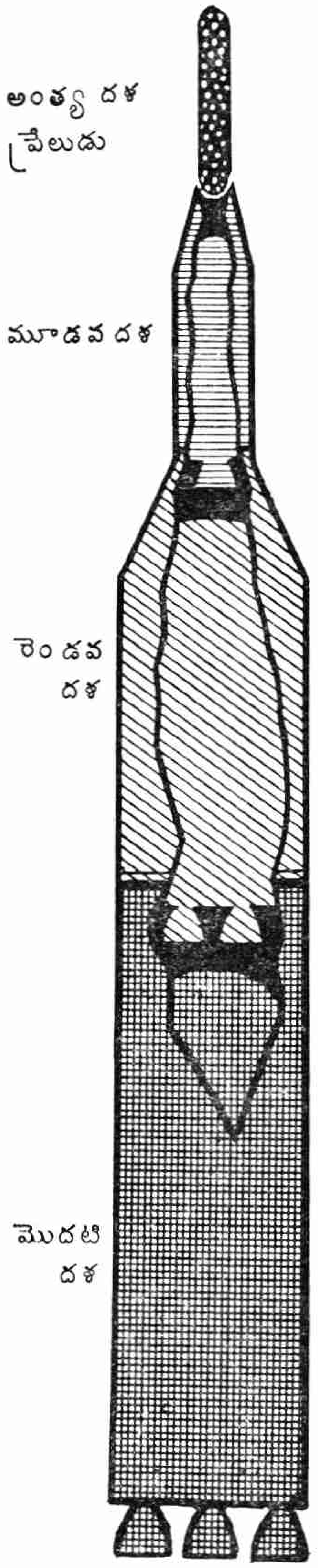
దహన పేటిక రాకెట్టులో ఒక భాగము కాబట్టి, రాకెట్టు యావత్తు ఉద్దిష్ట దిశ వైపు ముందుకు సాగిపోవును. ఒక చాలక బలమును ఏర్పాటుచేయుటయే రియాక్షన్ ఇంజనుయొక్క యావదుద్దేశము. దహన పేటికలో

వ్యాకోచిత వాయువులచే ఉత్పాదింపబడు ఈ బలమునకు క్షేపణము అని పేరు. దాని పరిమాణము క్షేపక స్వభావము మీదను, ఇంజను నిర్మాణముమీదను ఆధారపడి ఉండును.

ద్రవ క్షేపక రాకెట్లు కూడ కలవు. వీటిలో ఇంధనము, ఆక్సికర్త - రెండును ద్రవస్థితిలోనే ఉండును. ఈ రెండు ద్రవములను తరుచుగా వేర్వేరు తొట్టెలలో ఉంచెదరు. వాటిలోనుండి ద్రవములను దిగువనుండి దహన పేటిక లోనికి గొట్టములద్వారా పంపుదురు. పెద్ద పెద్ద రాకెట్టులలో ఇంధనము, ఆక్సికర్తయు అత్యంత ద్రుతగతిలో వినియుక్తములు అగుచుండును; దహనము కూడ అపరిమితమైన రేటులో జరుగుచుండును. దహనము ఆ రేటులో జరుగుటకు వీలుగా ఇంధనమును, ఆక్సికర్తను వడిగా సరఫరా చేయుట ద్రవ క్షేపక రాకెట్లలో ఒక పెద్ద సమస్య.

పైన చెప్పిన క్షేపణబలము రాకెట్టును రోదసీలోనికి పయనము కట్టించును. సాధారణముగా రాకెట్టు రోదసీ లోనికి ప్రవేశించుటకు అయిదు నిముషములకన్న ఎక్కువ కాలము పట్టదు. భూమినుండి మెల్లగా బయలుదేరిన తరువాత మీదికి పోను పోను దాని వేగము హెచ్చును. తరుచుగా అది గంటకు 28,800 కి. మీ. వేగమును అందుకొని పోయి భూమి చుట్టున ఒక కక్ష్యలోనికిని ప్రవేశించును.

ఉపగ్రహములు : చంద్రుడు భూమి యొక్క ఉపగ్రహమని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు చెప్పుదురు. ఇటీవల భూకక్ష్యలోనికి పంపబడిన యంత్రములు కూడ చంద్రునివలె రోదసీలో భూమిచుట్టు పరిభ్రమించుచున్నవి కాబట్టి, అవి కూడ భూమికి ఉపగ్రహములే అని చెప్పవచ్చును. అవి రాకెట్ల సహాయమున నే అంతరిక్షమున ప్రవేశింపగలిగినవి. ఇందుకు బహుదశా రాకెట్టు (అనగా రాకెట్లసముదాయము) ఉపయోగింపబడును [చూ. చిత్రము - 2].



చిత్రము - 2 : గ్రహాంతర యానమునకు సిద్ధముగా ఉన్న రాకెట్టు నౌక

బహుదశా రాకెట్లలో రాకెట్లను ఒకదానిపై మరొకటి చొప్పున అంటగట్టి నిలుపుదురు. ఒకదాని తరువాత మరొకటి చొప్పున ప్రేల్తురు. సామాన్యముగా మూడు దశల రాకెట్టును ఉపయోగింతురు. మొదట 1 వ రాకెట్టును ప్రేల్చుదురు. అది ఉపగ్రహమును స్థావరము నుండి మీదికి కొనిపోవును. దానిలోని ఇంధనమంతయు కాలిపోయి, వాయువులన్నియు బహిర్గమించిన తరువాత అది క్రింద పడిపోవును. వెంటనే రెండవ రాకెట్టు ప్రేలి ఉపగ్రహమును రోదసీవైపు మరి కొంత దూరము మోసికొని పోవును. అదికూడ ఖాళీయై పడిపోయిన తరువాత మూడవ రాకెట్టు పనిచేయ మొదలిడును. తన వహనీయ భారమును అక్కడినుండి రోదసీ లోనికి తీసికొనిపోవును. ఈ వహనీయ భారము ఉపగ్రహము లేదా రోదసీ నౌక లేదా క్షిపణి (మిసైల్) కావచ్చును. ఆకాశము నుండి క్రిందికి పడిపోవునపుడు రాకెట్లు సాంద్రవాతావరణ ఘర్షణకు కాలిపోయి బూడిద అగును.

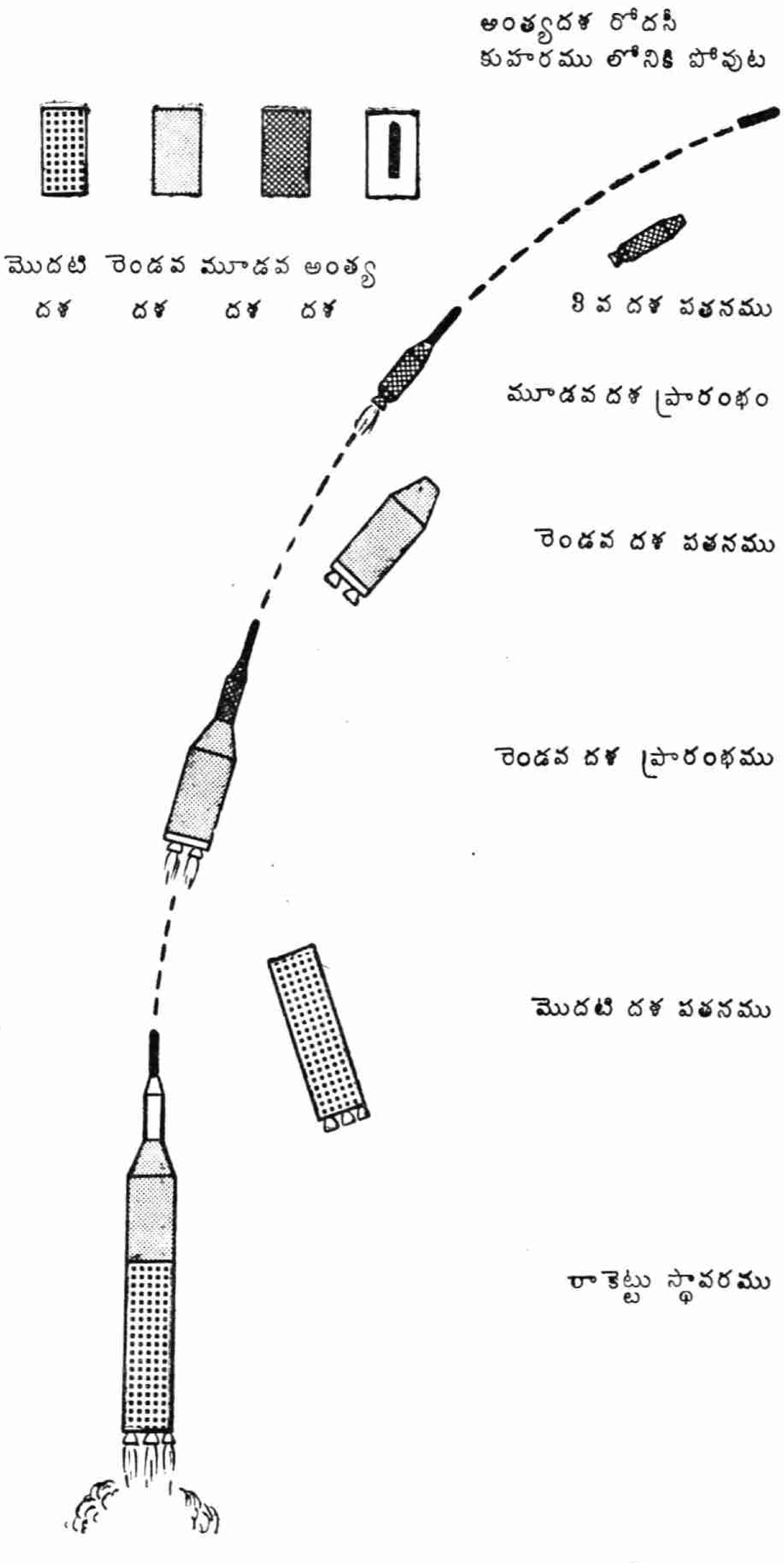
రోదసీ కుహరము లోనికి ప్రవేశించు రాకెట్ నౌకను 691 వ పుటలోని చిత్రము 3 లో చూడవచ్చును. దాని గరిష్ఠ వేగము దాదాపు అపరిమితము. రాకెట్లు అత్యల్ప సామర్థ్యము కల ఇంజనుల క్రింద పరిగణింపబడినను, అవి విపరీతమైన శక్తి, అత్యున్నత వేగము కలవనుట నిస్సంశయము. గాలి సరఫరా పుష్కలముగా ఉన్నపుడే టర్బో జెట్, రామ్ జెట్ సక్రమముగా పనిచేయగలవు. కాబట్టి, వాటి వినియోగము సాపేక్షముగ తక్కువ ఎత్తులలో ఎగురు వాయు విమానములకే పరిమితమైనది. రాకెట్టు తమకు ఇంధనముగా కావలసిన ఆక్సిజన్ ను తమతోనే తీసికొనిపోయి, భూ వాతావరణము వెలుపల సుదూర రోదసీలో కూడ పనిచేయగలుగును. రాకెట్ నౌకలు ఇంధనమును, ఆక్సికర్తను తమతోబాటు మోసికొని పోవలసి ఉండుటచే ఇంతవరకు వాటి పరిధి (రేంజి) పరిమితముగనే ఉన్నది. వాతావరణములోనే కాక నిర్వాతమైన రోదసీ లోకూడ రాకెట్టు ఇంజనుయొక్క పురః క్షేపణము రేచక గొట్టముల ద్వారా బహిష్కరింపబడిన దగ్ధ వాయువులపై ఆ ఇంజను ప్రయోగించు గతి భారము (మోమెంటమ్) వలననే లభించును.

ఉపగ్రహముల విధులు : ఉపగ్రహములు రోదసీలో అన్వేషకములుగను, పరిశోధకములుగను పనిచేయును. భూ వాతావరణమునకు ఆవల ఏమున్నదో దానిని

వాహకముల పేరు	తేది	బరువు కి. గ్రా.	దేశము	వివరములు
స్పూత్నిక్ -I	4-10-1957	84	సోవియట్ రష్యా	భూమి పైన 898 కి. మీ. ప్రాంతమున సాంద్రత, తాపక్రమము వంటి వాతావరణ వివరములను సేకరించినది. 'బీప్'-'బీప్' శబ్దములను రేడియో ప్రసారము ద్వారా 23 రోజులపాటు భూమికి అందించినది.
స్పూత్నిక్ -II	3-11-1957	508	సోవియట్ రష్యా	లైకా కుక్కను తీసికొని 1,670 కి. మీ. భూమికి పైన కక్ష్యలో ప్రవేశించి విశ్వకిరణమును గూర్చి విశేష వివ ములను సకరించినది.

కొలుచును ; దాని ఫోటోలు తీయును ; ఆ సమాచారమును భూమికి అందించును. విశ్వకిరణములు, భూమిచుట్టు తిరుగు అయస్కాంత వలయము, ఉల్కాపిండములు మున్నగు విషయములకు సంబంధించిన భోగట్టాను కూడ అందించును. సూర్యుడు, చంద్రుడు, గ్రహములు మున్నగు నభోమూర్తులకు చాల సమీపమునుండి తీసిన ఫోటోలు, భూమినున్న మనకు ఎన్నడు కనబడని చంద్రబింబపు ఆవలి భాగము యొక్క ఫోటోలు కూడ ఈ ఉపగ్రహముల వలన లభించును. కొన్ని ప్రత్యేక ఉపగ్రహములు కూడ కలవు. అవి 1. వార్తా ప్రసారక ఉపగ్రహములు - ఇవి టెలిఫోన్, టెలిగ్రాఫ్ సందేశములను ; టెలివిజన్ కార్యక్రమములను పునః ప్రసారము (రిలే) చేయును ; 2. నౌకాయాన ఉపగ్రహములు - ఇవి నౌకలకు, విమానములకు వలయు సమాచారములను పంపును; 3. వాతావరణ ఉపగ్రహములు - ఇవి భూమి మీద గల వాతావరణ కేంద్రముల ఉపయోగార్థము మేఘముల ఫోటోలు తీసి పంపును.

ఉపగ్రహముల పురోగతి : రోదసీ యాన చరిత్రలో 1957 అక్టోబరు 4 వ తేదీ సువర్ణాక్షరములతో లిఖింపదగు దినము. ఆనాడు రష్యనులు మొట్టమొదటి సారిగా మానవుడు నిర్మించిన కృత్రిమ ఉపగ్రహము స్పుత్నిక్ - 1 ని రోదసీలో భూకక్ష్యలోనికి ప్రవేశపెట్టిరి. రష్యను భాషలో స్పుత్నిక్ అనగా ఉపగ్రహము లేదా 'భూ సహచారిణి' అని అర్థము. తాపక్రమమును, ప్రేషమును కొలుచుటకు; విశ్వకిరణముల గురించి, ఉల్కాపిండముల గూర్చి సమాచారమును సేకరించుటకు అనువగు శాస్త్రీయ పరికరములు అందు అమర్చబడినవి. అది నాలుగు నెలల పాటు భూమిచుట్టు ప్రదక్షిణించి, మానవుడు రోదసీ ప్రవేశము చేయగలడని నిరూపించినది. తరువాత ఫ్లోరిడా కోస్తానుండి 1958, జనవరి 31 వ తేదీనాడు అమెరికనులు తమ తొట్టతొలి అంతరిక్ష ఉపగ్రహము ఎక్స్‌ప్లోరర్ - I ను కక్ష్యలో ప్రవేశపెట్టిరి. అది 7 నిముసములలో రోదసీ చేరుకొనెను. దానిలో అమర్చబడిన గెయిగర్ ముల్లర్ కవుంటర్ అను పరికరము భూమిని పరివేష్టించి ఉన్న వాన్ ఆలెన్ బెల్ట్ అను ఒక వికిరణవలయమును కనుగొనెను. ఆ ఉపగ్రహము భూమి చుట్టు ప్రదక్షిణించుచు, నేటికిని రోదసీలో ఉన్నది. అప్పటినుండి మానవుని చంద్రమండల యాత్ర విషయమున అమెరికనుల, రష్యనుల మధ్య తీవ్రమైన పోటీ కొనసాగినది. చివరకు 1969 జూలై 21 వ తేదీన ఇద్దరు అమెరికన్ అంతరిక్ష యాత్రికులు చంద్ర మండలముపై దిగిరి [చూ. 692 వ పుటలోని చిత్రము - 4].



చిత్రము - 3 రాకెట్టు రోదసీ కుహరములో ప్రవేశించుట

కోశము : రోదసీ నౌకలో రోదసీ యాత్రికులు నివసించుటకు ఒక చిన్న గది ఉండును. దానికి 'కోశము' అని పేరు. రోదసీ యాత్రికులకు ఒక చిన్న పరిశోధనాలయము కూడ అందు ఏర్పాటు చేయబడును.

రోదసీ యాత్రికులు : రోదసీ నౌకలో రోదసీలో ప్రయాణముచేయువారికి 'రోదసీ యాత్రికులు' అని పేరు.

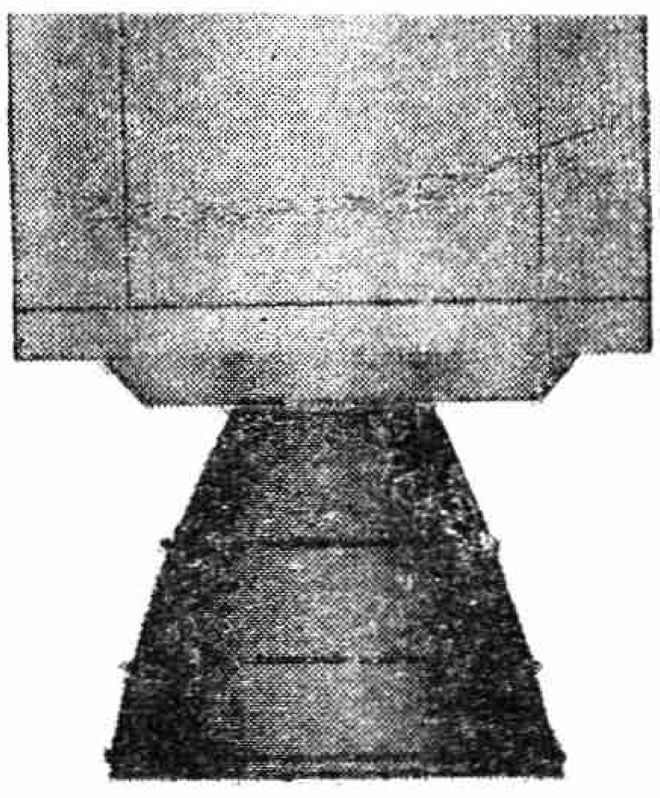
వాహకముల పేరు	తేది	బరువు కి. గ్రా.	దేశము	వివరములు
రేంజర్-III	26-1-1962	330	యునైటెడ్ స్టేట్స్	చంద్రమండల కక్ష్యనుంచి తప్పి సూర్యుని చుట్టూ కక్ష్యలోనికి ప్రవేశించినది.
మారినర్-II	27-8-1962	204	యునైటెడ్ స్టేట్స్	14-12-1962 నాడు శుక్రగ్రహము నకు 34,840 కి. మీ. దూరమున పయనించి, ఆ గ్రహ విశేషము లను రేడియో వార్తల ద్వారా భూమి మీదకు ప్రసరింపచేసినది. జయప్రదముగ సత్ఫలితములను సాధించిన గ్రహాంతర వేధి. తరువాత సూర్యుని చుట్టూ కక్ష్యలో ప్రవేశించినది.
రేంజర్-V	18-10-1962	330	యునైటెడ్ స్టేట్స్	చంద్రతలమునకు 483 కి. మీ. దూరమున పయనించి, తరువాత సూర్యుని చుట్టు కక్ష్యలో ప్రవేశించినది.
మర్స్-I	1-11-1962	540	సోవియట్ రష్యా	1963 మార్చిలో రేడియోవ్యవస్థ చెడిపోయినది. జూన్, 1963 ప్రాంతమున శుక్రగ్రహము దాపున పయనించి ఉండవలెను. తరువాత భూ, శుక్ర గ్రహముల మధ్య కక్ష్యలో ప్రవేశించి ఉండవలెను.
మూన్-IV	2-4-1963	142	సోవియట్ రష్యా	చంద్రమండలముపై నెమ్మదిగా దిగుటకు ఉద్దిష్టమైన ఈ వేధి 8,500 కి. మీ దూరమున దారి తప్పినది.*
రేంజర్-VI	30-1-1964	331	యునైటెడ్ స్టేట్స్	ఆరగో బిలమువద్ద చంద్రమండల మును చేరినది. అయితే, కెమేరా వ్యవస్థ చెడినది.
జోండ్-I	2-4-1964	—	సోవియట్ రష్యా	శుక్రగ్రహ వేధి.

* 1963 నాటికి సోవియట్ రష్యా, యునైటెడ్ స్టేట్స్ విడివిడిగా నూరుకు పైగా కృత్రిమ ఉపగ్రహములను రోదసీ కుహరము లోనికి పరిశోధనార్థమై పంపినవి.

ii

రింపగల బుద్ధి కుశలులును అయి ఉండుట అవసరము.

రోదసీ యాత్రికులు నిర్వాతములో విపరీత శీతోష్ణ పరిస్థితులలో ప్రయాణము చేయవలసి ఉండును. కాబట్టి, వారు శీతోష్ణముల నుండి రక్షణ పొందుటకు, తమ చుట్టు తగినంత గాలిని ప్రసరింప జేసికొనుటకు వీలుగా రూపొందింపబడిన రోదసీ ఉడుపులను ధరింతురు. ఈ ఉడుపులు రబ్బరుతోను, నైలానుతోను నిర్మింపబడి, వేడిని పరావర్తింపజేయుటకు వీలుగా పై భాగమున వెండి పూతపూయబడి ఉండును. రోదసీ యాత్రికులకు వెనుక తట్టున గల సంచిలో వేర్వేరుగ నీరు, ఆక్సిజన్ నిల్వచేయబడును. ఉడుపు క్రింది



చిత్రము - 4 చంద్రమండల నౌక

రోదసీ నౌకల విడి భాగములు, ఇంధనము అక్కడ నిల్వచేయబడును. ఆ నౌకలకు మరమ్మతులు చేయుటకు తగిన యంత్రములు కూడ అచట లభ్యమగును; 4. అది యొక ప్రయాణ స్థావరము (లాంచింగ్ పాడ్) - భూమిపై వందలాది మీటరుల ఎత్తున ఉండును. సుదూర గ్రహములకు పంపబడు ఉపగ్రహములను అచటనుండి బయలుదేర జేయవచ్చును; 5. అది ఒక రోదసీ నౌకా నిర్మాణ కేంద్రము - భూమినుండి పంపబడిన విడి భాగములను కూర్చి అచట రోదసీ నౌకలను సిద్ధము చేయవచ్చును; 6. అది ఒక హోటలుగ కూడ ఉపకరించును. రోదసీ

వాహకముల పేరు	తేది	బరువు కి. గ్రా.	దేశము	వివరములు
రేంజర్-VII	31-7-1964	366	యునైటెడ్ స్టేట్స్	చంద్రమండలము పైన దిగినది. చంద్ర మండలమునకు 2,092—1,609 కి. మీ. దూరమున 16 ని. 4 సె. వ్యవధిలో 4,316 చిత్రములను (చంద్రమండలమునకు సంబంధించిన) భూమికి రేడియోద్వారా ప్రసరింప జేసినది.
మారినర్-IV	28-11-1964	261	యునైటెడ్ స్టేట్స్	అంగారక గ్రహమునకు 8,690 కి.మీ. దగ్గరగా పయనించి (14-7-1965) 22 ఫోటోగ్రాఫులను తీసి పంపించినది. ఇందు పనికి వచ్చిన 17 ఫోటోగ్రాఫులను బట్టి అంగారక గ్రహమున బిలములు కలవని తెలిసినది. తరువాత సూర్యుని చుట్టు కక్ష్యలో ప్రవేశించినది.
జోండ్-II	30-11-1964		సోవియట్ రష్యా	అంగారక గ్రహవేధి - విద్యుత్తు వ్యవస్థ చెడిపోయినది. జూలై 15, 1965 ప్రాంతమున అంగారక గ్రహ సమీపమున పయనించి ఉండవలెను. తరువాత సూర్యుని చుట్టు కక్ష్యలో ప్రవేశించినది.
రేంజర్-VIII	17-2-1965	367	యునైటెడ్ స్టేట్స్	చంద్రమండల వేధి. చంద్రమండలమును చేరుటకు 64 గం 54 ని. పట్టినది. చంద్రమండల నిరక్షర రేఖకు ఉత్తరముగా ఉన్న సీ ఆవ్ ట్రాన్క్విలిటాలో పడినది. 7,137 చక్కటి ఫోటోగ్రాఫులను ప్రసరించినది.
రేంజర్-IX	21-3-1965	367	యునైటెడ్ స్టేట్స్	చంద్ర మండలమును చేరుటకు 64 గం. 30 ని. పట్టినది. అరగో బిలమువద్ద దిగినది. 5,814 ఫోటోగ్రాఫులను ప్రసరించినది.

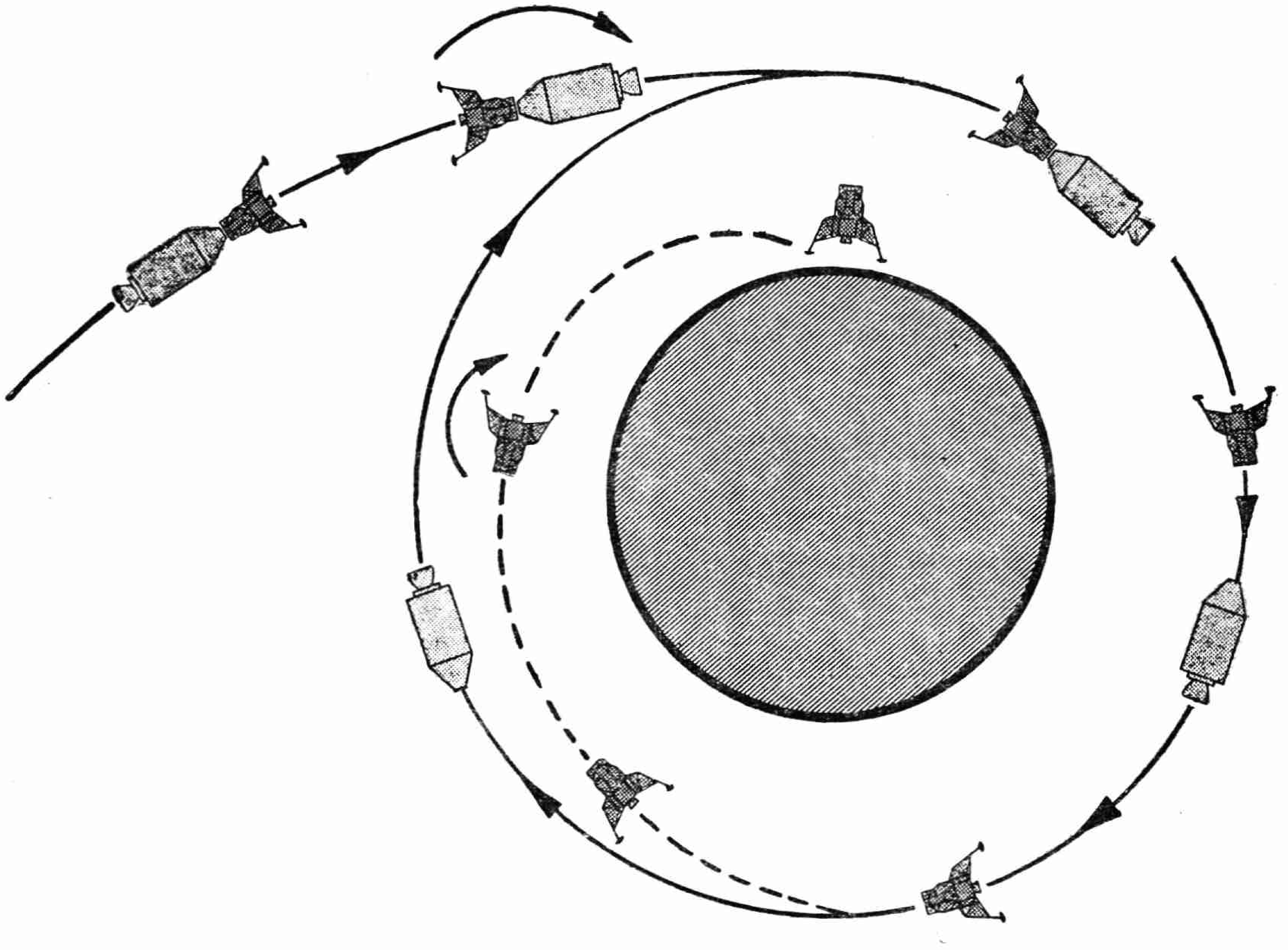
వాహకముల పేరు	తేది	బరువు కి. గ్రా.	దేశము	వివరములు
జోండ్-III	18-7-1965		సోవియట్ రష్యా	గ్రహాంతర కక్ష్యలో పరిభ్ర మించుచు చంద్రమండలము అవలి వైపు ఫోటోగ్రాఫులను ప్రసరించినది.
లూనా-VII	4-10-1965	1442	సోవియట్ రష్యా	చంద్రమండలము పైకి దిగ నుద్దే శించిన వేధి. లక్ష్యమును తప్పి సూర్యుని చుట్టు కక్ష్యలో ప్రవే శించినది.
లూనా-VIII	3-12-1965	1547	సోవియట్ రష్యా	చంద్రమండలముపై నెమ్మదిగా దిగు (సాఫ్ట్ లేండిగ్)ట నుద్దేశించ బడినది. కాని, చంద్రమండలముపై గభాలున పడినది.
లూనా-IX	3-2-1966	—	సోవియట్ రష్యా	100 కి. గ్రా. బరువుగల కెమేరా వంటి పరికర వ్యవస్థతో బాటు చంద్రమండలముపై దిగి, 9 ఫోటో గ్రాఫులను తీసి ప్రసరించినది.
లూనా-X	7-4-1966	—	సోవియట్ రష్యా	245 కి. గ్రా. బరువుగల పరికర వ్యవస్థతో చంద్రమండలము చుట్టు కక్ష్యలో తిరుగునట్లు ప్రయోగించ బడినది.
సర్వేయరు-I	30-5-1966	995	యునైటెడ్ స్టేట్స్	జూన్ 2, 1966 తేదీన చంద్ర మండలము పైన నెమ్మదిగా దిగి మొదటి రోజున (చాంద్రమాన మున) సుమారు 10,300 ఫోటో గ్రాఫులను తీసినది.
సర్వేయరు-II	2-9-1966	955	యునైటెడ్ స్టేట్స్	చంద్రమండలముపై గభాలున పడినది.
*	అక్టోబరు 1967		సోవియట్ రష్యా	అంగారక గ్రహముపై నిమ్మదిగా దిగినది.
లూనా-XVI	సెప్టెంబరు 1970	—	సోవియట్ రష్యా	చంద్రునిపై దిగి అచ్చటి మచ్చు లను తీసికొని మరల భూమిని చేరినది.
లూనా-XVII	నవంబరు 1970		సోవియట్ రష్యా	నియంత్రిత వాహనమును లూనో ఖోడ్ చంద్రునిపై దింపగా కొన్ని మీటరుల దూరము అది నడిచినది.

చూ. రోదసీయానము – పట్టిక. * పేరు తెలియదు.

———

యాత్రికులు అందు ఒకటి, రెండు నెలలు నివసించ వచ్చును. ప్రత్యేకపు పనులమీద కొందరు భూమినుండి అచటికి, అచటినుండి భూమికి రాకపోకలు జరుపవచ్చును. మరికొందరు విశ్వపరిశోధనలు కొనసాగించుచు అచట భోజన, విశ్రాంతి, విహార సౌకర్యములను పొందవచ్చును.

గమ్యము (చంద్రమండలము): ఇతర నభోమూర్తుల కన్న చంద్రుడు భూమికి ఎక్కువ దగ్గరగా ఉన్నాడు. యాత్రికులు అపోలో - 11 రోదసీ నౌకలో 1969, జూలై 16 వ తేదీనాడు బయలుదేరి, ఆ జూలై 21 ఉదయమున చంద్రమండలముపై దిగిరి. వేలకొలది నిపుణులు, ఇంజనీర్లు, శాస్త్రవేత్తలు, క్షేత్ర కార్యకర్తలు సంయుక్తముగ కృషి చేసి, ఈ ఘన విజయమును సాధించిరి. రోదసీయాన కార్యక్రమమునకు యునైటెడ్ స్టేట్స్ ఇంతవరకు 16,000 కోట్ల రూపాయలు ఖర్చుపెట్టినది [చూ. చిత్రము - 5].



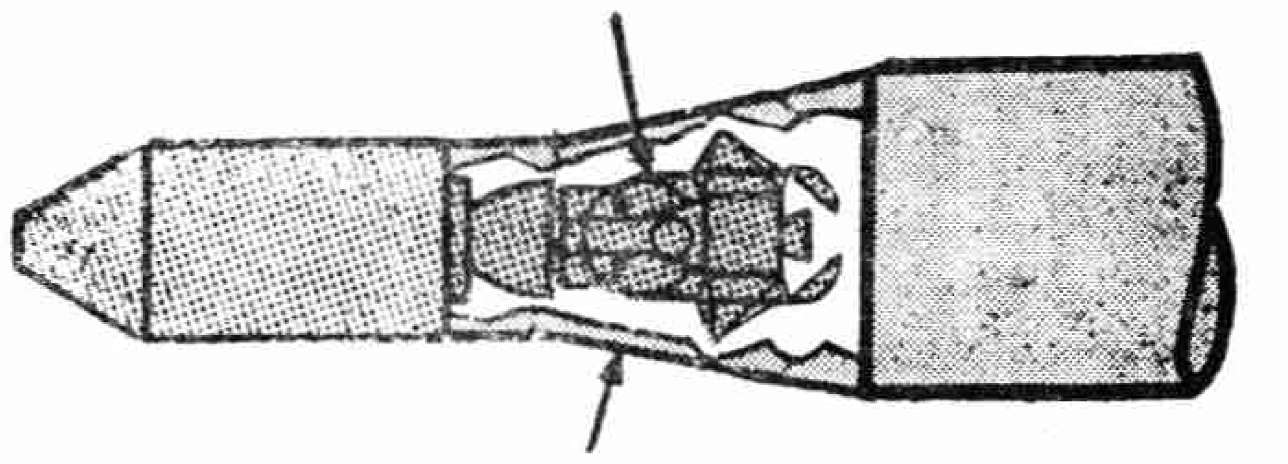
చిత్రము - 5: రోదసీ నౌక చంద్రునిపై దిగుటకు యత్నించుట (ఛాయాప్రదేశము - చంద్ర తలము)

1. భూకక్ష్యనుండి; 2. అపోలో రాకెట్టు దిశ మార్చుట, చంద్రకక్ష్యలోనికి జేరుట; 3. వ్యోమగాములు లూనార్ మాడ్యూలు లోనికి ప్రవేశించుట; 4. లూనార్ మాడ్యూలు విడిపోవుట; 5. లూనార్ మాడ్యూలు దిగువ కక్ష్యలోనికి వెళ్ళుట; 6. కమాండ్ మాడ్యూలు, సర్వీసు మాడ్యూలు కక్ష్యలోనే ఉండిపోవుట; 7, 8 & 9 లూనార్ మాడ్యూలు పరిభ్రమించి చంద్రతలముపై దిగుట.

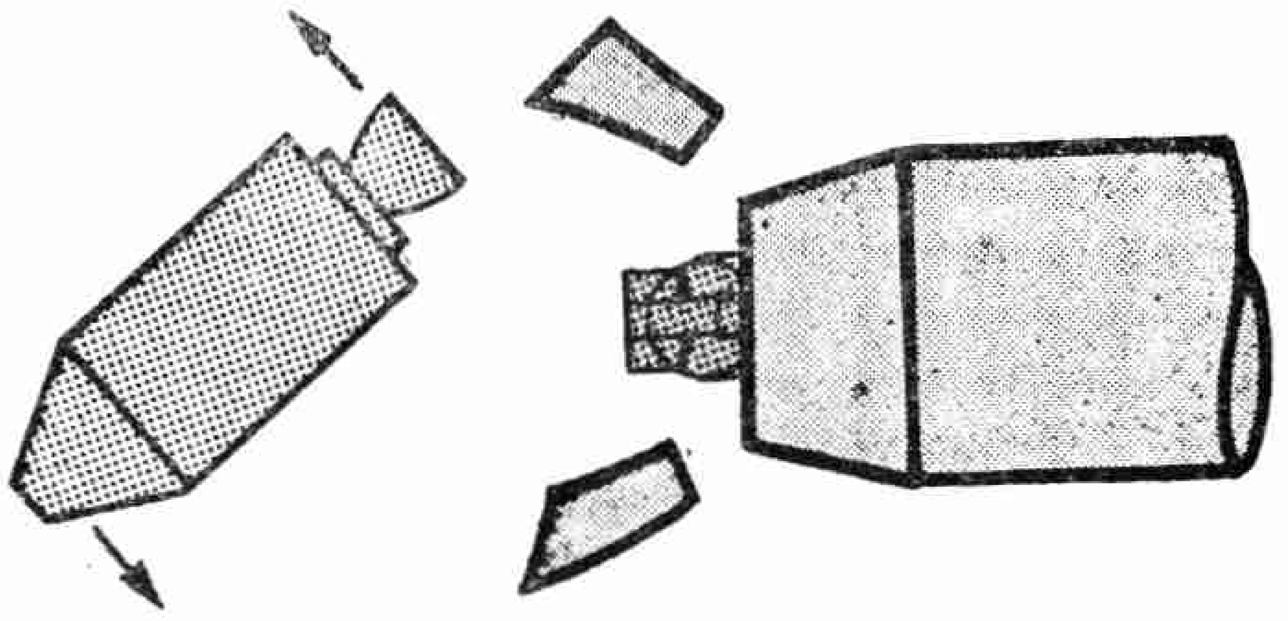
భూమికి, చంద్రునకు మధ్య గల దూరము రమారమి 3,84,000 కి. మీ. చంద్రమండలమునకు మోటారు ప్రయాణము సాధ్యపడునేని చక్కని కాంక్రీటు రోడ్డుపై ఎంత వేగముగా ప్రయాణము చేయగలదో, అంత వేగముగా పయనించు ఒక మంచి కారు ఇంచుమించు 5 మాసములకుగాని చంద్రుని చేరుకొనలేదు. కాని, ఇద్దరు అమెరికన్ రోదసీ

మానవుడు ఎట్లు చంద్రమండలముపై దిగగలిగెను: రోదసీ యాత్రికులను చంద్రమండలముమీద దింపుటకు, అక్కడినుండి వారిని మరల సురక్షితముగా తీసికొని వచ్చుటకును వైజ్ఞానికులు, ఇంజనీరులు విశేష కృషి చేసిరి. అపోలో - 11 రోదసీ నౌకకు ఎల్. ఇ. ఎమ్. (లూనార్ ఎక్స్‌కర్షన్ మాడ్యూల్) అను చిన్న చంద్రమండల నౌక

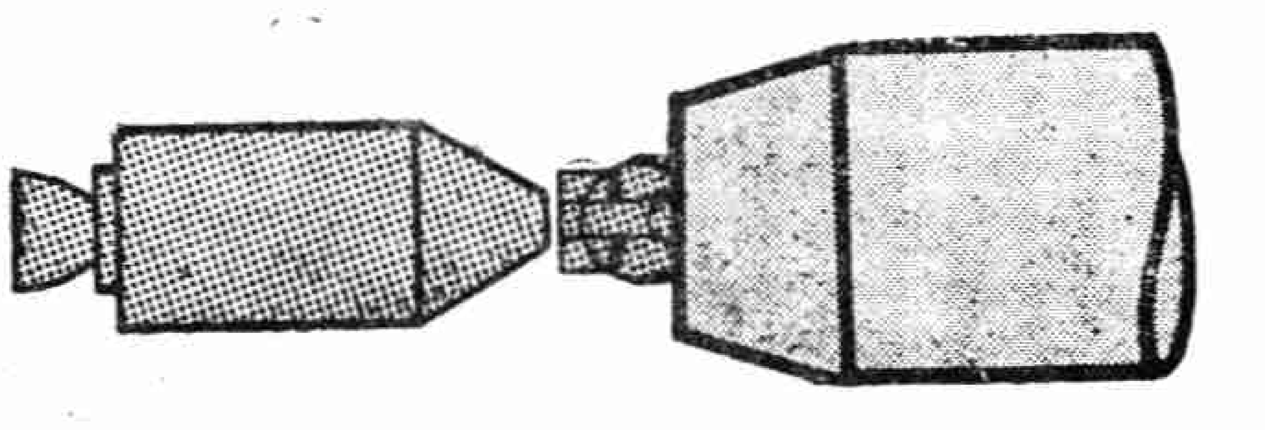
చేర్చబడెను. అపోలో - 11 నౌకలో వెళ్ళిన యాత్రికులలో ఇద్దరు మాత్రమే ఆ చిన్న నౌకలో వెళ్ళి చంద్రునిపై దిగిరి. మూవడవాడు తల్లి నౌకలోనే ఉండి కక్ష్యలో తిరుగుచుండెను. చంద్రమండల యాత్రికులు ఇద్దరు ఎల్. ఇ. ఎమ్. లోనికి ప్రాకి, తల్లి నౌకనుండి విడివడి చంద్రునికి దగ్గరగా కక్ష్యలోనికి వెళ్ళిరి. దిగవలసిన చోటును పరామర్శించి ఇద్దరును ఒక రెట్రో రాకెట్టును పేల్చి తమ చిన్న నౌక వేగమును మందగింపజేయగా అది మెల్లగా చంద్రునిపై దిగెను [చూ. చిత్రము - 6].



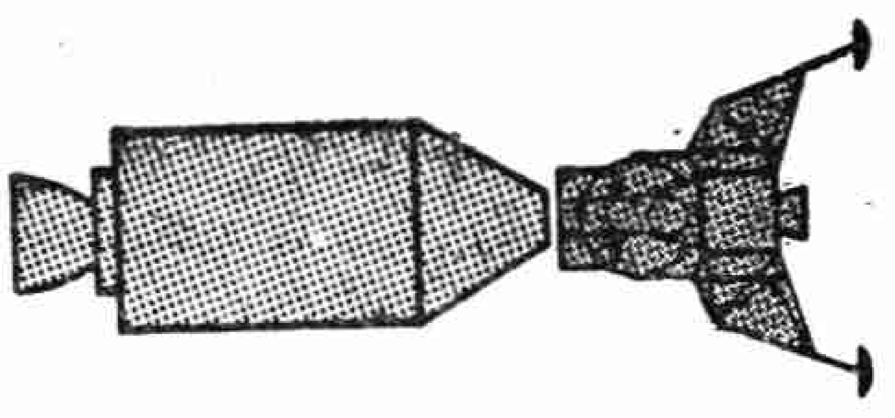
1. కాళ్లు ముడుచుకొని
చంద్రమండలము వైపు పయనించుచున్న L E M.



రోదసీ నౌక నుండి వేరుపడిన భాగము ముఖము త్రిప్పుట ౨



ముఖా - ముఖ L E M ను చేరుట



మూడవ దశ రాకెట్టు విడివడుట - కాళ్ళు చాపుట.
చిత్రము - 6 చంద్రయానము L E M అడాప్టరు

చంద్రమండలమునుండి తిరుగు యాత్ర : చంద్రమండల యాత్రికులను చంద్రమండలముపై దింపిన ఎల్. ఇ. ఎమ్. నౌకయే తిరిగి వారిని తల్లి నౌకవద్దకు కొనిపోయెను. వారు ఒక రాకెట్‌ను ప్రేల్చగానే అది చంద్రమండలము నుండి బయలుదేరి తల్లి నౌకవద్దకు తిరిగివచ్చెను. అప్పుడు యాత్రికులు మరల ఒక రెట్రో రాకెట్‌ను ప్రేల్చి, తల్లి నౌకవద్దకు వెళ్ళి దానిలోనికి ఎగబ్రాకిరి. తరువాత ఒక రాకెట్ మూలమున తల్లినౌక భూమికి కొని రాబడెను. భూ వాతావరణము లోనికి వచ్చిన తరువాత వారు ముగ్గురు గాలిగుమ్మటముల ద్వారా పసిఫిక్ మహాసముద్రమున ఒక నిర్ణీత ప్రాంతమున దిగుచుండగా హెలికాప్టర్‌లు వారిని ఎక్కించుకొని భూమిపై దించినవి [చూ. 695 వ పుటలోని చిత్రము - 7]. వి. వి. ఎల్. రావు.

లూబ్రికేషన్ : చూ. పెట్రోలియమ్ - పు. 579.

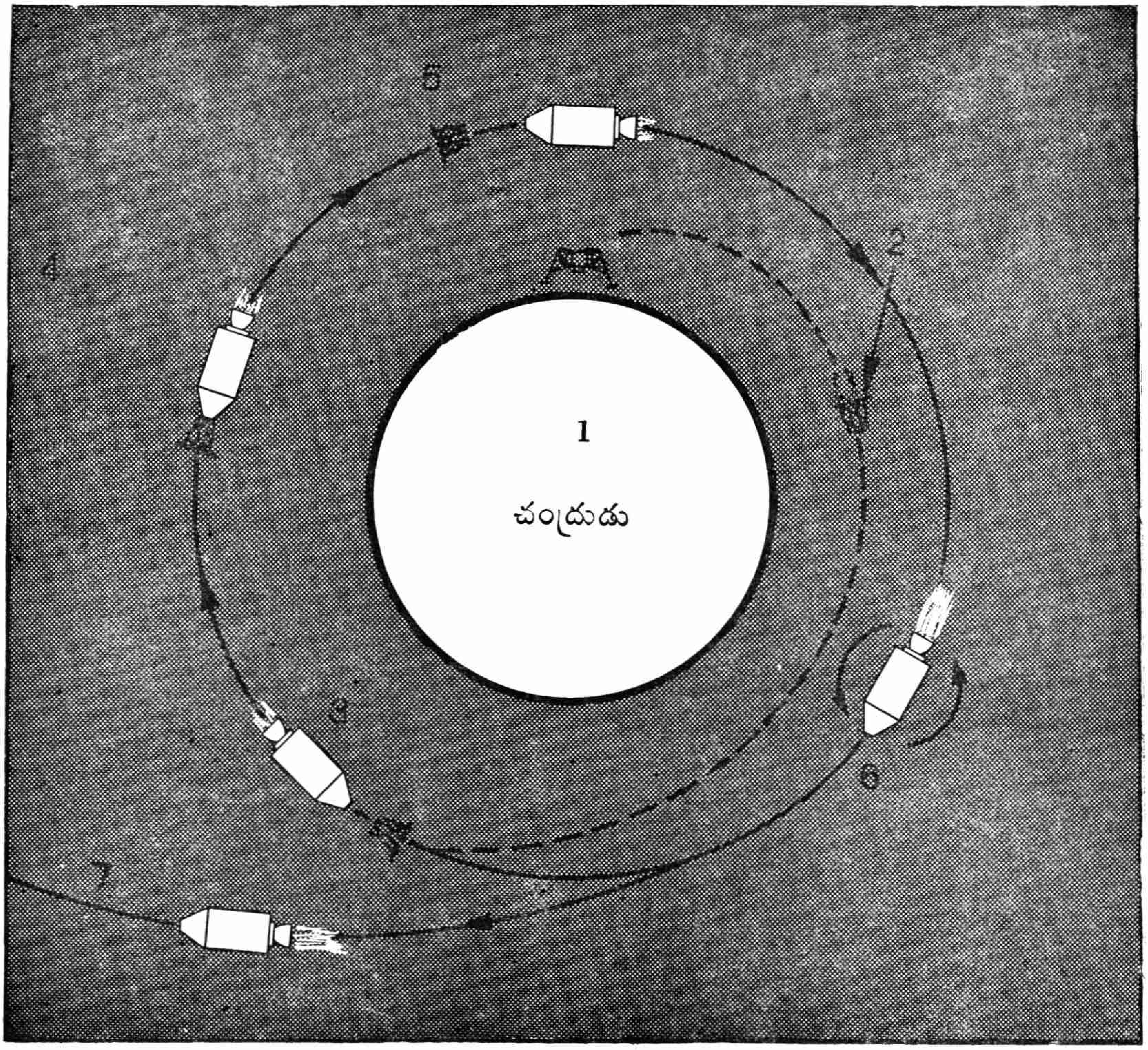
లేత్ యంత్రములు : చూ. యంత్ర పరికరములు - పు. 650.

లేసర్ : చూ. మేసర్, లేసర్ - పు. 648.

వంతెనలు : వంతెనలు కూడ రోడ్లు అంత ప్రాచీనమైనవని చెప్పవచ్చును. క్రీ. పూ. కొన్ని వేల పండ్ల తరబడి వంతెన నిర్మాణములో కృషిజరుగుచున్నది. ప్రకృతిని వశపరచుకొని జీవన సౌకర్యమునకు అనువుగా తన చుట్టుప్రక్కలను ఆదిమ మానవుడు మలుచుకొనుట ప్రారంభించిన నాటినుండియు వంతెన నిర్మాణములో రూపురేఖలను దిద్దుట జరిగినది. నేటి వంతెన నిర్మాణములకు ప్రాతిపదికలు నాటి ఆదిస్వరూపములలో కాననగును. ఇరుకు కొండల మధ్య కనుమలను దాటుటకు కోతులు తమ ఉపాయముచే వంతెనలను కట్టుచుండును. ఒకదాని వెనుక కాళ్లూ, చేతులూ, తోకలూ గొలుసుకట్టుగా పట్టుకొని ఎదురు బదురు చెట్లకొమ్మల మధ్య నీటిపై వ్రేలాడు వంతెనలను సిద్ధపరచి తమ పిల్లలను ఈ దరినుండి ఆదరికి దాటించుట అనుభవములో కానవచ్చును. వృక్షములను పడగొట్టి నీటి ప్రవాహములకు అడ్డముగా వేసి, ఒకప్పుడు మానవుడు దాటుటకు ఉపయోగించుచుడెడివాడు. గండశిలలతో పూరించి సేతువును నిర్మించి శ్రీరాముడు లంకను చేరిన వైనము రామాయణమున ఉదాహరించబడినది. పూర్వకాలమున నగరముల చుట్టు కందకమును త్రవ్వి, వాటిని జీవ నదులకు కలిపెడివారు. కందకములు దాటుటకు వంతెనలను నిర్మించెడివారు. ఇట్టి వంతెనలను అవసరమైనపుడు ఎత్తి, అవసరములేనిచో దింపివేసెడివారు. దీనివలన శత్రుదాడివలన నరగమునకు రక్షణ కల్పింపబడుచుండెడిది. చరిత్రకు అందినంతవరకు మానవ నిర్మితమైన వంతెన బాబిలోనియాలోని యూఫ్రటీస్ నదిపై కట్టబడినది (క్రీ. పూ. 1780). ఇది కర్ర దూలములతో నిర్మితమైనది. కానాల మధ్యదూరము కూడ తక్కువ. చాల శతాబ్దముల క్రిందట చీనావారు కాంటీలివర్ వంతెనను నిర్మించినట్లు తెలియుచున్నది. క్రీ. శ. 1650 లో టిబెట్‌లో వందిపూరు వద్ద నిర్మితమైన 34·13 మీ. (112′) పొడవు కలిగిన

కాంటిలివర్ వంతెన 150 సంవత్సరములు మనగలిగినది. ప్రాచీన కాలముననే భారతీయులకు కాంటిలివర్ వంతెనతో పరిచయము కలదని చెప్పుటకు చరిత్రాధారములు కలవు. వాస్తవమునకు వంతెన నిర్మాణములో రోమనులు జగత్ప్రసిద్ధిని పొందిరి. యూరప్‌లో రోమనులు నిర్మించిన వంతెనలలో వారు ఆర్చి విధానమును ప్రవేశ పెట్టిరి. భారతీయులకును, ఈజిప్టువారికిని ఆర్చి విధానమందు నమ్మకము లేకపోయినది; 'ఆర్చి' కి నిద్రావస్థ లేదని వీరి నమ్మకము. ఈ కారణముచేతనే ప్రాచీన కాలమున మోకులు, పగ్గములు వంటి త్రాళ్ళను ఉపయోగించి వ్రేలాడు వంతెనలను నిర్మించెడివారు. కాంటిలివర్ సూత్రమును ఉపయోగించి కూడా వంతెనలను నిర్మించినట్లు చెప్పుటకు నిదర్శనములు కలవు.

అనాది కాలమునుండియు వంతెన నిర్మాణము మానవునికి పరిచయమైనప్పటికిని ఇది ఒక శాస్త్ర ప్రతిపత్తిని సంతరించుకొనినది ఇటీవలననే; పోత ఇనుము, చేత ఇనుము, ఉక్కువంటి అనేక రకములైన క్రొత్త క్రొత్త నిర్మాణ సామగ్రి అవతరించుటతో వంతెన నిర్మాణము సులభ సాధ్యమైనది. సిమెంటు, పలురకములైన ఉక్కు వెలయుటతోబాటు నిర్మాణ సిద్ధాంత రంగమున సరిక్రొత్త

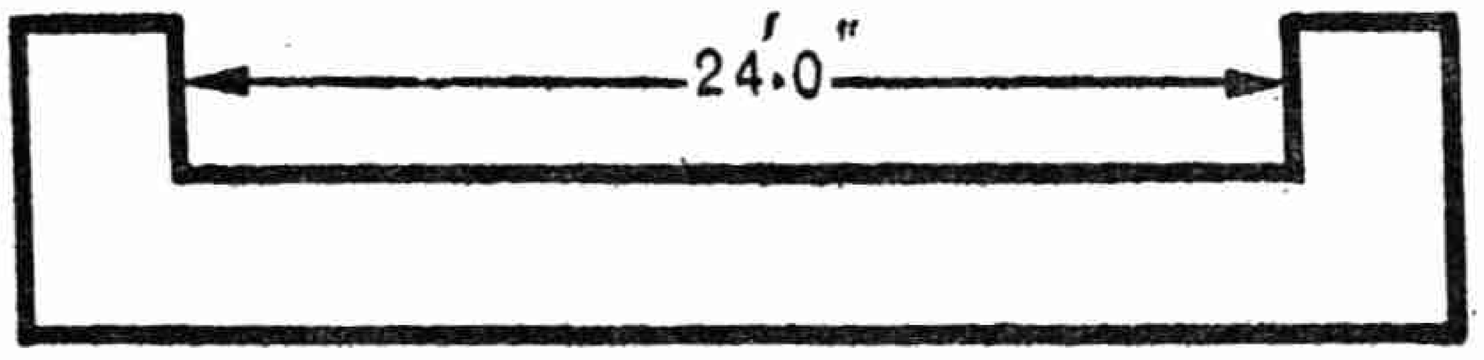


చిత్రము - 5

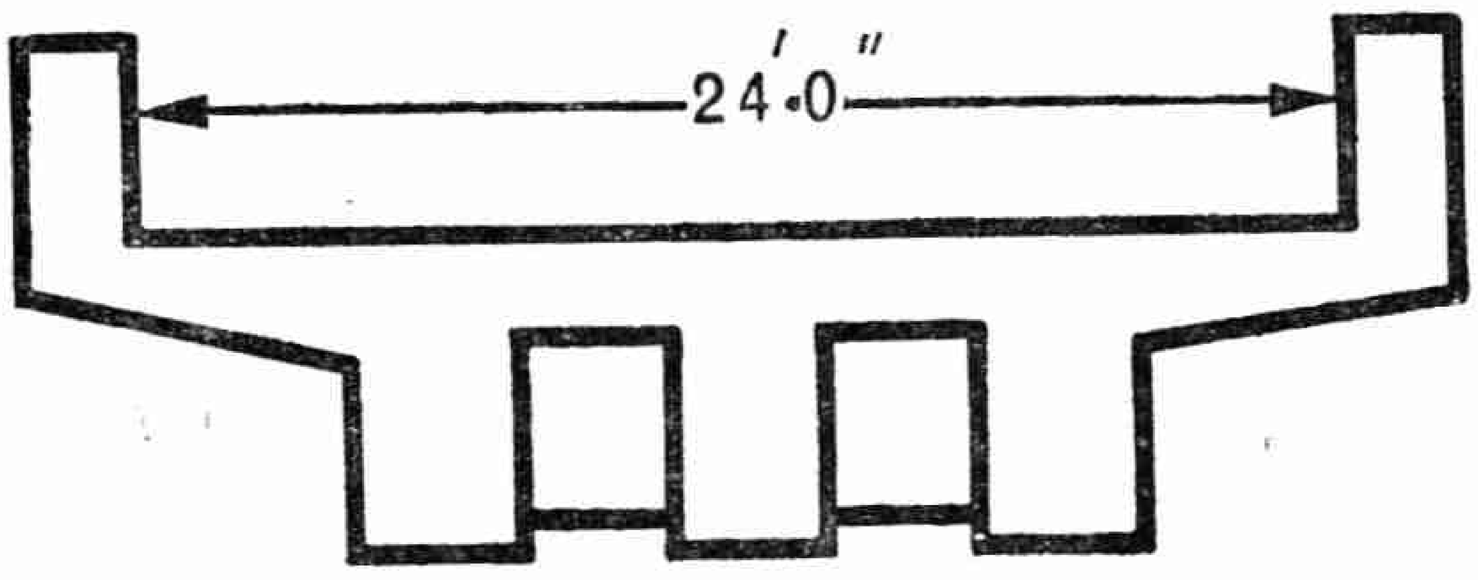
1. చంద్రతలముపై లూనార్ ఎక్స్‌కర్షన్ మాడ్యూలు (L. E. M.) ఆనుట; 2. అపోలో కమాండ్ మాడ్యూలును తిరిగి కలిసికొనుటకు లూనార్ మాడ్యూలు చంద్రతలము నుండి లేచుట; 3. పునఃసంయోగము; 4. వ్యోమగాములు కమాండ్ మాడ్యూలును చేరుట; 5. అపోలో లూనార్ మాడ్యూలును విడుదల చేయుట; 6. అపోలో దిశను మార్చి రాకెట్టును విడుదల చేయుట; 7. అపోలో భూమి వైపుకు గమనము చెందుట.

విజ్ఞానము మానవునికి పరిచయమై, వంతెన నిర్మాణము ఒక ప్రత్యేక శాస్త్రముగా స్థానమును ఆర్జించినది. దేశ నాగరకతను తెలిసికొనుటకు ఆ దేశమున నిర్మించిన వంతెనను చూచి చెప్పవచ్చునని విజ్ఞుల అభిప్రాయము.

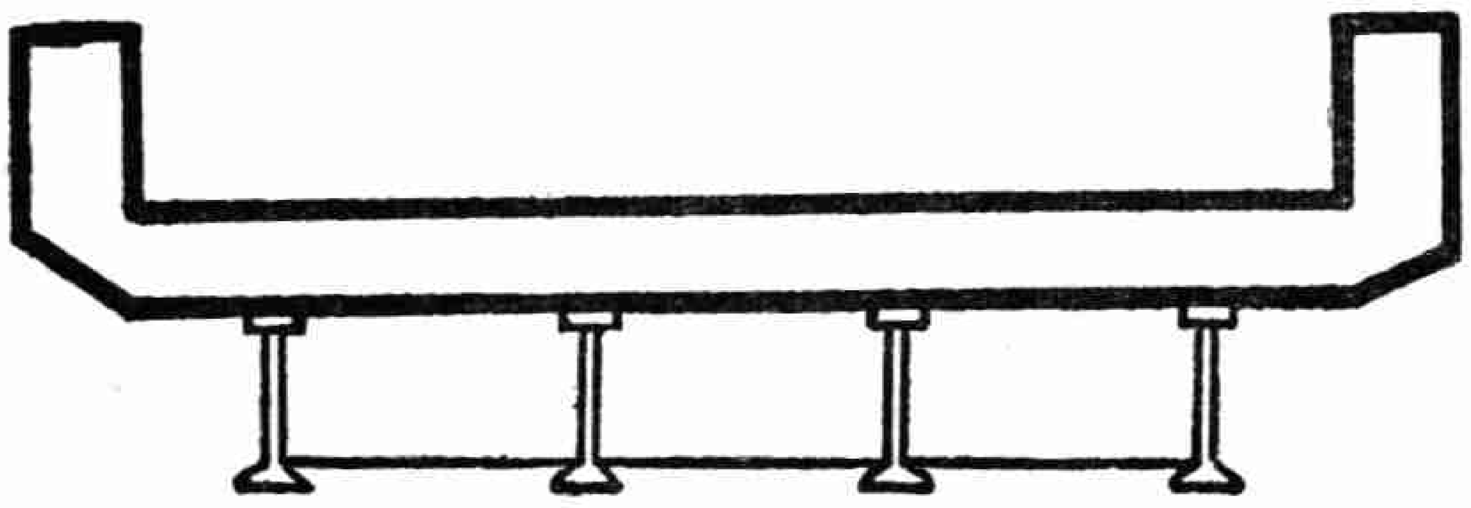
రోడ్లకు వంతెనలు ముఖ్యాంగములు : వంతెనలు, కల్వర్టులు వంటివి రోడ్ల వ్యవస్థకు ముఖ్యాంగములు. నదులు, వాగులు, ఏరులు వంటి నీటి ప్రవాహములను, ఇరుకు లోయలను రోడ్లు అప్పుడప్పుడు దాటవలసివచ్చును. బండ్ల రాకపోకలు నిరాఘాటముగా సాగుటకు ఆ యా



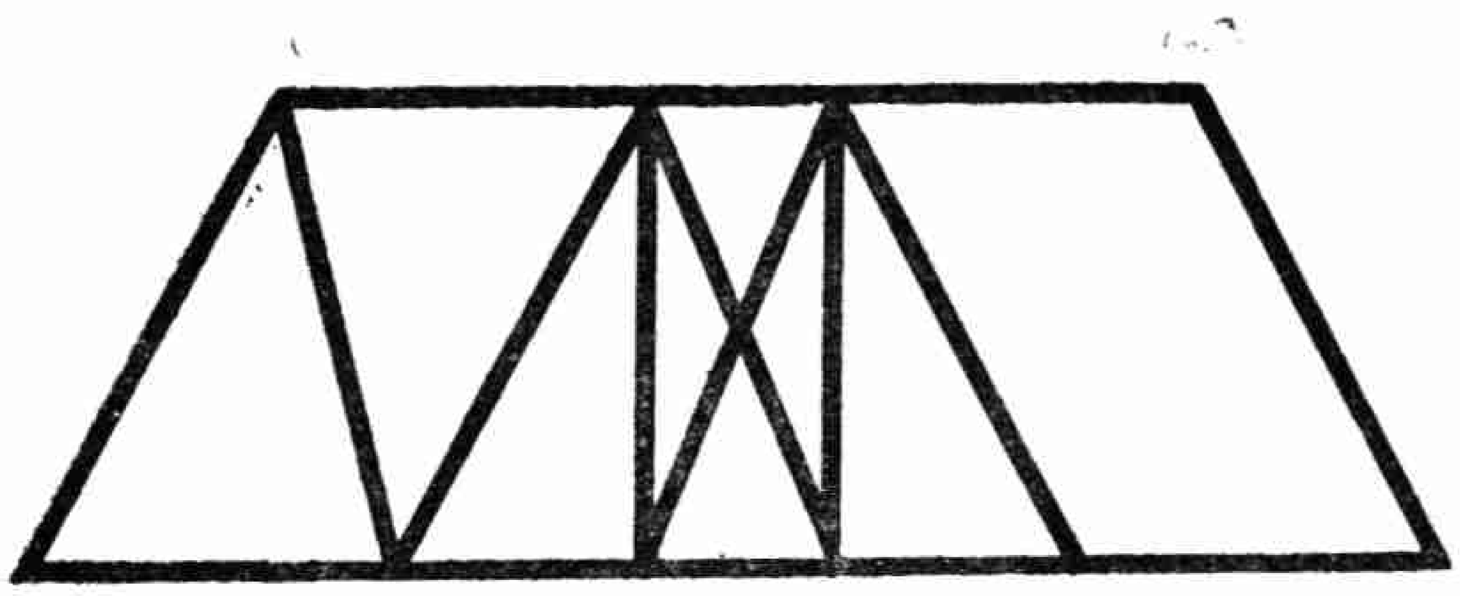
స్లాబ్ డెక్



'T' దూలము వంటి డెక్



కాంక్రీట్ స్తంభములపై మోపిన రీ-ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీట్ స్లాబ్



ట్రస్సు రకపు వంతెనలు

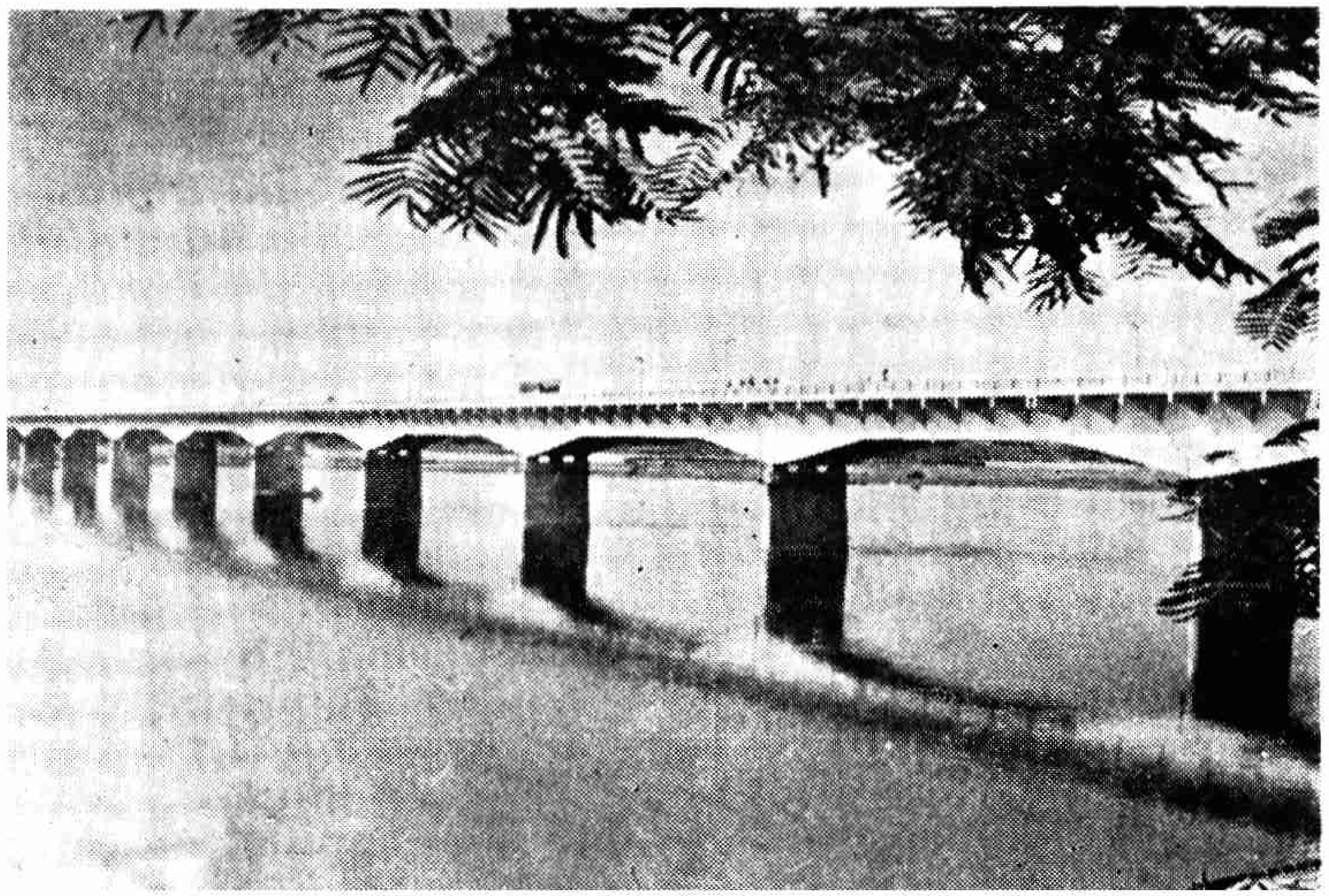
పరిస్థితులకు తగిన వంతెనలు, కల్వర్టులు వంటి నిర్మాణములు అవసరమగుచుండును. వంతెనలు లోపించినచో రోడ్ల వ్యవస్థ సంపూర్ణము కానేరదు. మధ్య మధ్య రైలు మార్గములు అడ్డము వచ్చినపుడు కూడ ఆ సమస్యలను పరిష్కరించి, శీఘ్రగతిని రాకపోకలు సాగుటకు వంతెనల నిర్మాణము అత్యవసరమగుచున్నది. బండ్లరద్దీ, జన సమ్మర్దము ముమ్మరముగా ఉండు రోడ్లపై సమస్యలను పరిష్కరించుటకు ఫ్లై ఓవర్ వంటి ప్రత్యేక నిర్మాణములను సమకూర్చి రద్దీని పరిహరింతురు.

దేశాభ్యుదయమునందు రోడ్ల వ్యవస్థయొక్క ప్రాధాన్యతను గుర్తించి 1943 లో రోడ్ల అభివృద్ధికి నాగపూర్ ప్లానును సిద్ధపరచిరి [చూ. రోడ్డు నిర్మాణము - పు. 600]. 1961 - 81 మధ్య అమలుపరచుటకుగాను రూ. 5,200 కోట్ల స్థాయిలో మరొక 20 ఏండ్ల రోడ్ల అభివృద్ధి పథకమును రూపొందించిరి. అందు వంతెనలకు ప్రాధాన్యమును ఇచ్చి, రెండువేల కోట్ల రూపాయలు వంతెన నిర్మాణమునకు కేటాయించిరి. మూడవ పంచవర్ష ప్రణాళిక (1961 — 66) కాలమున రోడ్ల అభివృద్ధికై కేటాయింపబడిన మొత్తము 250 కోట్ల రూపాయలలోను వంద కోట్ల రూపాయలు వంతెనలకే కేటాయించబడినది. దీనివలన రోడ్ల వ్యవస్థలో వంతెనకు గల ప్రాధాన్యతను గ్రహించవచ్చును.

వంతెన స్వరూపము : పునాది, అంతఃనిర్మాణము (సబ్ స్ట్రక్చర్) పైకి అగపడు ఊర్ధ్వ నిర్మాణము ; దీనినే 'డెక్' అందురు. వంతెనయందు బండ్లు నడచు భాగము డెక్. అంతఃనిర్మాణమును ఆధారముగా గొని డెక్ భాగము నిలుచును. ఈ అంతఃనిర్మాణము స్తంభముల స్వరూపములోకూడ ఉండవచ్చును. వంతెన నిర్మాణములో పునాది భాగము అంతఃనిర్మాణమునుండి భారములను గ్రహించి, అడుగున నేలకు అందించును.

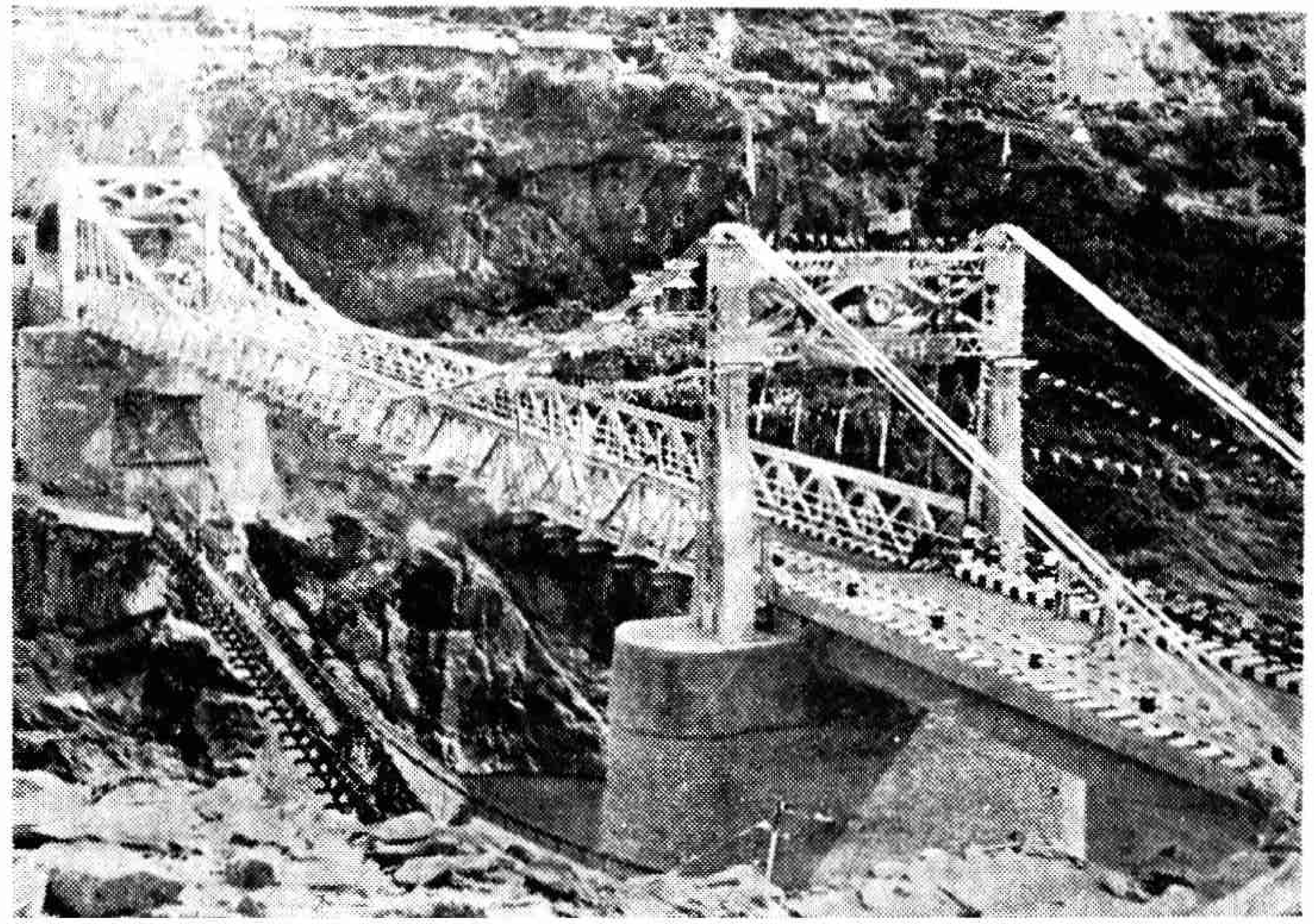
పునాదులు : నదిమట్టమున లోతయిన పునాదులు తీసి వంతెనలను నిర్మింతురు. అందువలన నదికి వరదలు సంభవించినను మట్టము దెబ్బతిన్నప్పటికిని పునాది నిర్మాణములు చెక్కుచెదరవు. వంతెనలకు వేయు పునాదులు అనేక రకములు. భారతదేశమున 'నూతి పునాదులు' అనబడు ఒకరకము వాడకమున గలవు. ఇట్టివాటిని జీవనదులపై నిర్మించదగు వంతెనలకు వాడుచున్నారు. ఉదా : గోదావరిపై నిర్మించిన రైల్వే వంతెన. ఈ నూతి పునాదుల లోతు 18.28 మీ. మొదలు 21.33 మీ. (60′ — 70′) ఉండును. ఒక్కొక్కప్పుడు నేల అడుగుభాగమున అభేద్యమైన గట్టి పొర తగులువరకు రీ ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు 'పైల్' దింపి, వాటిపై అంతఃనిర్మాణమును కట్టుదురు. చిన్నచిన్న నదుల, వాగులపై వంతెన నిర్మాణము చేయవలసి వచ్చినపుడు పైపైననే మంచి గట్టి మన్ను తగిలిన 2.43 — 3.04 మీ. (8′ — 10′) పునాది తీసి సరిపెట్టుదురు [చూ. పునాది శాస్త్రము - పు. 568].

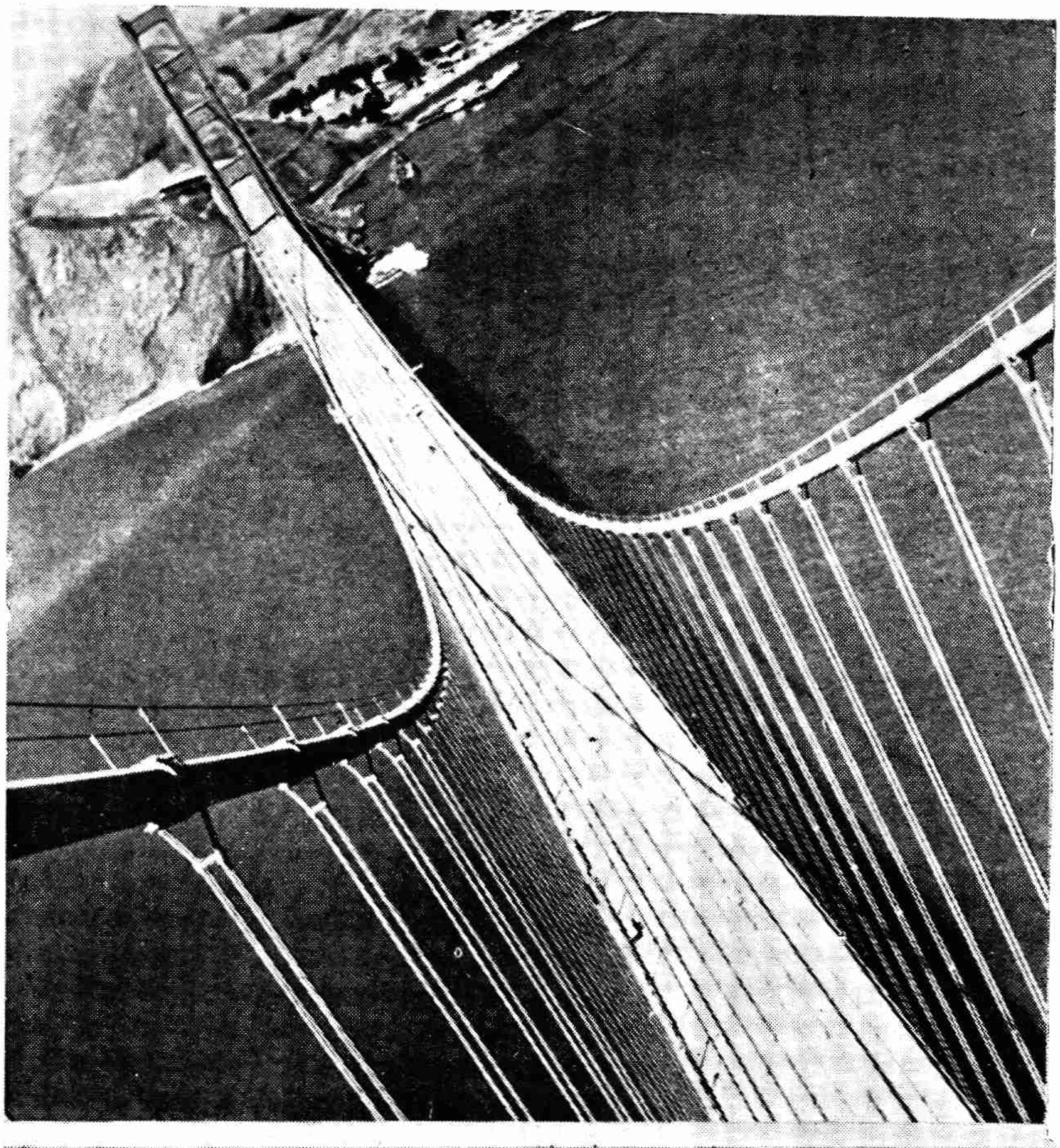
విజయవాడవద్ద కృష్ణానదిపై రెండు రైల్వే వంతెనలు, రోడ్డు బ్రిడ్జి చూడనగును



అయోధ్యవద్ద (ఉత్తర ప్రదేశ్)
← సర్ జూ వంతెన

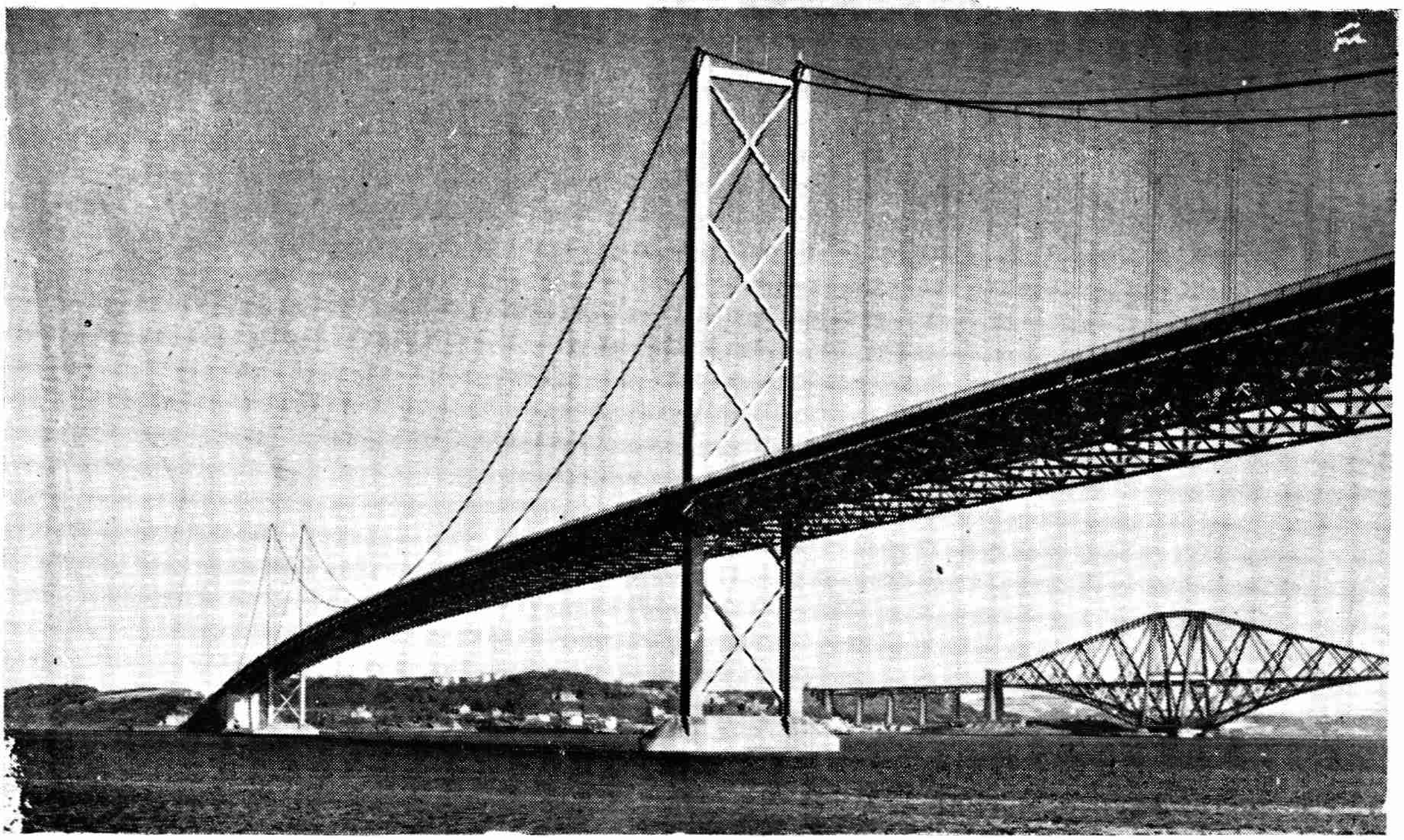
కీర్తినగర్ వద్ద అలకానందపై
వ్రేలాడు వంతెన →

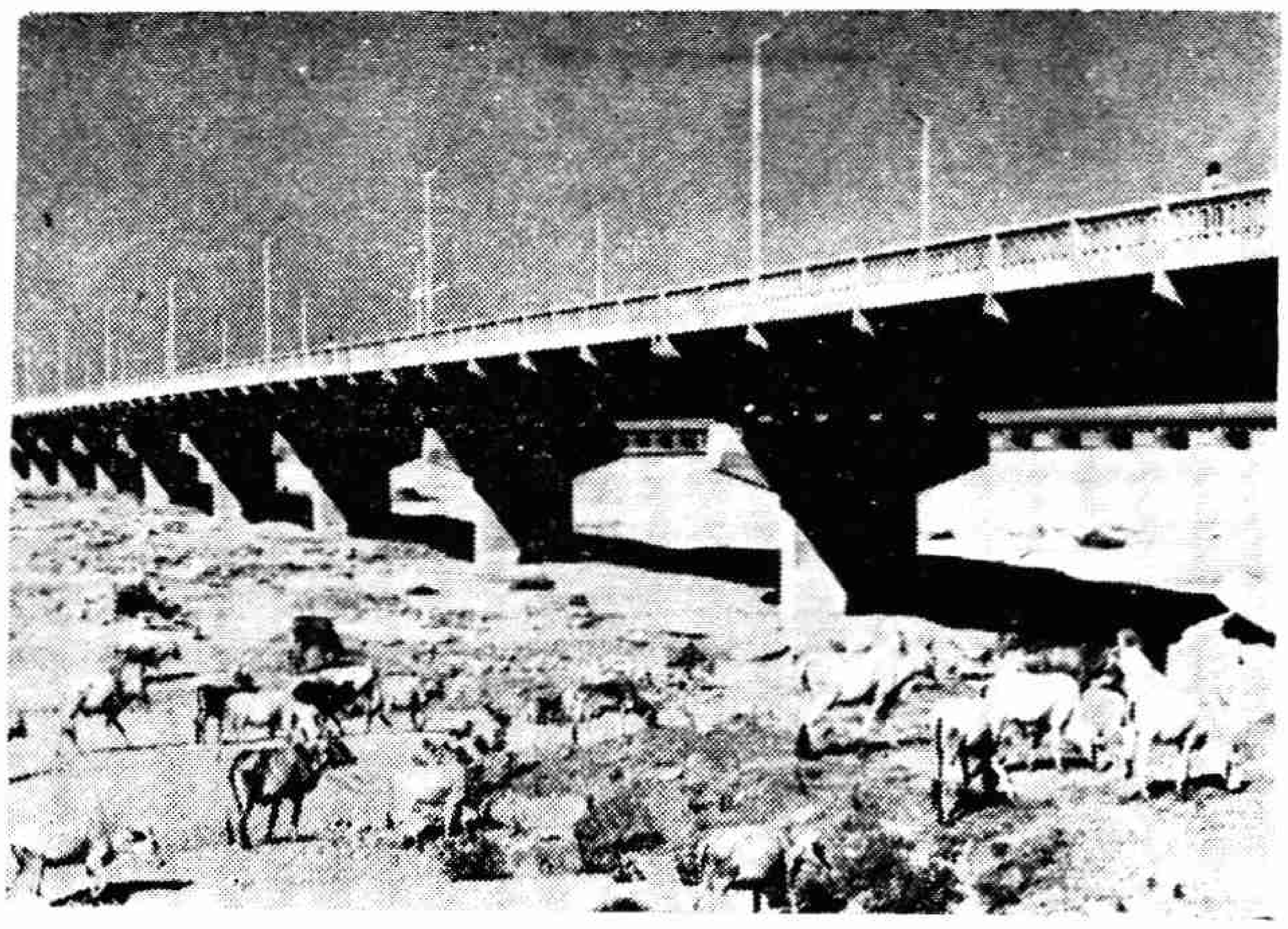




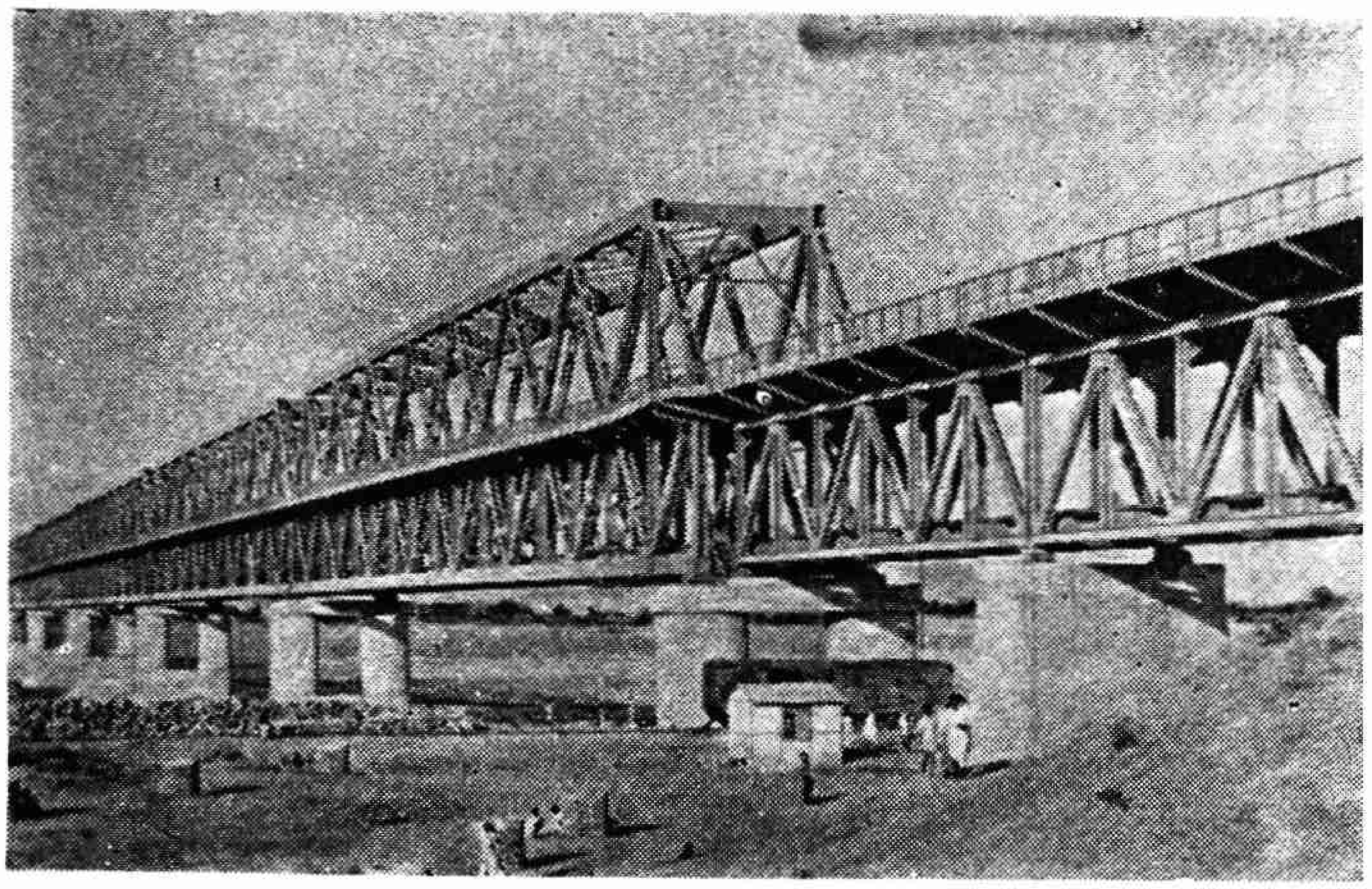
యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని శాన్ ఫ్రాన్సిస్కో వద్ద గోల్డెన్ గేట్ వంతెన ప్రపంచములో వ్రేలాడు వంతెనలలో అతి దీర్ఘమైనది. అంగ పొడవు 1386 మీ.

ఇంగ్లండులో ఫర్త్ ఆవ్ ఫోర్త్ వంతెన ↓

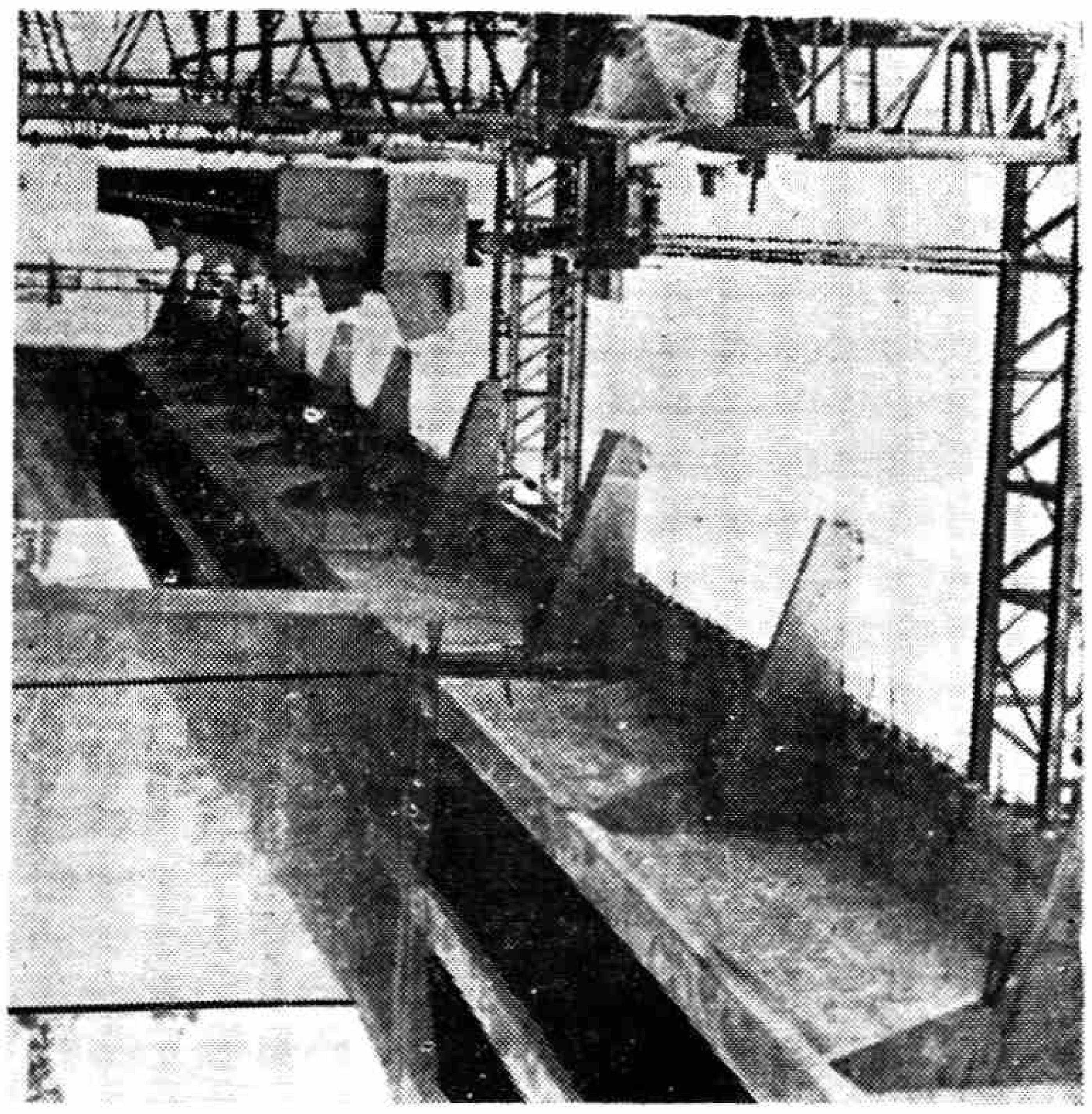




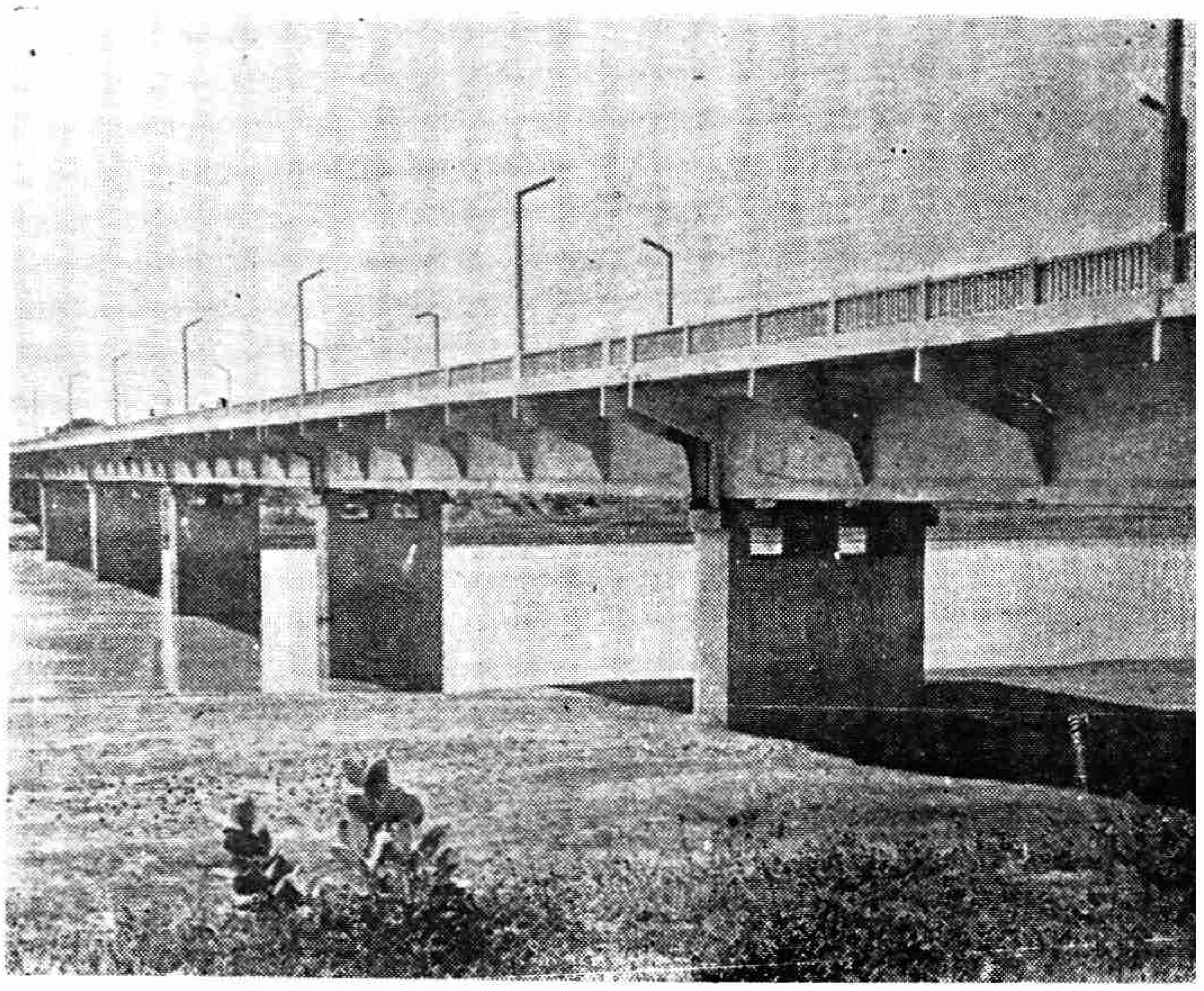
సోనే నదిమీద క్రొత్తగా నిర్మించిన వంతెన



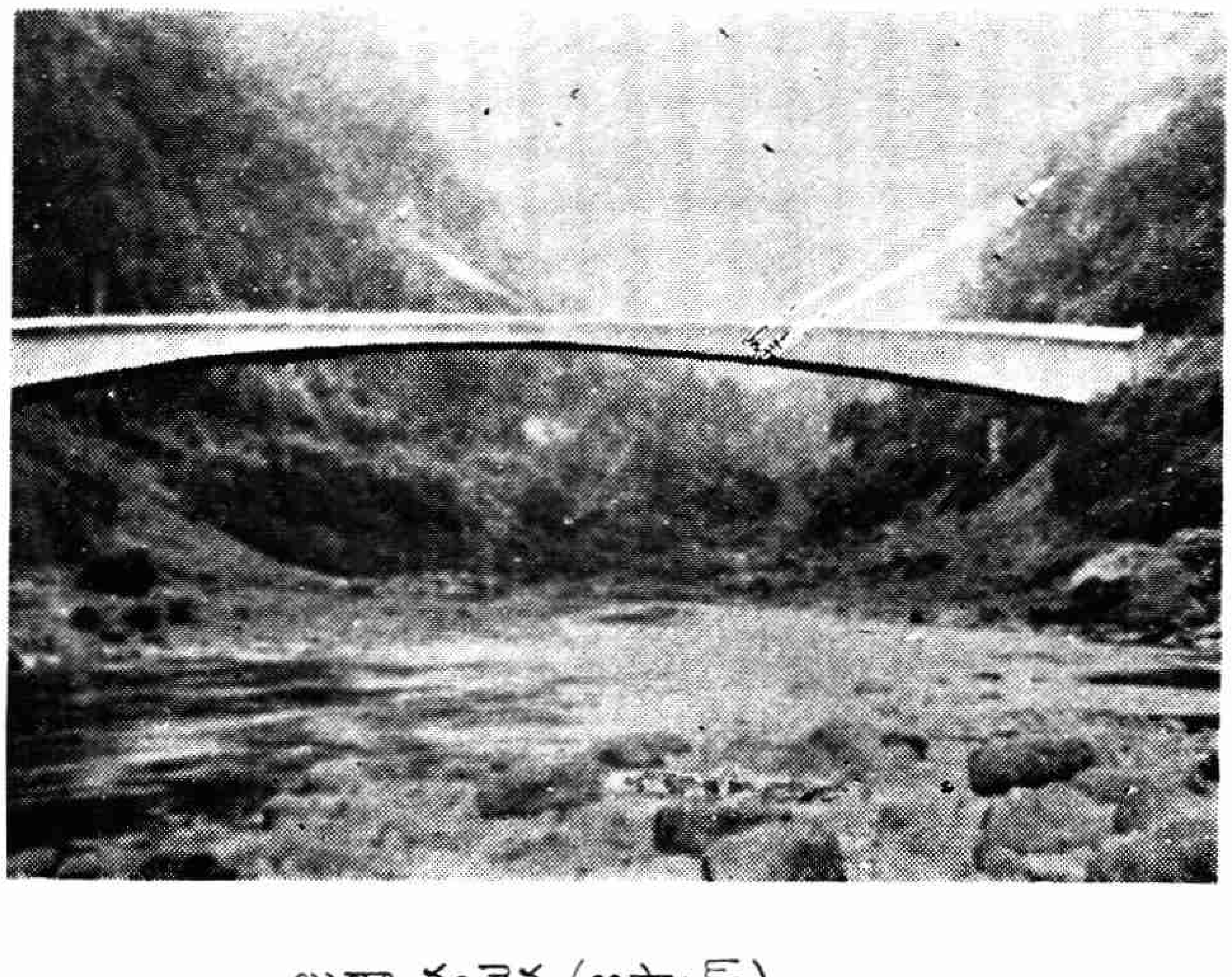
ముఘ్మేవద్ద (బీహార్) గంగానది వంతెన



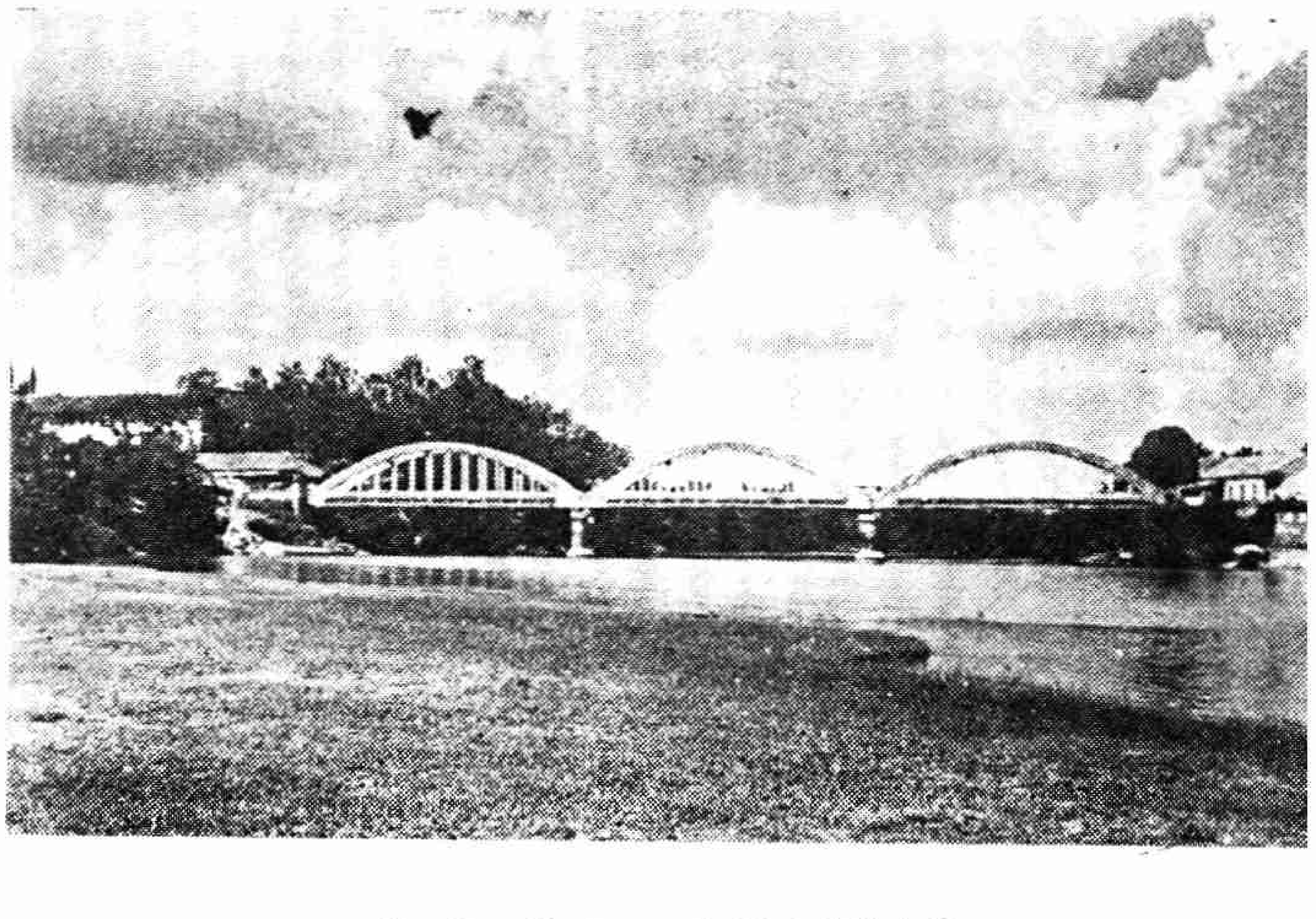
తెనను నిర్మించు సమయమున గర్డరులను ఎత్తుట



బుర్హీ గండకీ వంతెన (బీహార్)



లుభా వంతెన (అస్సామ్)



మంగళాపుఝూ వంతెన (కేరళ)

Blank Page

అంతఃనిర్మాణము: స్తంభములు, చట్రములు అంతః నిర్మాణము నందలి భాగములు. ఈ స్తంభములు వంతెన పైన నిర్మించిన భాగముతో పాటు, బండ్లను ఆపుటకు - బ్రేకు వేయుట వలన ఫలించు క్షితిజ సమానాంతర బలము లను కూడ - తట్టుకొనుచుండవలెను. ఇటుక, రాతితో సాధారణముగా వంతెన స్తంభములను నిర్మింతురు. కాని, ఇది చూచుటకు చాల పెద్దవిగా కనపడును. వంతెన స్తంభముల నిర్మాణమునందు నేడు రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటును విరివిగా వాడుక చేయుచున్నారు.

వంతెన పై నిర్మాణము: వంతెన పై భాగమును 'సూపర్ స్ట్రక్చర్' అందురు. దీని నిర్మాణమున వైవిధ్యము గోచరించుచున్నది. అతి సామాన్యమైన రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు స్లాబ్ చిన్న చిన్న వంతెనలకు ఉపయోగించు చున్నారు. ఇక భారీ వంతెనలకు వ్రేలాడు ఉక్కు నిర్మాణములను వాడుకచేయుచున్నారు. ఈ పై భాగము ప్రయోజనము ప్రధానముగా నడచు బండ్లను మోయుటయే.

వంతెనలో రకములు: వంతెనలలో పలు రకములు కలవు. ఇటుక, రాతి ఆర్చీ వంతెనలు, రీ ఇన్ ఫోర్స్డ్ స్లాబ్ కాంక్రీటు T దూలము వంతెనలు, ఉక్కు వంతెనలు, ప్రీస్ట్రెస్డ్ కాంక్రీటు వంతెనలు ప్రధానమైనవి.

ఇటుక - రాతి ఆర్చీ వంతెనలు: రోడ్డు వ్యవస్థయందు ఈ రకపు వంతెనలు చాల కాలమునుండి వాడుకలో ఉన్నవి. బ్రిటిషు పరిపాలన అవతరించుటతో భారతదేశమున ఆర్చీ వంతెన ప్రవేశ పెట్టబడినది. 200 ఏండ్ల క్రిందట నిర్మించిన ఆర్చీ వంతెనలు నేటి బండ్లరద్దీని కూడ తట్టుకొను చున్నవి. ఆర్చీ విధానమున నిర్మించిన వంతెనలలో ఇటుకతో నిర్మించినవియే ఎక్కువ. అయితే, కొన్ని రాతితో నిర్మించినవి కూడ కలవు. ఈ ప్రాచీన ఆర్చీ వంతెనల స్వరూపము దీర్ఘ వృత్తాకారముగా ఉండును. మరికొన్ని వృత్త చాపాకారము (సెగ్మంటు) గా ఉన్నవి. ఆదిలో నిర్మించిన ఆర్చీ వంతెనలు తోచినట్లు కట్టిరి. అయితే, తరువాత నిర్మించిన ఆర్చీ వంతెనల రూపురేఖలు ఆధునిక స్థితి స్థాపక సిద్ధాంతమును ఆధారముగా తీర్చిదిద్ద బడినవి. ఆర్చీ వంతెనలో అంగకు అంగకు మధ్యదూరము 9 — 18 మీ. (30′ — 60′) వరకు ఉండును.

రీ-ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు స్లాబ్ వంతెన: ఈ విధానమున నిర్మించిన వంతెనలు 60 ఏండ్లనుండి వాడుకలోనికి వచ్చినవి. తక్కువ అంగలు గల వంతెన నిర్మాణములో ఈ విధానము విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినది. సిమెంటు, ఉక్కు అవతరించుటతో రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు స్లాబ్ వాడుకలోనికి వచ్చి వంతెన నిర్మాణములో బహుళ ప్రచారమును సంతరించుకొనినది.

రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు T దూలము వంతెన: రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు వంతెన నిర్మాణములో తరువాత పరిణామము T దూలపు రకము వంతెన. ఈ రకము వాడుకలోనికి వచ్చుటతో రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటును ఉపయోగించి పెద్ద అంగలు గల వంతెనలను నిర్మించుట సుసాధ్యమైనది. దీనితో అంగకు అంగకు మధ్య దూరము 12.19 నుండి 21.33 మీ. (40′ — 70′) వరకు పెంచగలిగిరి. అంగకు అంగకు మధ్యదూరము 30.48 మీ. (100′) పైబడి నిర్మించుటకు రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు గుల్లపెట్టె విధానము వాడుకలోనికి తీసికొని వచ్చిరి. అంగకు అంగకు మధ్యదూరము చాల దీర్ఘముగా ఉన్నపుడు సుమారు 183 మీ. (600′) ఆర్చీ విధానమున రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు వంతెన రూపొందించిరి.

ఉక్కు వంతెన: ఉక్కు అవతరించుటతో వంతెనల నిర్మాణములో నూతన శకము ప్రారంభమైనదని చెప్ప వచ్చును. ఇవి ప్రధానముగా గర్డరు వంతెనలు, ట్రస్సు వంతెనలు అని పేర్కొన బడుచున్నవి. అంగకు అంగకు మధ్య దూరము సుదీర్ఘమైనపుడు ట్రస్సు విధానమునను ప్రత్యేకముగా నిర్మించుట నేడు పరిపాటి అయినది. కలకత్తా నగర మధ్యన హుగ్లీ నదిపై నిర్మించిన వంతెన ఉక్కు ట్రస్సులు గల కాంటీలివర్ జాతికి చెందిన వంతెన. ఉక్కు వంతెనలు దారుఢ్యమైనవేగాక తేలికయినవి కూడ.

విదేశములలో ఉక్కుతో నిర్మించిన కేబుల్ సస్పెన్షన్ అనబడు ప్రత్యేక రకపు వంతెనలు జయప్రదముగా నిర్మింప బడినవి. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని గోల్డన్ గేట్ వంతెనలో అంగకు అంగకు మధ్య దూరము 13 మీ. (42′). గ్రేట్ బ్రిటన్‌లో 1963 లో నిర్మించిన ఫర్త్ ఫోర్డ్ వంతెనలో అంగకు అంగకు మధ్య దూరము 1006 మీ. ఇట్టి వ్రేలాడు వంతెనల నిర్మాణములో కేబుల్ అనబడు ఇనుప మోకులు ఎత్తయిన టవర్‌లు అనబడు శిఖరముల మధ్య వ్రేలాడ తీయుదురు. బండ్లు నడచు డెక్ వ్రేలాడువాటికి పట్టి ఉండును. పెను తుఫాను వచ్చినపుడు కంపనములకు గురి కాకుండా డెక్‌ను తగిన విధముగా లాగి బిగింతురు. వాస్తవమునకు ఈ వ్రేలాడు వంతెనల డిజైనులలో ఇటీవల ప్రగతి సాధింపబడినది.

ప్రీ స్ట్రెస్డ్ కాంక్రీటు వంతెన: యూజీన్ ప్రెసినే అను ఫ్రాన్స్ దేశపు ఇంజనీరు ప్రీ స్ట్రెస్డ్ కాంక్రీటు విధానమును సిద్ధపరచెను. కాంక్రీటు నిర్మాణ భాగములందు ఆదిలోనే సంపీడనక బలములను ఆపాదించినచో అది భారము

లకు గురి అయినప్పుడు, తన్యతా బలములు పరిహరింప బడునని ఊహించి, ప్రిస్ట్రెస్‌డ్ కాంక్రీటు విధానమును ప్రవేశపెట్టెను.

అత్యధిక తన్యత గల ఉక్కును ఉక్కు దూలములందు, గర్డరులందు ఉంచి, జాక్‌ల సహాయమున వాటిని సాగదీసి, కాంక్రీటుకు పూర్వప్రపీడనము (ప్రీస్ట్రెస్‌డ్) ను కలుగ జేయుదురు. ఉక్కు తంత్రులను కావలసిన పరిమితులకు సాగదీసి, గర్డరు చివరల ప్రత్యేక సాధనముతో స్థిరముగా ఉండునట్లు చేయుదురు. ఈ పద్ధతిని నిర్మాణము చేయుట వలన సిమెంటు, ఉక్కు ఆదా అయినది. భారత దేశమున ప్రప్రథమముగ ప్రీ స్ట్రెస్‌డ్ కాంక్రీటు సూత్రమును ప్రయోగించి తమిళనాడులో పాలార్ నదిపై 1952 లో రోడ్డు వంతెనను నిర్మించిరి. ఈ వంతెన పొడవు 670 మీ. (2,200'). అంగకు అంగకు మధ్య దూరము 27.43 మీ. (90'). ఆ తరువాత ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించి దేశమున అనేక వంతెనలను నిర్మించిరి. వీటిలో కొల్లడము వంతెన ముఖ్యముగా పేర్కొనదగినది. ఇది కూడా తమిళనాడు రాష్ట్రముననే కలదు. ఈ వంతెన నిర్మాణమున గర్డరులను ఒడ్డుమీద పోతపోసి ప్రత్యేకముగా నిర్మించిన ట్రస్సులపై వాటిని మోపి, నదిలో నిర్మించిన స్తంభములపై ఉంచిరి. ఈ వంతెనలో అంగకు అంగకు మధ్య దూరము 48.46 మీ. (159'). అస్సాములో సిల్‌చార్ వద్ద నిర్మించిన బారాక్ వంతెన ప్రీ స్ట్రెస్‌డ్ వంతెనలలో పేర్కొనదగినది. ఇందు అంగ మధ్య దూరము 123 మీ. (400'). ఈ నిర్మాణమున కాంటిలివర్ పద్ధతిని కూడ ప్రయోగించిరి.

అల్ప వ్యవధిలో వంతెనలను సమకూర్చుట నేడు పరిపాటి అయినది. వంతెనలోని విడిభాగములను ప్రీ స్ట్రెస్‌డ్ కాంక్రీటు సూత్రమును ముందుగనే ఫ్యాక్టరీ విధానమున పోతపోయుట వాడుకలోనికి వచ్చినది. అత్యధిక తన్యతా బలము గల ఉక్కు వెల్డింగు ప్రక్రియలు వాడుకలోనికి వచ్చుటతో 244 – 274 మీ. (800' నుండి 900') అంగ మధ్యదూరము గల సుదీర్ఘమైన పెట్టె పద్ధతి వంతెనలను లోతయిన లోయలపై నిర్మించ వీలగుచున్నది. వ్రేలాడు వంతెనల నిర్మాణమునందు ఇమిడి ఉన్న భౌతిక సూత్రములు ఇటీవల మరింత విపులమగుటతో అంగ మధ్య దూరము ఎక్కువ గల వంతెనలు నిర్మించుట యందు ఈ పద్ధతిని విరివిగా వాడుకచేయుచున్నారు. ప్రీ స్ట్రెస్‌డ్ విధానమునందు ఇమిడి ఉన్న సూత్రములను గురించి మరింత తెలియుటతో వంతెన నిర్మాణమునందు 'ట్రస్‌డ్ రిబ్బన్' విధానమును ప్రవేశపెట్ట వీలయినది. ఇందు తక్కువ మందముగల డెక్కును నిర్మించ వీలయినది. బాస్ఫరస్ మధ్య నిర్మించిన వంతెన ఈ విధానమును ఆధారముగా గొని నిర్మింపబడినది. ఫ్లై ఓవర్ వంటి వాటిని నిర్మించుట అత్యంత క్లిష్టమైన సూత్రములు ఇమిడి ఉండును. వంకర వంతెనలందు ఇమిడి ఉన్న సూత్రములు ఫ్లై ఓవర్ నిర్మాణమునందు కూడ వినియోగము అగును. కె. శ్రీ.

వజ్రము : ఖనిజములందు తలమానికమైనది వజ్రము. ప్రకృతి వస్తుజాలములో వజ్రము అనశ్వరమైనది, అతి కాఠిన్యముగా ఉండునది, జాజ్వల్యమానముగా ఉండునది అగుటవలన మానవుల ఆభరణములలోను, అలంకారముల లోను ఇది ప్రాముఖ్యత వహించినది. పరిశ్రమలలోని దీని ప్రాముఖ్యత జనసామాన్యము కూడ గమనించిరి. 1835 వ సంవత్సరములో బ్రిటిష్ విజ్ఞాన శాస్త్రవేత్త డేవిడ్ బ్రూస్టర్ వజ్రము యొక్క పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యతను విశదీకరించెను.

చారిత్రకముగా సుప్రసిద్ధములైన వజ్రములు భారత దేశములో లభించినవే. అతి ప్రాచీన కాలము నుండి - 1728 వరకు - భారతదేశము ప్రపంచములోని సుప్రసిద్ధమైన వజ్రములకు కారణ భూతమైనది. ఆ వెనుక బ్రెజిల్, 1866 వ సంవత్సరములో దక్షిణ ఆఫ్రికా వజ్రముల యొక్క ఉత్పత్తిని మొదలు పెట్టినవి. వజ్రములను రెండు విధములుగా విభజింపవచ్చును: 1. ఆభరణ యోగ్యమైనవి; 2. పారిశ్రామిక యోగ్యమైనవి. ఈ రెండు విధముల వజ్రములకు లక్షణములు భౌతికముగా సమానమైనప్పటికి, సూక్ష్మమైన మలిన పదార్థముల సంశోధనము వీని నడుమ భేదమును సూచించును. వజ్రమునందు ముఖ్యమైన ఖనిజ పదార్థము 'కార్బన్' (C). వజ్రము ఘనాకారముగల 'అష్టశీర్షకము' గా స్ఫటికీకరించును. 'మోస్' పరిమాణములో '10' కాఠిన్యత కలది వజ్రము. ఇది అత్యంత కఠినమైనది. దీనిపై ఆమ్లములకు, క్షారములకు ప్రభావము లేదు. 'బిల్లాస్', 'కార్బోనేడో', 'బోర్ట్స్' అనునవి ముఖ్యమైన పారిశ్రామిక వజ్రముల భేదములు. మొదటి రెండిటియందు స్ఫటిక లక్షణములు అంతగా కానరావు. కాని, ఈ లక్షణములు 'బోర్ట్స్' లో స్ఫుటముగా ఉండును.

కృత్రిమ వజ్రముల ఉత్పత్తి ప్రయత్నములు అంతగా సాఫల్యత పొందలేదు. పరిశోధనశాలలో వజ్రములను ఉత్పత్తిచేయుటకు న్యూయార్క్‌లోని 'జనరల్ ఎలక్ట్రిక్ కంపెని' వారు అధికముగా ప్రయత్నము చేసిరి. భౌగోళికముగా వజ్రములు 'కింబర్ లైట్' లో చెదరియుండికాని, నదీప్రవాహములోని కంకర లేదా బంకమన్నులలో కాని, చిన్న చిన్న రాళ్ళరూపములలో కాని లభించును. భారత

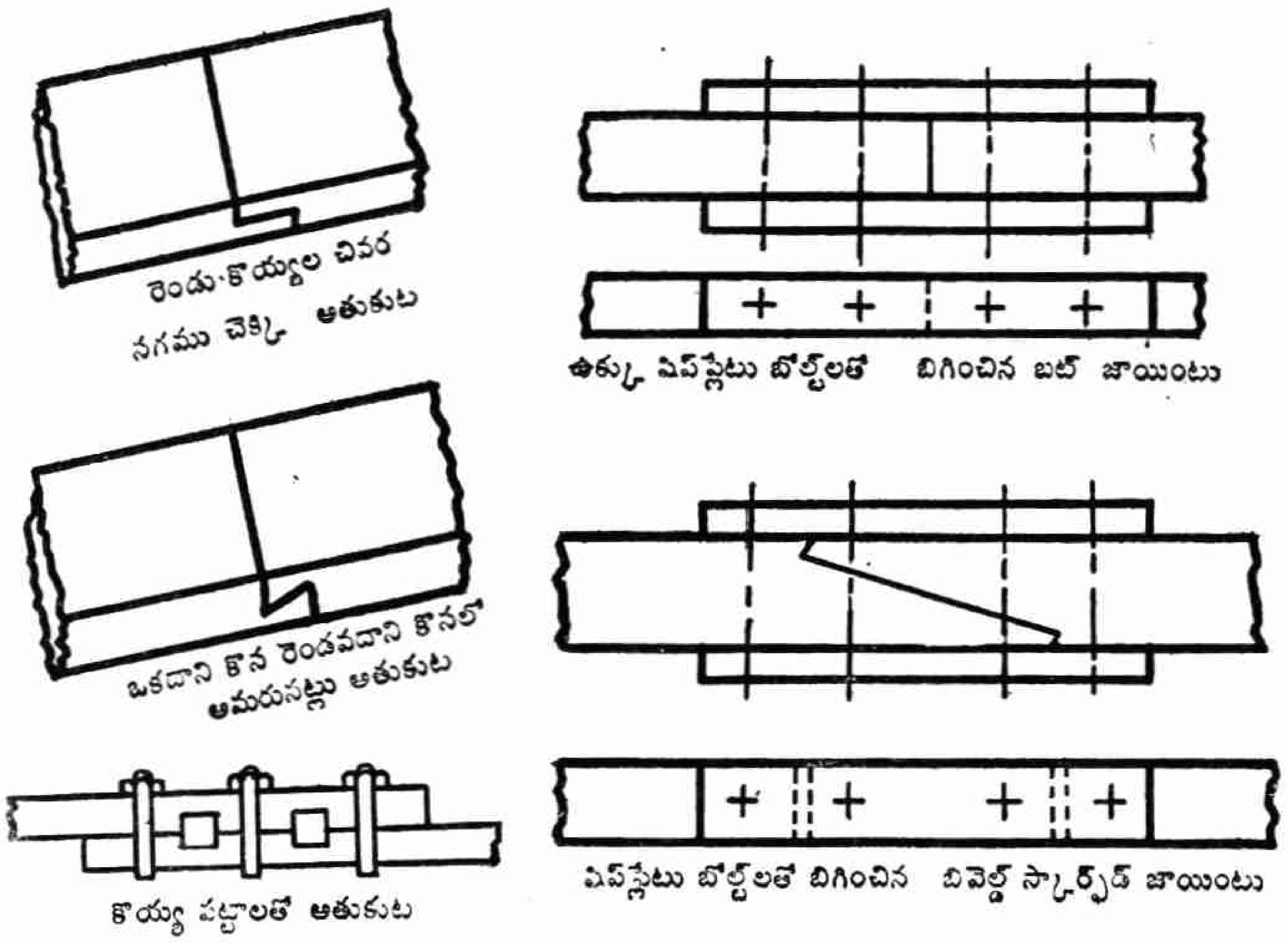
దేశములో వజ్రములు మూడు విధములుగా లభించు చున్నవి : 1. బంకమన్ను పొరలలో దొరకునవి; 2. వింధ్య, కర్నూలు గనులలో దొరకునవి; 3. 'ఆర్చీన్ క్షేత్రము' లలో దొరకునవి.

ప్రపంచములలో లభ్యమగు వజ్రములలో - ముఖ్యముగా దక్షిణాఫ్రికా, బెల్జియమ్ కాంగోలలో - 97 శాతము పైబడి లభించుచున్నవి. ప్రపంచమునందు వజ్రముల **ఉత్పత్తి** - అమ్మకములో 95 శాతము వరకు - 'డి బీర్స్ కన్సాలిడేటెడ్ మైన్స్ లిమిటెడ్' అను దక్షిణ ఆఫ్రికాకు సంబంధించిన సంస్థయొక్క అధీనములోనే ఉన్నది. డైమండ్ ట్రేడింగ్ కంపెనీవారు ఈ వ్యాపారమును సాగించుచున్నారు. ప్రపంచములో వజ్రముల ఉత్పత్తియందు 'ఇండియన్ డైమండ్ మైనింగ్ ఇండస్ట్రీ' నేడు స్థానమును కోల్పోయినది. అందుచే ఈ ప్రాచీనమైన పరిశ్రమను పునరుద్ధరించుటకు భారతీయ ప్రభుత్వము తగు చర్యలు తీసికొనుచున్నది.

విశ్వనాథ్.

వడ్రంగము : కొయ్యను చెక్కి ప్రదర్శించు కళా శిల్పముల విన్యాసమే వడ్రంగము. వివిధ నమూనాల నిర్వచన ప్రకారము వికృతి, ప్రతిఫలములను తట్టుకొనునట్లు కలపను కోయుట, చేర్చుట మొదలగునవియే వడ్రంగి యొక్క ముఖ్యమైన పని. పాశ్చాత్య దేశములయందు ఇండ్లపై కప్పులు, కట్టడములు, నిర్మాణములు, ఇతర మూసకట్టు (షట్టరింగ్) పనులు చేయునతడు మాత్రమే వడ్రంగి (కార్పెంటర్). కుర్చీ, బల్ల, మంచము వంటి ఇతర గృహోపకరణములను చేయునతనిని ప్రత్యేకముగా జాయినర్ అందురు. వడ్రంగములో చేరిన పై రెండు ప్రక్రియలయందు పై మెరుగులు, బలిష్ఠత, దిట్టతనము, మన్నిక అనునవి ముఖ్యమైనవి. భారతదేశమునందు జాయినర్ అను వడ్లాబత్తు పనికి కుర్చీ, బల్ల, బీరువా, డ్రాయరు, తలుపు చట్రములు, తలుపులు, కవాటములు మొదలైనవి తయారుచేయు క్రియలన్ని చేరి ఉండును. ఈ పనులన్నియు వడ్రంగమునందు కూడ చేరి ఉండును.

గృహ నిర్మాణములందు వడ్రంగము : ఇంటి పైకప్పుల చట్రములు, అడుగుభాగములు, భవనమునకు సంబంధించిన ఇతర నిర్మాణములు, తలుపులు, ద్వార బంధములు, చట్రములు, కవాటములు, కిటికీలు, గవాక్షములు - మొదలగు వాటిని తయారుచేయుటకు వడ్రంగము విరివిగా వినియోగమగు చున్నది. భవననిర్మాణపు దినుసులలో సిమెంటు కాంక్రీటుల యొక్క విస్తార వినియోగము వాడకమునకు వచ్చిన తరువాత దీనిలో కొయ్య మూసలు, ఫిట్టింగులు, చట్రములు తయారుచేయు పని వడ్రంగములో ముఖ్య విభాగమైనది. కాంక్రీటు స్తంభములు, కాంక్రీటు సిమెంటు దిమ్మలు, కాంక్రీటు దూలములు పోతపోయుటకు మాత్రమే గాక పడగొట్టుట, ఇతర త్రవ్వకపు పనులకు కూడ షట్టరింగులు, చట్రములు ప్రయోజనపడుచున్నవి. గృహ నిర్మాణ కార్యకలాపము లందు సామాన్యముగా వడ్రంగులు ఉపయోగించు జాయింట్ల అతుకుల రకములు చిత్రము - 1 లో చూపబడినవి.



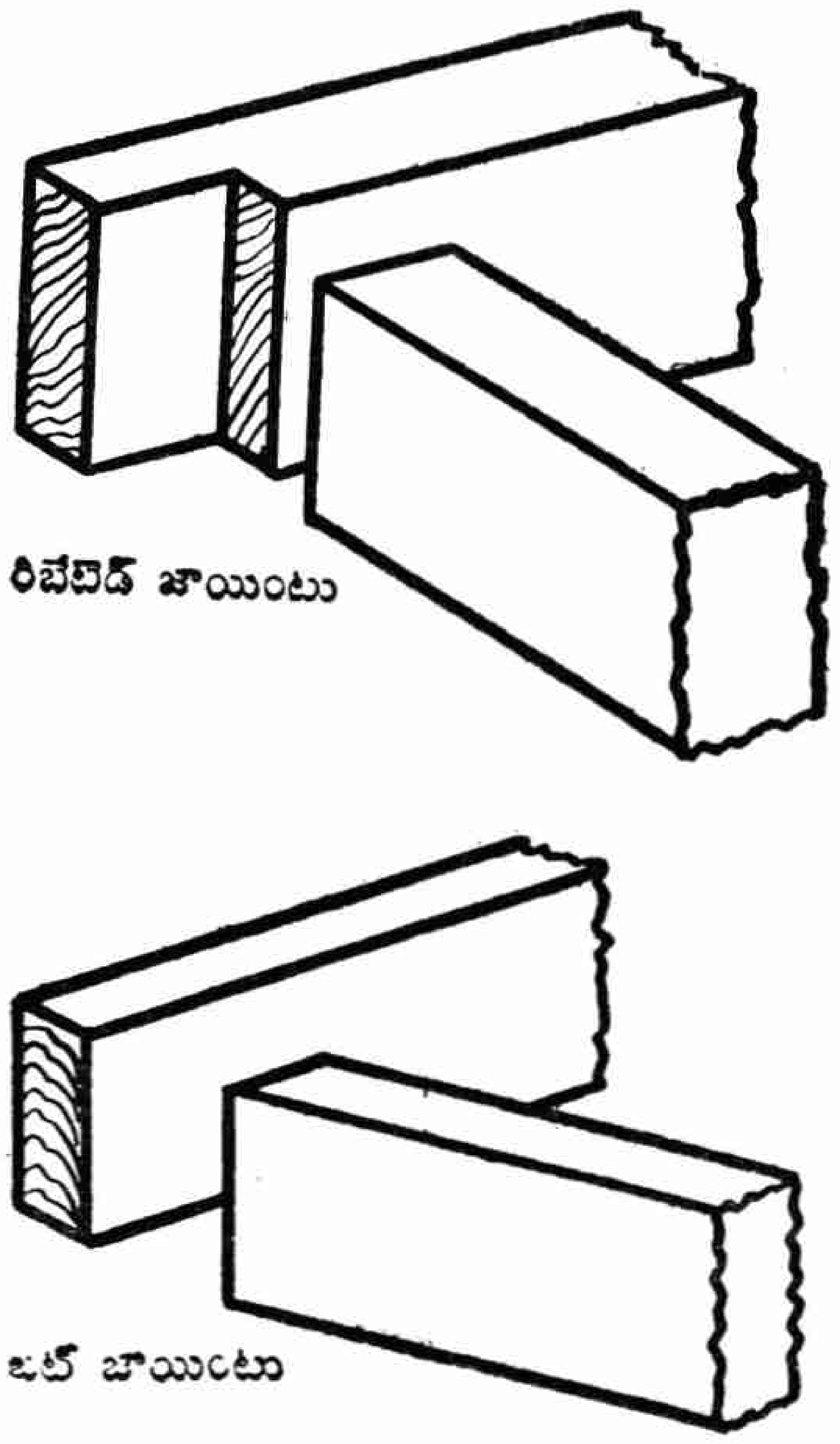
చిత్రము - 1

గృహ నిర్మాణములందు వడ్రంగము

వివిధ నిర్మాణపు ఏర్పాటులలో ముఖ్యముగా వాసములు, బద్దీలు దళసరిని అర్ధలుగా చెక్కి ఒకదానిపై నొకటి పెట్టుట (లేప్డ్), తొలలుచేసి, ఒకదానిలో నొకటి దూర్చుట (ఫిష్డ్) మొదలగునవి కలపను పొడిగించుటకు ఉపయోగింతురు. ఇట్లు పొడిగించుటయే గాక కట్టడములను సరిదిద్దుటకు స్కార్ఫ్డ్ జాయింటును ఉపయోగింతురు. ఇట్టి జాయింట్లు మేకులు, బోల్టులు, మరమేకులు, ఇనుప తొడుగులు మొదలగువాటి సహాయముతో దగ్గరగాచేర్చి అతుకగలుగుచున్నారు. అందముగా డిజైను కావింపబడి జాయింట్లు దిట్టముగా ఉండుటకే ఇది ముఖ్యముగా ఉపయోగింపబడును.

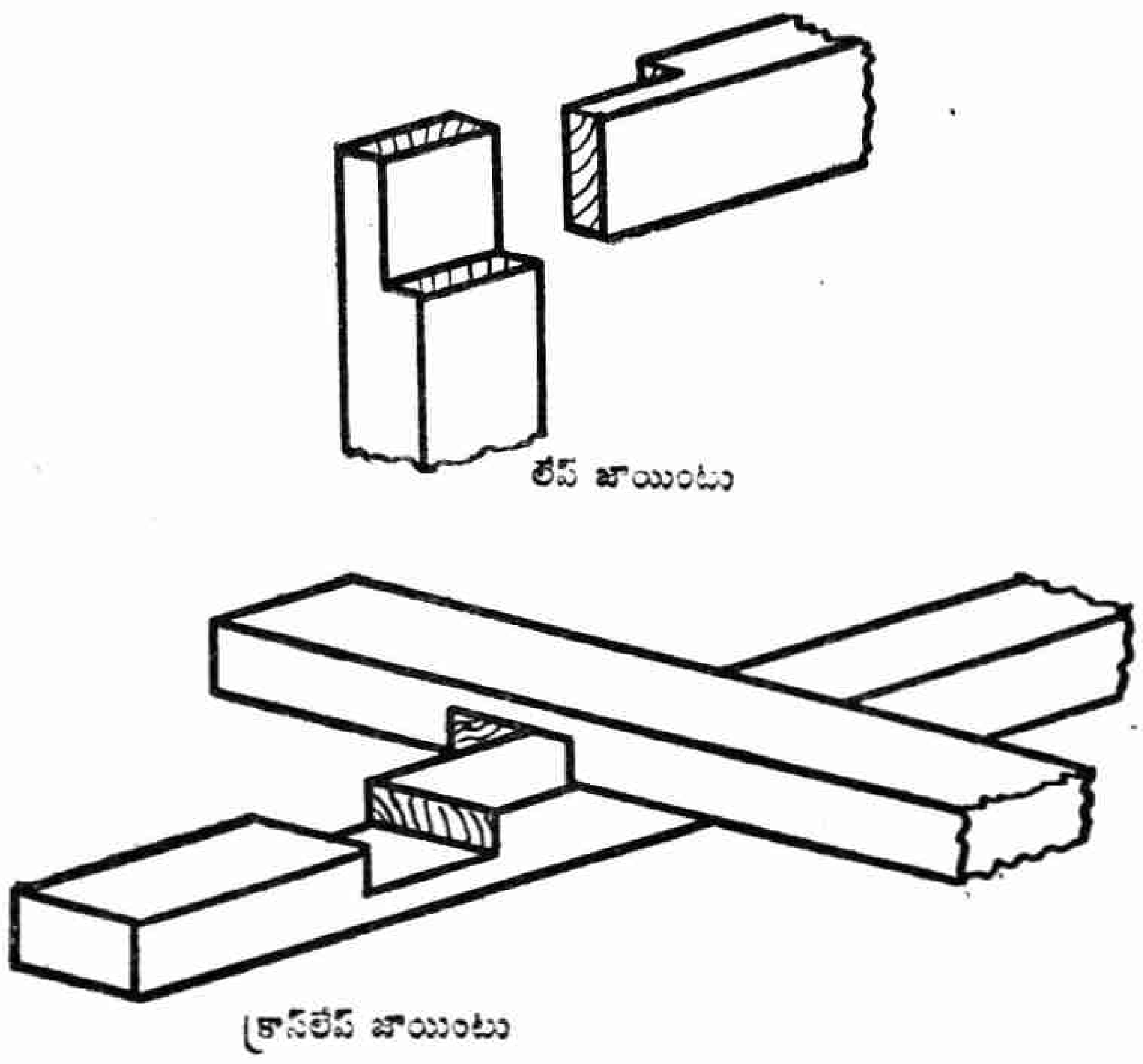
గృహోపకరణములు - వడ్రంగము : గృహోపకరణముల తయారీలో పై మెరుగులు, జాయింట్ల గట్టితనము చాల ముఖ్యమైనవి. భవన నిర్మాణపు పనులకంటె గృహోపకరణముల కార్యకలాపములందు నైపుణ్యాధిక్యత అత్యవసరము. కాబట్టి, అందచందాలు తీర్చిదిద్దుటకు

ప్రత్యేకమైన జాయింట్ల అతుకులు ఏర్పరచిరి. సాధారణముగా ఇట్టి జాయింట్లు - బట్ జాయింట్లు, లేప్ జాయింట్లు, డాడాస్, నాచ్, మైటర్ జాయింటు, మోర్టైస్ డవ్ టెయిల్, టెనాన్ [చూ. చిత్రము 2 - 8 లో చూపబడినవి] మొదలైనవి ఎన్నో రకములు వడ్రంగము నందు విరివిగా వాడబడు జాయింట్లు. మోర్టైస్ టెనాన్ జాయింట్లు వివిధ రూపములలో వాడుదురు. ఈ జాయింట్లు చాలా దిట్టముగా ఉండుటచే అన్నిరకముల చట్రపు పనులయందు వీటి ఉపయోగము ఎక్కువ.



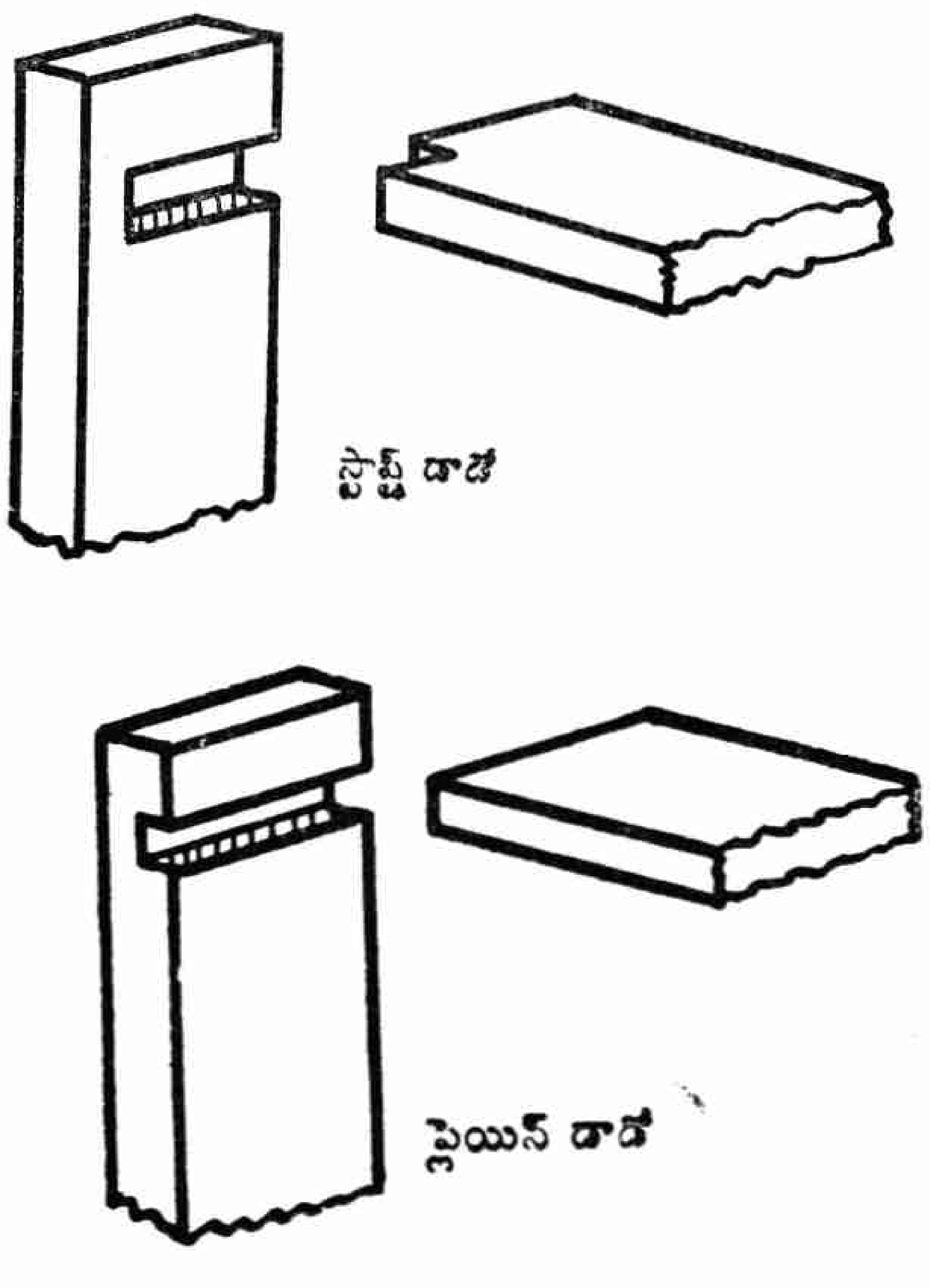
చిత్రము - 2 : బట్ జాయింటులు

వడ్రంగి సామగ్రి: వడ్రంగము నందు ముఖ్యముగా వినియోగపడునది కలప. కలప అనుమాట గట్టిగా ఉండు దానికి, మెత్తగా ఉండు దానికి కూడ వాడబడుచున్నది. ఇట్టి కలప

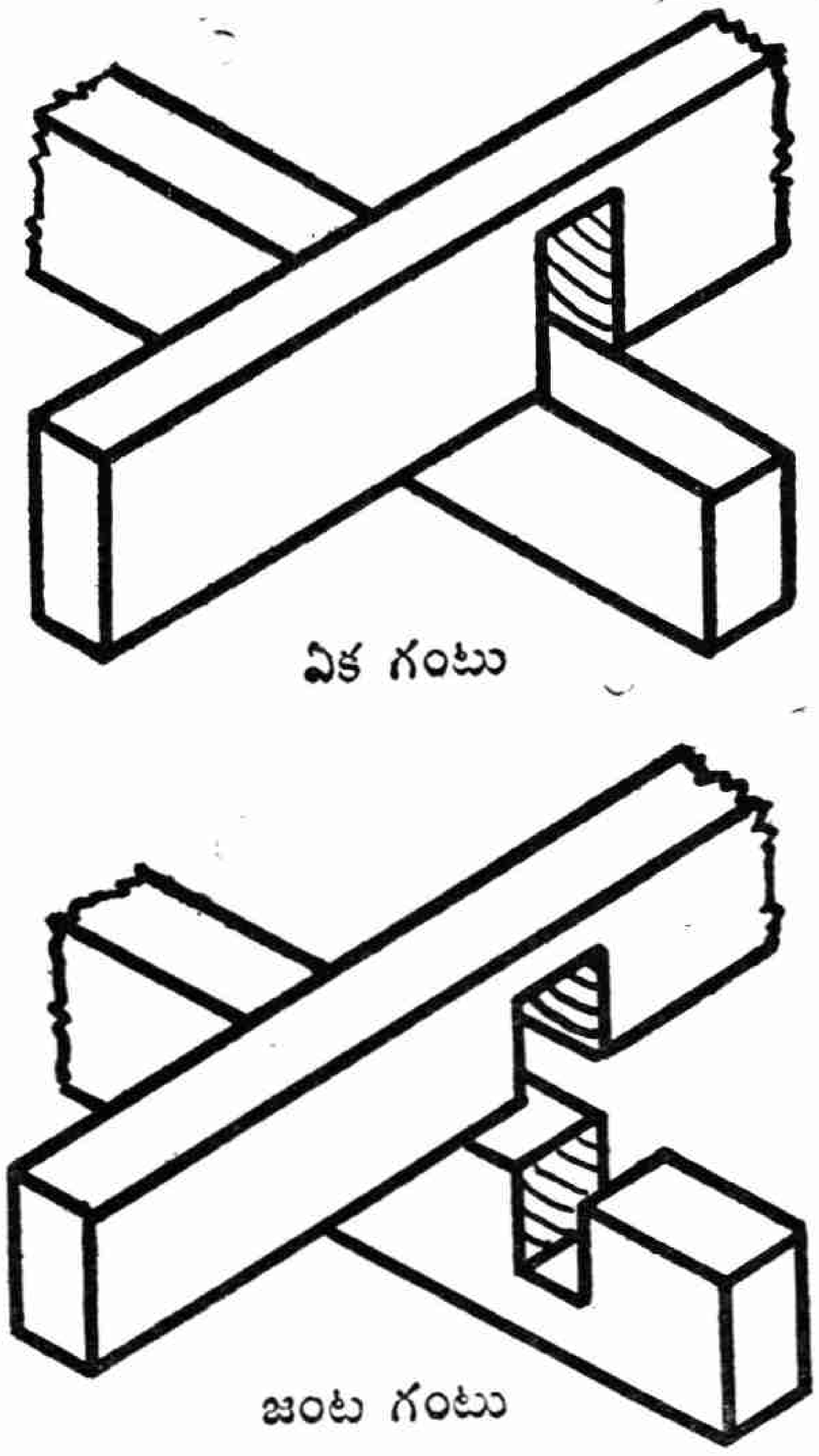


చిత్రము - 3 : లేప్ జాయింటులు

పలకలు, కమ్ములు, వాసములు, దూలములు మొదలగు రూపములలో లభ్యమగుచున్నది. ఈ కలప ముఖ్యముగా నిడివిలోగాక-కాలమును అనుసరించి - వెడల్పులోను తీసిపోవును. కాబట్టి, వడ్రంగి ఆ యా ప్రత్యేక కలపల యొక్క నిర్మాణ లక్షణములను క్షుణ్ణముగా తెలిసికొని ఉండవలయును. వడ్రంగపు పనులకు విస్తారముగా చౌకరకపు కలప వియోగము అధికమగుటచేత బ్లాక్ బోర్డు, లామినేటెడ్ బోర్డు, ప్లాస్టిక్ తలము, ప్లైవుడ్ (సన్ మైకా, ఫార్మికా వగైరా) ల యొక్క ఉపయోగము అభివృద్ధి పొందినది. ఇవి నీటి వల్ల చెమ్మ ఎక్కకపోవుటయే గాక, ఇతర ద్రవపదార్థముల సాకునకు, తాకునకు చెడిపోవు. మంచి అందము, పై మెరుగులు కావలసినప్పుడు వీటి ఉపయోగము ఎక్కువ. ఇట్టి వస్తు సామగ్రులు హోటళ్లు, కాంటీనులు,

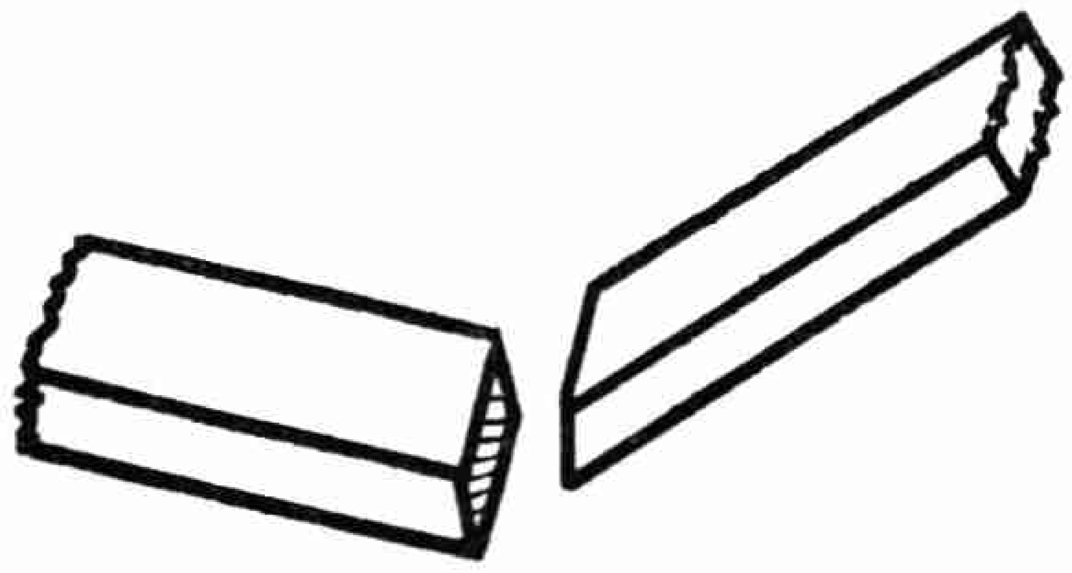


చిత్రము - 4 డాడోలు

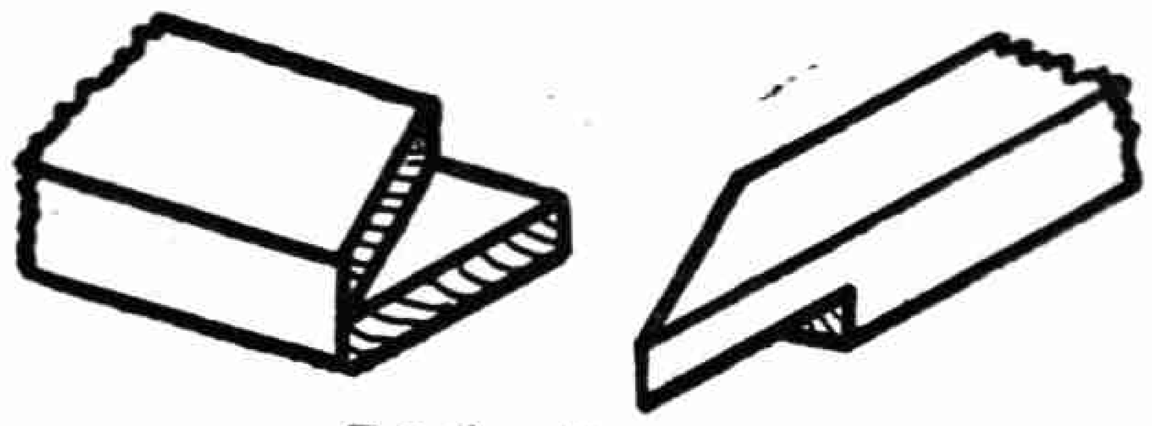


చిత్రము - 5 : గంటులు (నాచ్)

రెస్టారెంటులు మొదలగువాటియందు బల్లలకు కుర్చీలకు ఉపయోగపడును. సాధారణముగా ఇతర నిర్మాణ కార్యకలాపములందు వినియోగింపబడు కలప దేవదారు, సాల, మద్ది, బ్లాక్ బోర్డు మొదలగునవి. గృహోపకరణములకు



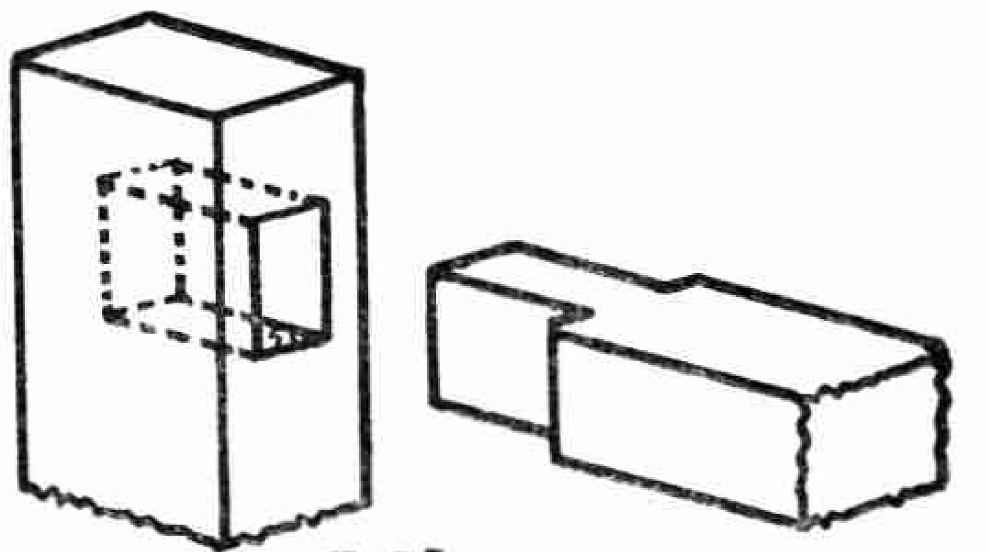
మైటరు I



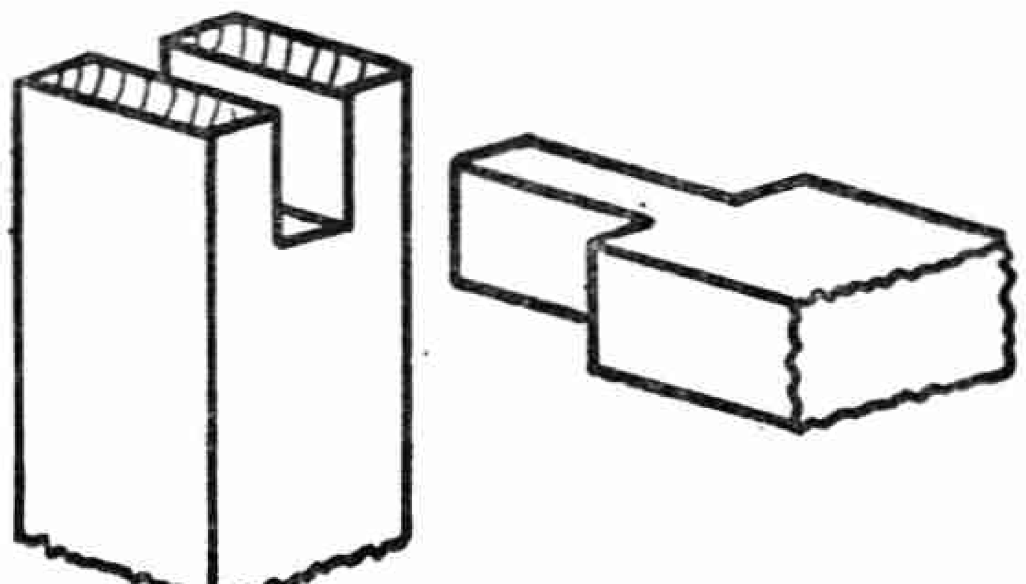
మైటరు - II

చిత్రము - 6 : మైటరు జాయింటులు

బల్ల, కుర్చీ, మంచము, బీరువా మొదలగు అందమైన పనులకు టేకు కలప, మహాగనీ, ఇరుగుడుచేవ (రోజ్‌వుడ్), బ్లాక్ బోర్డు, ప్లైవుడ్, ప్లాస్టిక్ పూతపూసిన ప్లైవుడ్ వగైరా వాడుదురు.



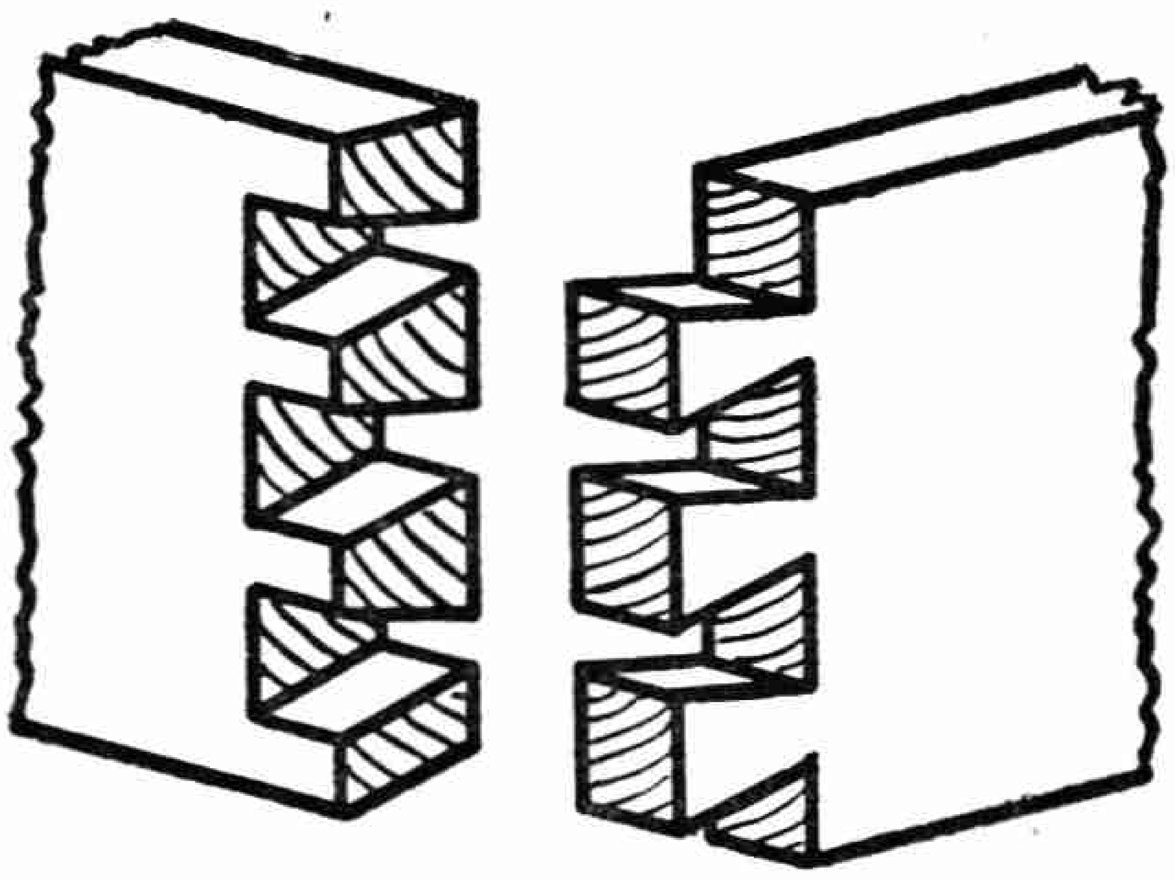
మోర్టైస్ జాయింటు - II



మోర్టైస్ జాయింటు - I

చిత్రము - 7 మోర్టైస్ జాయింటులు

విడి విడి భాగములను కలిపి చేర్చుటకు, అతికించుటకు క్రమరమేకులు, బోల్టులు, మేకులు, జిగురు ముఖ్యముగా వాడుదురు. కొయ్య పరిశ్రమలలో సాధారణముగా అతికించుటలో గల ప్రసిద్ధమైన కిటుకుకు అతి సౌలభ్యముగా లభ్యమగునది, సరసమైన ధరలో లభించగల జంతు సంబంధమైన సరేసు జిగురు, మడ్డిపాలు, వృక్ష సంబంధమైనది సాంబ్రాణి, మక్కు, రెసిన్ వాడుదురు. కర్రవస్తు సామగ్రుల ఉపరిభాగములందు పై మెరుగులు తీర్చి దిద్దుటకు గరుకు కాగితమును వాడుదురు. తరువాత కావలసిన



గవ్వకట్టు జాయింటు

చిత్రము - 8 : గవ్వకట్టు జాయింటులు

రంగులలో వార్నీషులు గాని, రంగులు గాని పూయుదురు. బల్ల, కుర్చీ, మంచము, బీరువా మొదలగు గృహోపకరణములు పురుగు పట్టకుండా, చీకిపోకుండా ఉండుటకు ఇట్టి ప్రక్రియలను సలుపుచుందురు.

పనిముట్లు : వడ్రంగములో సాధారణముగా వినియోగపడు ఉపకరణములు, పనిముట్లు : మూలమట్టము, సుత్తి, రంపము, చిత్రిక, ఉలి, కత్తిగాసు, కొలతబద్ద, టేపు, కైవారము, స్క్రూడ్రైవరు, బాడిత, బరమా మొదలగునవి [చూ. దారు పరిరక్షణ - పు. 495; నిర్మాణ సామగ్రి - పు. 495].

జునేజా.

వరదల అంచనా, నివారణ : భారతదేశమున చిన్నవి పెద్దవి కలిపి అనేక నదులు ప్రవహించుచున్నవి. దేశమున ప్రతి సంవత్సరము ఏదో ఒక ప్రాంతము తరుచుగా కొద్దిగనో, గొప్పగనో వరదల బీభత్సమునకు గురియగుచున్నది. వరదలు నైరృతి ఋతుపవన కాలమున-అనగా జూన్ - సెప్టెంబరు నెలలలో వచ్చుట పరిపాటి. అయితే, ఆంధ్ర ప్రదేశ్, మద్రాసు రాష్ట్రముల కోస్తా జిల్లాలలో ఈశాన్య ఋతుపవన కాలమున - అనగా అక్టోబరు - డిసెంబరు నెలలలోకూడ - తరుచుగా వరదలు వచ్చుచుండును. నదుల ఆరగాణి ప్రాంతములలో భారీ వర్షములు కురిసినప్పుడు వరదలు వచ్చుట జరుగును. మంచు కరగి తన్మూలమున వరదలు వచ్చుట భారతదేశమున లేదు.

భారతదేశమున అస్సాము, ఒరిస్సా, బీహార్, పశ్చిమ బెంగాల్ రాష్ట్రములు; ఉత్తర ప్రదేశ్ తూర్పు ప్రాంతము వరదలవలన ఎక్కువగ నష్టపడును. పంజాబ్‌లోను, ఉత్తర ప్రదేశ్ పశ్చిమ ప్రాంతమునను జలనిర్గమనము ఒక గడ్డు సమస్య. మిగిలిన రాష్ట్రములలో వరద సమస్య సాధారణముగ అంత తీవ్రరూపము తాల్చదు.

వరదల నష్టములు : వరదల నష్టములకు సంబంధించిన సాంఖ్యక వివరముల ప్రకారము 1953-64 సంవత్సరములలో సగటున 61 లక్షల హెక్టేరుల (151 లక్షల ఎకరముల) భూమి వరద దెబ్బతినినది. ఇందులో ఇంచుమించు 21 లక్షల హెక్టేరుల (52 లక్షల ఎకరముల) మేర పంట భూమి. పంటలకు కలిగిన సాలుసరి సగటు నష్టము రూ. 43 కోట్లు అని అంచనా. ప్రజోపయోగకర సంస్థలు 5 కోట్లు, కట్టడములు 9 కోట్లు నష్టపడినవి. కాబట్టి, సాలుసరి సగటు ప్రత్యక్ష నష్టము 57 కోట్లు. దీనికి తోడు జన నష్టము, పశు నష్టము విశేషముగ సంభవించును. వరదల ఫలితముగ రాకపోకలకు, అత్యవసర సర్వీసులకు అంతరాయము ఏర్పడుటవలన కలుగు పరోక్ష నష్టములను కూడ గణనలోనికి తీసికొనినచో మొత్తము ధననష్టము మరింత పెరుగును. ఇవిగాక, వరద బాధితులకు సహాయపడుటకు కేంద్ర, రాష్ట్ర ప్రభుత్వములు ఏటేట అమలు పరచు అవసర చర్యలకు సగటున సుమారు రూ. 10 కోట్లు వ్యయమగును. కాబట్టి, ప్రత్యక్ష-పరోక్ష నష్టముల వెరసి సాలీనా సగటున రమారమి రూ. 100 కోట్లు అని చెప్పుట అత్యుక్తి కానేరదు.

ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లో వరదల నష్టములు : ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లో వంశధార, నాగావళి, శారద, వరాహ, తాండవ, గుండ్లకమ్మ, సువర్ణముఖి మొదలైన కోస్తా నదులు మైదానములలో ప్రవేశించిన తరువాత పొంగి పరిసర ప్రాంతములను ముంపుదెబ్బకు గురిచేయును. తుపాను వర్షముల వలన వాటిలో వరదలు చాల ఉద్ధృతముగా వచ్చి, కొద్ది రోజులుండి, తీసిపోవును. ఈ రాష్ట్రములోని మరియొక గడ్డు సమస్య కొల్లేటి ముంపు. గోదావరీ - కృష్ణానదీ మైదానముల మధ్య సహజముగ ఏర్పడిన నిమ్న ప్రాంతములో ఉన్న ఈ సరస్సులో వానకాలమున పెక్కు ఉపనదులు వచ్చిపడును. దానినుండి సముద్రములోనికి పోవు నీరు స్వల్పము. అందువలన దాని నీటి మట్టము పెరిగి విలువైన సేద్యపు నేల జలమయమగుచుండును. ఇందుకు తోడు కృష్ణా - గోదావరుల డెల్టా ప్రాంతములలో మురుగు నీరు గూడుకట్టుట అనునది తీవ్ర సమస్యగ పరిణమించినది.

ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లో సగటున సుమారు రెండు లక్షల హెక్టేరుల (5·5 లక్షల ఎకరముల) భూమి వరద దెబ్బతినును. ఇందులో పంట పొలముల మేర 0·36 లక్షల హెక్టేరులు (1.80 లక్షల ఎకరములు). సగటు సాలుసరి నష్టము పంటలకు రూ. 55 లక్షలు, కట్టడములకు రూ. 20 లక్షలు, ప్రజోపయోగకర సంస్థలకు రూ. 28 లక్షలు; మొత్తము రూ. 103 లక్షలు.

వరదల నియంత్రణ చర్యలు : వరదలవలన కలుగు నష్టమును పెక్కు విధముల తగ్గింపవచ్చును : వాటిని 1. పరిపాలన విధానములు; 2. ఇంజనీరింగు విధానములు అని స్థూలముగ రెండు శీర్షికల క్రింద విడమరచ వచ్చును.

నష్టమునకు గురికాగల ఆస్తిని, వస్తువులను వరద నీటికి అందుబడిగా లేకుండునట్లు తొలగించుటయే పరిపాలన విధానముల ఉద్దేశము. 1. వరద పూర్వ నిర్దేశము అనగా - రాబోవు వరదలను ముందుగనే పసికట్టుట; 2. ముందు జాగ్రతలకై ప్రాంతీయ ప్రజలను హెచ్చరించుట; 3. వరదలు రాకపూర్వమే సకాలములో ప్రజలను, ఆస్తిని ఖాళీ చేయించుట; 4. వరదల ప్రమాదమునకు లోను కాగల సమతలములలో భూముల ఉపయోగముపై నిర్బంధములు విధించుట అనునవి పరిపాలన విధానములలో అంతర్భాగములు.

భూసారరక్షణ [చూ. పు. 630], నీటిని నిల్వచేయుటకు జలాశయముల నిర్మాణము, నీరు నిల్వ ఉండుటకుగాను నిర్మింపబడిన తటాకములు, వరదల మార్గములను మళ్ళించుట, పంటకాలువలను మెరుగుపరచుట, మురుగునీటి పారుదలను బాగుపరచుట, నదీ తీరములపై గట్లు నిర్మించుట, గ్రామముల ఎత్తు పెంచుట అనునవి ప్రధానమైన ఇంజనీరింగు విధానములు. ఒక నదీ మైదానములో వరద నియంత్రణకు రూపొందించిన పథకములో పైన చెప్పిన విధానములలో ఏదో ఒకటి కాని, కొన్నిటి సమ్మేళనము కాని చేపట్టబడును. అనుసరింపదగు విధానమును లేదా విధానములను ఎంచుకొనుట సాంకేతిక లాభములను బట్టి చేయబడును. అయితే, దాని ఆర్థిక సామంజస్యమునకే ఎక్కువ ప్రాధాన్యము చూపుట పరిపాటి.

వరదల నష్టమును తగ్గించుటకు నదీ తీరములపై గట్లు పోయు పద్ధతియే సర్వసాధారణముగ చేపట్టబడును. ఇందుకు ఆ గట్లను తులనాత్మకముగ తక్కువ ధన వ్యయముతో సులభముగ నిర్మింపగలుగుట, అవి తమ వెనుక తట్టున గల ప్రాంతమునకు రక్షణ కల్పించుటలో సద్యఃఫలితములను చేకూర్చుట కారణములు కావచ్చును. వాటిని తగుమాత్రము నిడివితో అతివేగముగ నిర్మింపవచ్చును.

గతకాలపు వరద నియంత్రణ కృషి : పూర్వ కాలమున వరదలకు గురియగు ప్రాంతములకు రక్షణ కల్పించు పనులు పూర్తిగా అనధికార వ్యక్తులకే అప్పగింపబడుచుండెడివి. వారు వరద నీరు పొరలివచ్చి పరిసర ప్రాంతములను ముంచివేయకుండ ఆపుటకు నిర్దిష్ట స్థలములలో గట్లు పోయుచుండిరి. ఇట్టి వ్యక్తిగత ప్రయత్నములవలన వరద సంరక్షక క్రియలు ప్రణాళికాబద్ధముగ సాగుచుండెడివి కావు; చాలవరకు యాదృచ్ఛికముగనే జరుపబడుచుండెను. ఈ అసంతృప్త పరిస్థితిని చక్కబెట్టుటకు ఒక శతాబ్దమునుండి ప్రభుత్వమే ఆ బాధ్యతను స్వీకరించినది. బ్రిటిషు ప్రభుత్వ కాలమున అక్కడక్కడ గండకి, దామోదర, మహానది, గోదావరి, కృష్ణ, కావేరీ తీరముల వెంట వరద గట్లు మాత్రమే నిర్మింపబడినవి. వాటి అన్నిటి మొత్తము పొడవు సుమారు 4,500 కి. మీ. కు మించదు.

పంచవర్ష ప్రణాళికలకు పూర్వము ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లో గోదావరి నదికి దిగువ పరీవాహ ప్రాంతమున సుమారు 115 కి. మీ. పొడవున, అటులనే కృష్ణానదికి రమారమి 105 కి. మీ. పొడవున వరదగట్లు నిర్మించుట మాత్రమే జరిగినది. పెన్నానదికి కోస్తా ప్రాంతమున ఎడమగట్టుపై 54 కి. మీ. పొడవున, కుడిగట్టుపై 40 కి. మీ. పొడవున వరదగట్లు పోయబడినవి. ఇంతకు మించి చెప్పుకొనదగిన వరద సంరక్షక కృత్యములు జరుపబడలేదు.

ఇటీవలి (1954 తరువాతి) కృషి : పైన చెప్పిన వరద సంరక్షక చర్యలు బొత్తుగా అసమగ్రములని 1954 లో సంభవించిన విపత్కర వరదలు అసందిగ్ధముగా నిరూపించినవి. అందువలన భారత ప్రభుత్వము ఒక జాతీయ వరద నియంత్రణ విధానమును రూపొందించి, దానిని సద్యోదశ, స్వల్పకాలికదశ, దీర్ఘకాలికదశ అను మూడు దశలలో పూర్తిచేయ పూనుకొనెను. ఈ కార్యక్రమములోని మొదటి రెండు దశలు ప్రథమ, ద్వితీయ ప్రణాళికల కాలమున నిర్వహింపబడినవి. వరదలకు సంబంధించిన మౌలిక సమాచార వివరములను సేకరించుట, వరదగట్లు నిర్మించుట, ఏటి కాలువలను మెరుగుపరచుట, గ్రామముల మట్టములను పెంచుట మొదలగు అత్యవసర చర్యలు రెండు దశలలోను అమలుపరచబడినవి. వాటితోపాటు మూడవ దశకు సంబంధించిన దీర్ఘకాలిక ప్రతిపాదనలను తయారుచేయుటకు ఆవశ్యకములైన పరిశోధనలు కూడ ఈ కాలమునందే పూర్తిచేయబడినవి.

మూడవ ప్రణాళికలో దీర్ఘకాలిక చర్యలు ఉపక్రమింపబడినవి. నదులపై ఆనకట్టలను, బరాజులను నిర్మించి, జలాశయములలో నీరు నిల్వచేయుట, వివిధ నదీనదముల ఆరగాణి ప్రాంతములలో భూసారమును సంరక్షించుట మున్నగు చర్యలు దీర్ఘకాలిక దశలో కర్తవ్యములుగా నిర్ణయింపబడినవి. ఇట్టి దీర్ఘకాలిక చర్యలను పూర్తి చేయుటకు చాల ఏండ్లు పట్టును. కాబట్టి, తక్షణ శ్రద్ధ తీసికొనవలసిన కొన్ని ప్రాంతములలో స్వల్పకాలిక చర్యలు కూడ చేపట్టబడినవి. అట్టి స్వల్పకాలిక చర్యలలో 1. ఉపరితల జల నిర్గమనమును మెరుగుపరచుట; 2. వరద హెచ్చరికలను జారీచేయు వ్యవస్థలను నెలకొల్పుట; 3. గ్రామములను స్థలాంతరములకు తరలించుట లేదా వాటి మట్టమును వరద మట్టమునకు పైబడి పెంచుట; 4. అత్యయిక సమయమున ఉపయోగపడుటకు ఎత్తయిన ప్లాట్‌ఫారమ్‌లను నిర్మించుట; 5. అవసరపడినచోట్ల క్రొత్తగా వరద గట్లు పోయుట చేర్చబడినవి.

జాతీయ వరద నియంత్రణ విధానము (1954) క్రింద తరువాతి దశాబ్ద కాలమున క్రింది పనులు పూర్తిచేయబడినవి : 1. క్రొత్తగా వరదగట్లు 6,500 కి. మీ. పొడవున పోయుట; 2. మురుగునీటి పారుదల కాలువలు 7,500 కి. మీ. పొడవున త్రవ్వుట ; 3. ఎన్నభై నగర సంరక్షక పథకములను అమలు పరచుట; 4. భారీ వరదల మట్టమునకు పైగా 4,300 పై చిలుకు గ్రామముల మట్టములను పెంచుట; 5. అవసర పడినచోట్ల అదివరకున్న వరదగట్లను పెంచుట, పటిష్ఠము చేయుట.

పై పనుల ఫలితముగ మూడవ ప్రణాళిక ముగియుసరికి వరద ధక్కాకు తరుచుగా గురియగు రమారమి 44.51 లక్షల హెక్టేరుల (110 లక్షల ఎకరముల) మేరకు చాలవరకు రక్షణ చేకూరినది. ఈ పనులకు మూడు ప్రణాళికల కాలమున వ్యయపడిన మొత్తము రమారమి రూ. 148 కోట్లు.

ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో 1954 తరువాత ఇంచుమించు 230 కి.మీ. పొడవున క్రొత్తగా వరదగట్లు పోయబడుటయు, గోదావరి తీరమున అప్పటికే ఉన్న వరదగట్లు 450 కి. మీ. పొడవున పెంచబడి, బలిష్ఠము చేయబడుటయు జరిగినది. వాటి ఫలితముగ మూడవ ప్రణాళిక ముగియుసరికి 0.18 లక్షల హెక్టేరుల (2.45 లక్షల ఎకరముల) భూమికి ప్రయోజనము చేకూరినది. మూడు ప్రణాళికలలోను చేపట్టబడి, ముగింపబడిన ప్రధాన పథకములు : 1. బుడమేరునుండి 7,500 క్యూసెక్కుల వరద నీటిని కృష్ణలోనికి తరలించు పథకము రూ. 34 లక్షల ఖర్చుతో 1961 లో పూర్తిచేయబడినది. 15 లక్షల ఘ. మీ. (530 లక్షల ఘ. అ.) మట్టి పనితో కూడిన ఈ తరలింపు కాలువ 11 కి. మీ. పొడవున త్రవ్వ

బడినది. 60,700 హెక్టేరుల (150 వేల ఎకరముల) మాగాణి పంట పొలములను, 20,000 హెక్టేరుల (50 వేల ఎకరముల) మెట్ట పంట పొలములను బుడమేరు వరద ముంపునుండి కాపాడుట ఈ పథకముయొక్క లక్ష్యము; 2. తరలింపు స్థలము (ముత్యాలంపాడు) నుండి కొల్లేరు సరస్సు వరకు బుడమేటికి రెండు వైపుల రమారమి 60 కి. మీ. పొడవున వరదగట్లు నిర్మించుట రూ. 35 లక్షల ఖర్చుతో 1963 లో పూర్తిచేయబడెను. కృష్ణాజిల్లాలో విజయవాడ, గన్నవరము, గుడివాడ, కైకలూరు తాలూకాలలో బుడమేటిని ఆనుకొనియున్న 14,164 హెక్టేరుల (35,000 ఎకరముల) నేల ఇందువలన వరద ప్రమాదమునుండి తప్పింపబడినది; 3. గుంటూరు జిల్లాలో రమారమి 4,046 హెక్టేరుల (10 వేల ఎకరముల) భూమికి ముంపు ప్రమాదమును నివారించుటకు 20 కి. మీ. పొడవున గుండ్లకమ్మ ప్రవాహమును మెరుగుపరచు పథకము రూ. 16 లక్షల ఖర్చుతో 1961 లో పూర్తిచేయబడినది; 4. కృష్ణానదికి కుడిగట్టుపై ఉండవల్లినుండి వైకుంఠపురము దాక 20 కి. మీ. పొడవున వరదగట్లు పోయు పథకము రూ. 22·75 లక్షల ఖర్చుతో 1961 లో పూర్తి అయినది; 3,075 హెక్టేరు (7,600 ఎకరము) లకు రక్షణ కల్పింపబడినది.

మునుముందు చేయవగు కృషి - దాని మహత్త్వము: జాతీయ వరద నియంత్రణ విధానము (1954) ను అనుసరించి భారతదేశమున మూడవ ప్రణాళిక కడవరకు వరద నియంత్రణ రంగమున గణనీయమైన అభివృద్ధి సాధింపబడుట నిజమే అయినను ఇంతవరకు జరిగిన కృషి జరుగవలసిన మొత్తము కృషిలో ఒక అంశ మాత్రమే. దేశమున వరదల ఉపద్రవమునుండి నివారింపబడవలసిన ప్రాంతము సుమారు 161·87 లక్షల హెక్టేరులు (400 లక్షల ఎకరములు) ఉండవచ్చునని అంచనా. ఇందులో నాలుగవవంతు భూమికి మాత్రమే రక్షణ కల్పింపబడినది. మిగిలిన ప్రాంతమునకు కూడ రక్షణ కల్పించుటకు ప్రతిపాదింపబడిన చర్యలను కార్యరూపమున పెట్టుటకు ఉరమరికగా రూ. 1,200 కోట్లు వెచ్చింపబడవలయునని మదింపబడెను.

ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌లో నాలుగవ ప్రణాళికనుండి గోదావరి తీరమున వరదగట్లు పోయుట; ఉన్నవాటిని మెరుగుపరచుట; గోదావరి, పెన్న, తమ్మిలేరు, ఎర్రకాలువ, బుడమేరు నదులకు జలాశయములు నిర్మించుట; కొల్లేరు వరదలను నివారించుట ప్రధాన చర్యలు. ఇందుకు రూ. 80 కోట్లు వ్యయమగునని అంచనా.

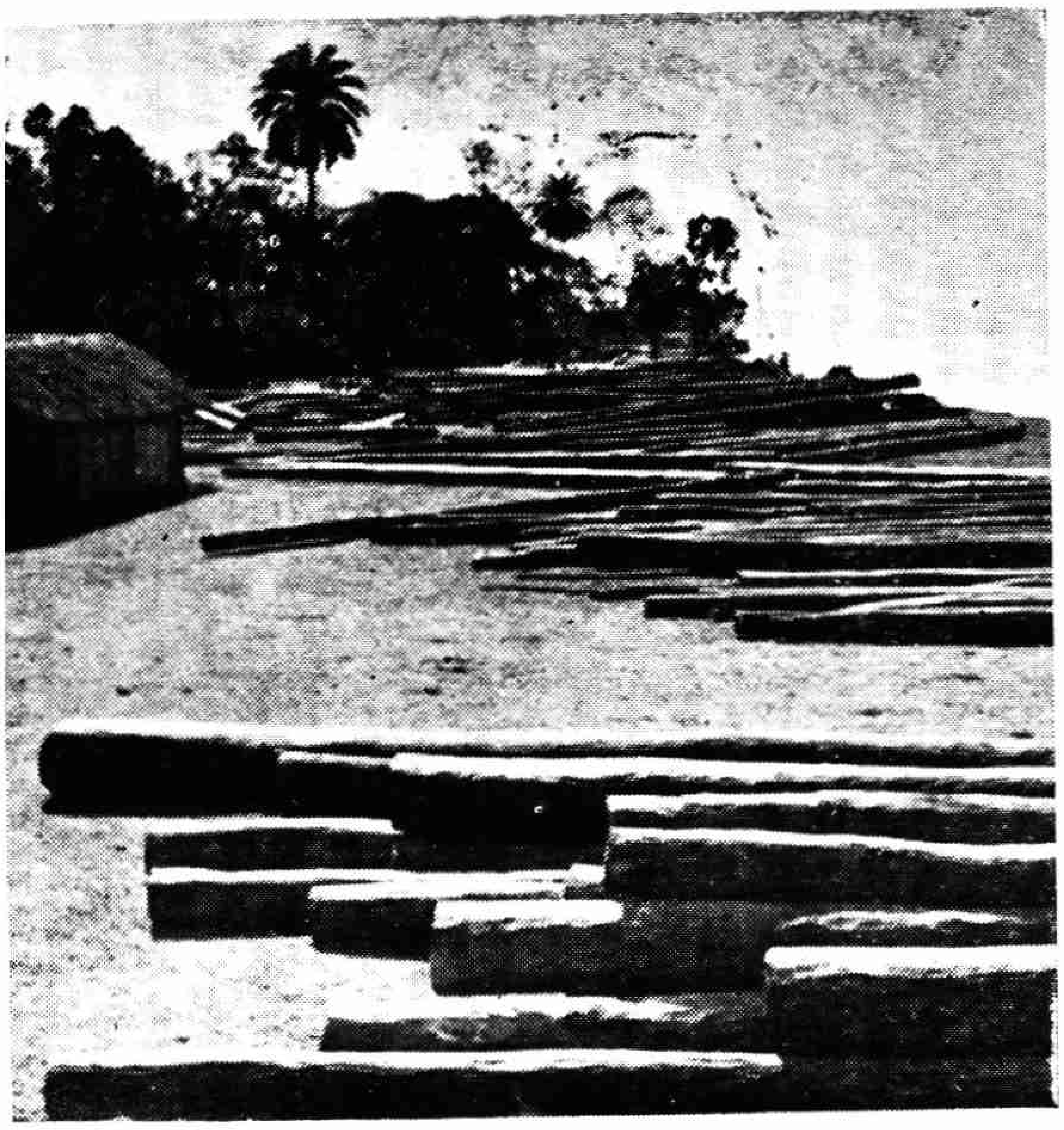
వరద నియంత్రణ చర్యల పరిమితులు: ఒక ప్రాంతమునకు ఎంత రక్షణ సమకూర్పవలెనో ఆ ప్రాంతము వరదలకు గురియగు పరిమాణమును బట్టి నిర్ణయింపబడును. ప్రాంతమునకు కలుగు సగటు నష్టము ఆ పరిమాణమును సూచించును. సాధారణముగ వరద రక్షణ చర్యలు వ్యయ - ప్రయోజన నిష్పత్తిని అనుసరించి, కనిష్ఠవ్యయముతో గరిష్ఠ రక్షణ అను ప్రాతిపదికపై రూపొందింతురు. అనగా ఆ చర్యలు అన్ని పరిమాణములలోను వరదలనుండి ఆ ప్రాంతమును కాపాడుటకు ఉద్దేశింపబడినవి కావని అర్థము. వరదలు పాకృతిక సంఘటనలు. అవి ఒకప్పుడు ముందుగా ఊహింపరాని కారణాంశముల సమ్మేళనము వలన సంభవించును. ఒక ప్రాంతమున అంతవరకు వచ్చిన వాటి కంటె ఎక్కువ ఉద్ధృతముగ వరదలు మునుముందు రావని పూచీపడుటకాని, వరదమొగమెరుగని ఒక ప్రాంతము ఎల్లకాలము అటులనే ఉండునని చెప్పగలుగుటకాని అసాధ్యము.

ఒక ప్రదేశమును అంతవరకు వచ్చిన గరిష్ఠ వరద నుండి కాపాడుటకు మాత్రమే అచ్చట వరద నివారణ కృషి జరుపబడుట పరిపాటి. దానితో అచటి వారలకు భద్రతాభావన పెంపొందును. ఒకవేళ అచ్చట పూర్వము కంటె ఎక్కువ ఉద్ధృతముగ వరదలు సంభవించెనేని, ఆ రక్షణ ఏర్పాటులు ప్రమాదమును నివారింపలేక పోవుటయేకాక నష్టముకూడ విపరీతముగ అధికము కావచ్చును. కాబట్టి, ఈ ఏర్పాటులను అవసరము వచ్చినపుడెల్ల పునర్విచారింపవలసి ఉండును. నేడు సమర్థములు అని భావించిన ఏర్పాటులు కలకాలము ప్రమాదమును నివారింపగలుగునవి కాకపోవచ్చును. అట్లని ఎంతటి గరిష్ఠ వరదలనైన లేచా అరుదుగ వచ్చు వరదలనైన అరికట్టుటకు రక్షణ ఏర్పాటులు చేయుట ఆర్థికముగ అలవికానిపని.

విదేశములలో వరద నియంత్రణ: వరదలు, వాటి అనర్థములు ఒక్క భారత దేశమునందే కాదు, అనేక ఇతర దేశములలో కూడ సంభవించును. అయితే, వాటి తీవ్రతలో తారతమ్యములు ఉండిన ఉండవచ్చును. సాధారణముగ ఆ దేశములలో కూడ అతి వృష్టియే వరదలకు మూల కారణము. కాని, కెనడా, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌వంటి కొన్ని దేశములలో మంచుకరగి వరదలు వచ్చుట కూడ కలదు.

వివిధ విదేశములలో చేపట్టబడిన వరద నియంత్రణ చర్యల సాధారణ విమర్శవలన వరద ప్రమాదమునుండి తప్పించుకొనుటకు గట్లు నిర్మించు పద్ధతి సర్వేసర్వత్ర ఆమోదింపబడిన పద్ధతికాదని తేలుచున్నది. ఈ పద్ధతి బర్మా, సిలోన్, జపాన్, ఇటలీ, చీనా, పాకిస్తాన్ దేశములలో అనుసరింపబడినది. వరదలను అరికట్టుటకు,

ఉత్తర భారతదేశమున కోసీనదికి తరచువచ్చు వరదలను అరికట్టుటకు సన్నాహములు: గట్లు తెగిపోకుండా కర్రలను పాతిరి



అస్సామ్‌లో డిబ్రూగర్ వద్ద వరదల నివారణకు కర్ర స్తంభములను సిద్ధపరచుట

అస్సామ్‌లో బ్రహ్మపుత్ర నది వెంబడి ఒడ్డున వరద వచ్చినపుడు గట్లు తెగిపోకుండా దింపుటకు కాంక్రీటు లాకులను సిద్ధపరచిరి

Blank Page

జలాశయములను క్రమబద్ధము చేయుటకు అనువగు నిర్మాణములను నిర్మించు పద్ధతి విశేషముగ యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోను, కొంతవరకు చీనాలోను అవలంబింపబడినది.

యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌లో వరద నియంత్రణ : విదేశములలోని వరద నష్టములకు, వరద నియంత్రణ చర్యలకు సంబంధించిన వివరములు లభించుట లేదు. అయితే, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌కు సంబంధించిన వివరములు కొంతవరకు తెలియుచున్నవి. ఆ దేశమున పెద్ద నదులు పెక్కు కలవు. ఆ నదుల వరదలు ప్రతి ఏడు విస్తారమైన నష్టమును కలిగించుచుండును. 1948 లో ఆనాటి పరిస్థితులనుబట్టి వరదలవలన దేశమునకు ప్రతి ఏడు పరోక్షముగ నేమి, ప్రత్యక్షముగ నేమి రూ. 400 కోట్ల మేరకు నష్టము వాటిల్లునని అంచనావేయబడెను. దేశమున ఒక శతాబ్దము క్రితమునుండి వరద నియంత్రణ చర్యలు ప్రారంభింపబడి, కడచిన 40 సంవత్సరములలోను వరదగట్లు పోయుట, నదీగమనమును మార్చు పథకములు అమలుపరచుట, వరద నియంత్రణ జలాశయములు విరివిగా నిర్మించుట, పరీవాహ ప్రాంతమును చక్కగ నిర్వహించుట మున్నగు రక్షణ ఏర్పాటులు ముమ్మరముగ కొనసాగింపబడినవి. వాటికి తోడు సేద్యపు నీటి పారుదలకు, విద్యుత్తు ఉత్పత్తికి, నౌకాయానమునకు ఉద్దేశింపబడి నిర్మించిన బహుళార్థ సాధక భారీ రిజర్వాయరులు కూడ ఆనుషంగికముగ వరదలను మితపరచుటలో చాల సహాయకారులు కాగలిగినవి. ఆ దేశమున 1955 కు పూర్వము 28 సంవత్సరములలో వరద నియంత్రణ కృషిపై పెట్టుబడి పెట్టబడిన మొత్తము రూ. 2,200 కోట్లు. 1950 వరకు పూర్తిచేయబడిన పనుల ఫలితముగ సగటున రూ. 150 కోట్ల మేరకు వరద నష్టము నివారింపబడుచున్నది. వరద నియంత్రణకు ఆ దేశము ప్రతి సంవత్సరము సగటున రూ. 200 — 300 కోట్లు ఖర్చు చేయుచున్నది. కేవలము మిసిసిపీ నదియొక్క వరదలను నియంత్రించుటకే 1961 వరకు రూ. 580 కోట్లు వెచ్చింపబడినవి ఇందువలన యునైటెడ్‌స్టేట్స్ వరద నియంత్రణ కృషిపై అపరిమిత ధనమును వ్యయపరచినప్పటికి, ఆనుషంగికముగ వరదనియంత్రణ ప్రయోజనమునుకూడ సమకూర్చు అనేక బహుళార్థ సాధక జలాశయములను నిర్మించినప్పటికి ఆ దేశమున నేటికిని వరద నష్టమును పూర్తిగా తొలగించుట సాధ్యపడలేదని వ్యక్తమగును. వరద నియంత్రణ చర్యల వలన ప్రమాద తీవ్రత చాల వరకు తగ్గినను ఇంకను ఏటేట నష్టము మాత్రము తప్పుటలేదు.

మ.రే.

వర్ణ ద్రవ్యములు : ప్రకృతిలో రంగులు గల ద్రవ్యములు అనేకములు ఉన్నవి. పూర్వకాలమున చెట్ల నుండి లభ్యమైన రంగులనే అద్దకమునకు వాడుచుండెడి వారు. చిరివేరు, తొగరువేరు, జాఫరా గింజలు, నీలి మందు అట్టి రంగులలో ముఖ్యములు. నేడు అద్దకమునకు వాడుకలో ఉన్న రంగులన్నియు ఉచిత రాసాయనిక ప్రక్రియలను అనుసరించి కృత్రిమముగ తయారు చేయబడినవియే. రంగులు ముఖ్యముగా వస్త్రములకు; తరువాత తోళ్ళు, కాగితములు, ప్లాస్టిక్‌లు, ఆహార పదార్థములు మున్నగువాటికి రంగు వేయుటకు తయారు చేయబడుచున్నవి.

అద్దకపు రంగుల పరిశ్రమ సాంకేతిక రాసాయనిక శాస్త్రమందు చాల ప్రధాన విషయము. రంగు వేయవలసిన ద్రవ్యముల స్వభావములు వేరు వేరుగా ఉండుటచే వర్ణద్రవ్య సాంకేతికశాస్త్ర నిపుణుడు వేలకొలది రంగులను రంగు వేయవలసిన ఆ యా ద్రవ్యములకు తగునట్లు తయారు చేయుచున్నాడు. ఈ వర్ణద్రవ్యముల రాసాయనిక స్వభావమును తెలిసికొనుటకు ముందు వాటి వర్గీకరణము తెలిసికొనుట ఆవశ్యకము. ఈ వర్గీకరణము రెండు విధముల జరిగినది. వర్ణకారుని దృక్పథములో ఆ రంగులను ఉపయోగించు విధానమును బట్టి చేయబడిన వర్గీకరణము మొదటిది; వాటి రాసాయనికపు జాతిని బట్టి సాగినది రెండవది. రంగులు వేయువాడు, రంగులు చేయువాడు ఇద్దరును రంగులు అద్దవలసిన వస్తువులకు సాపేక్షముగ రంగుల ధర్మములను అనుశీలింపవలెను. సాధారణముగ ఆధారద్రవ్యము చాల కొద్ది మార్పునే గ్రహించునట్లు రంగులు ఎన్నుకొనుట, వాటిని వినియోగించుట జరుగవలెను. అందువలన రంగుల రాసాయనిక స్వభావము బోధపరచుకొనుటకు పటతంతువుల స్వభావమును పరిశీలించవలసి ఉన్నది.

రంగులను గ్రహించు తంతు భేదములు : ప్రత్తి, రయాన్ - ఈ రెండును సెల్యులోస్ ద్రవ్యములే. వేడి ఆమ్లముతో సంపర్కమునకు తెచ్చినప్పుడు సెల్యులోస్ జల (H_2O) అణువులను స్వీకరించును; క్షార ద్రావమందు సెల్యులోస్ తంతువులు ఉబ్బును; అందువలన వాటి పొడవు తగ్గకుండ పట్టువలె కాంతిని గ్రహించును. ఈ ప్రక్రియకు 'మెర్సిరైజేషన్' అని పేరు. ఇటుల సంస్కరించబడిన ప్రత్తి, సంస్కారము లేనిదానికన్న రంగులను ఎక్కువ దృఢముగ గ్రహించును.

ఉన్ని - పట్టు : ఇవి ఆమ్ల, లవణాధార ధర్మములు గల ప్రోటీన్ ద్రవ్యములు. ఇవి గాఢ క్షార ద్రావణములందు

చికి పోవును. గాఢ అమ్లములు వాటికి జల అణువులను చేర్చును. కాని, అమ్లద్రావణములలో అద్దకము వీలగునట్లు ఈ ఉదకీకరణ ప్రక్రియను నియంత్రించవలెను. ఇవి గ్రహించు రంగులు అమ్ల స్వభావములు కలవి గాని లేదా క్షార స్వభావము కలవిగాని కావచ్చును.

సెల్యులోస్ ఆసిటేట్‌లు: సెల్యులోస్‌పై ఆసిటిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన సెల్యులోస్ ఆసిటేట్‌లు ఏర్పడును. సెల్యులోస్ అణువునందు ఆసిటేట్ గణ సంఖ్య అధికమగు కొలది లభ్యమైన ద్రవ్యములు ప్రత్తికి, రయాన్‌కు భిన్న గుణములు కలవిగ మారును. ట్రై ఆసిటేట్ ఇందు చాలా స్థిరమైనది; ఉదకముతో అంటదు.

పోలీ ఎమైడ్‌లు: ఉన్ని, పట్టు ధర్మములు వంటి ధర్మములు గలవి నైలాన్‌వంటి పోలీ ఎమైడ్‌ల తంతువులు. నీరు మరుగు తాపక్రమమందు ఆ తంతువులయందుండు లవణాధార గణ స్థానములతో అమ్ల వర్ణ ద్రవ్యములు లవణములుగ ఏర్పడి రంగు స్థిరీకరించబడును.

పోలీ ఎస్టర్‌లు: ఇవి ప్రకృతిలో దొరకు వృక్ష తంతువుల వంటివి కావు. ఇవన్నియు కృత్రిమ కల్పితములే. ఇవి సామాన్యముగ ఉదక ద్వేషులు (అనగా నీటితో కలియవు). ఆ కారణమున అమ్లములుగాని, క్షారములుగాని వీటిని చెరచవు. ఉచిత సంస్కారము నొందించిన పోలీ ఎస్టర్ తంతువులు ద్రావణములనుండి రంగులను పీల్చుకొనియైన, వాటి ఉపరితలమున అధిచూషించికొనియైన రంగులను గ్రహించును.

అక్రిలిక్స్: ఇవి అద్భుతమైన రాసాయనిక స్థైర్యము గల కృత్రిమ తంతువులు. ఇవి కూడ నీటిని చేరనీయవు. రంగు ద్రావణములలో ముంచుటవలన వర్ణద్రవ్యమును పీల్చుకొని, ఇవి రంగులను స్వీకరించును లేదా ఆ తంతువుల ఉపరి తలమున రంగు అధిచూషితమగుటచే రంగు తంతువులకు అంటును.

వినైల్స్: ఇవన్నియు బహ్వణుకములు. అనేకములగు అణువులు ఒక పెద్ద అణువుగ మారినట్టి యౌగికములు. ఇవి వేరు వేరు గుణములు కలవిగా ఉన్నవి ఈ తంతువులు అమ్ల సంపర్కమున చెడవు. తీసికొనిన బహ్వణుక యౌగిక స్వభావము బట్టి రంగులు ఎన్నుకొనబడును.

పోలీ ఓలిఫైన్‌లు: ప్రొపిలీన్ ($CH_2 = CH . CH_2$), ఎథిలీన్ ($CH_2 = CH_2$) వంటి కార్బన్ హైడ్రోజన్ యౌగికములు ఉచిత పరిస్థితులలో బహ్వణుకములుగా ఏర్పడిన ద్రవ్యముల నుండి ఈ తంతువులు లభ్యమగును. ఇవి నీటిని పీల్చుకొనవు. రాసాయనికముగ చాల జడద్రవ్యములు. బహ్వణుక ద్రవ్యములకు తొలుత రంగులను కలిపి, తరువాత వాటినుండి తంతువులను లాగుదురు. అంతేగాని, తయారైన తంతువులు రంగులను స్వీకరించవు.

గాజు నారలు: అగ్ని ప్రమాదమునకు గురియగు ద్రవ్యములను ఉపయోగించ వీలులేని సందర్భములలో వీటిని వాడుదురు. తంతువులుగ లాగబడుటకు పూర్వమే ఆ గాజునందు వర్ణద్రవ్యము విలీనమై ఉండవలెను.

వర్ణ ద్రవ్య ధర్మములు: వాటిని వినియోగించు విధానముల బట్టియు, వాటి అంత్య ప్రయోజనముల బట్టియు వర్ణ ద్రవ్యములను వర్గీకరించవచ్చును.

అమ్ల వర్ణ ద్రవ్యములు: వీటియందు సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ ($-SO_3H$) వంటి అమ్ల ధర్మములు గల గణము ఒకటి గాని, ఎక్కువ గాని ఉన్న రంగులు అంటవు. సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ గణములు ఉండుటవలన ఈ రకపు రంగులు నీటిలో కరగును. మెటానిల్ ఎల్లో దీనికి ఒక దృష్టాంతము.

$$HO_3S - C_6H_4 - N = N - C_6H_4 - NH \cdot C_6H_5.$$

మెటానిల్ ఎల్లో

లవణాధార ధర్మములు గల తంతువులకు - అనగా ఉన్ని, పట్టు, పోలీ ఎమైడ్‌లు వంటి తంతువులకు - కూడ అమ్ల వర్ణ ద్రవ్యములు ఉపయోగింతురు.

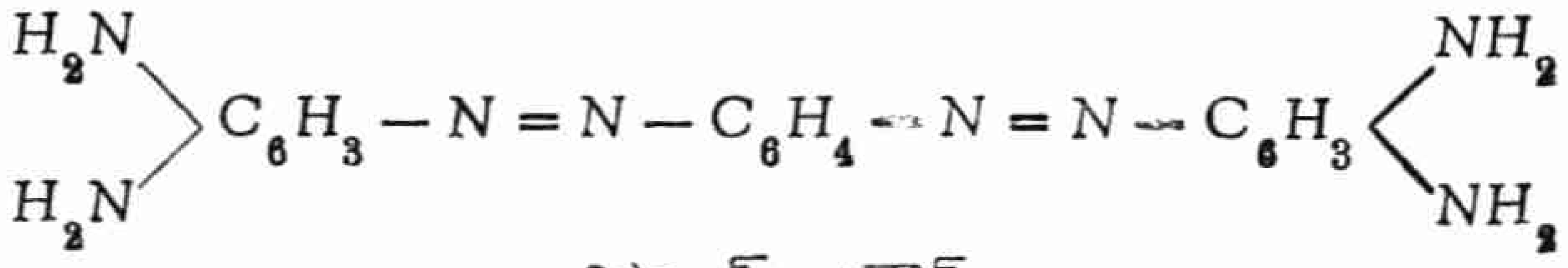
క్రోమ్ రంగులు: ఇవి క్రోమియమ్ పరమాణువు కేంద్రకముగా గల క్లిష్ట రాసాయనిక గణములు గల రంగులు. రంగు అద్దక ముందుగాని, అద్దిన తరువాతగాని లేదా అద్దు సమయమునగాని ఒక ఉచితమైన క్రోమియమ్ లవణ ద్రావణములో ఆ తంతువులను ముంచుదురు. తరువాత రంగు లవణమందు ఉన్న ఈ క్రోమియమ్ పరమాణువుతో క్లిష్ట యౌగికముగ ఏర్పడి రంగు అంటుకొనును. ఈ ప్రక్రియలు అన్నియు సంతృప్తికరములే కాని, వలసినంత సౌకర్యము లేనివి. ఇటీవల వర్ణ ద్రవ్య పారిశ్రామికులు క్రోమియమ్ ఇదివరకే వర్ణ ద్రవ్యాణువులో భాగముగా ఉన్న రంగులను తయారుచేయుచున్నారు. ఈ రంగులు తక్కిన వాటికన్న అద్దుటలో సౌకర్యము ఎక్కువ చూపును. అందువలన ఇవి క్రమముగ అతిశయిత ప్రాధాన్యము పొందినవి.

లవణాధార వర్ణ ద్రవ్యములు: ఇందు లవణాధార స్వభావము గల రాసాయనిక గణములు ఉండును.

$$[(-NH_2) - NHC_6H_5, -N(C_6H_5)_2]$$

తంతువులందు గల అమ్ల గణములతో ఇవి లవణములుగ ఏర్పడి ఈ రకపు రంగులు పోగులకు లగ్నములు అగును. వీటి అద్దకపు విధానము అమ్ల వర్ణ ద్రవ్యముల అద్దకపు విధానము వంటిదే. బిస్మార్క్ బ్రౌన్, క్రిస్టల్ వయొలెట్ వీటికి దృష్టాంతములు.

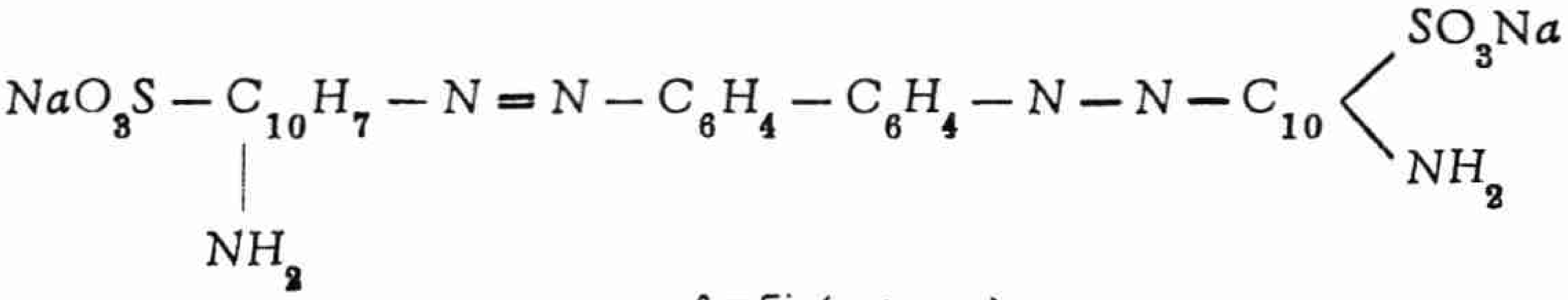
ఈ రంగులు ముఖ్యముగ ఉన్ని, పట్టు మొదలగు ప్రోటీన్ తంతువులకు, సంస్కరించబడిన ఆక్రిలిక్ తంతువులకు, వర్ణ బంధక (మోర్డంట్) ద్రవ్యము చేర్చబడిన ప్రత్తి దారములకు ఉపయోగింతురు. సాధారణముగ ఈ రంగులతో



బిస్మార్క్ బ్రౌన్

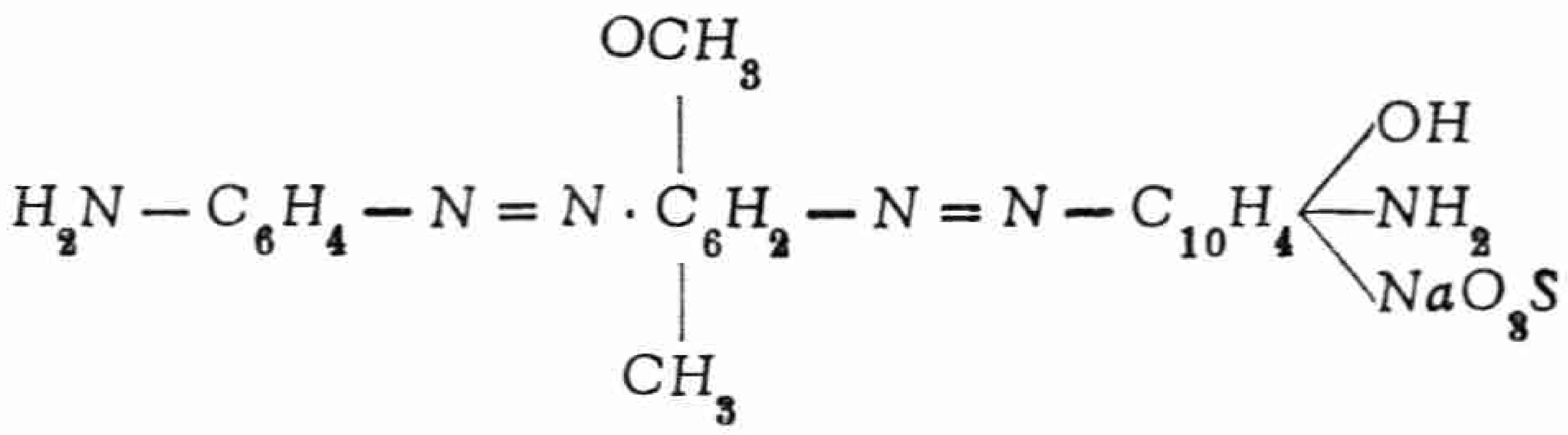
విలీన వర్ణ ద్రవ్య ద్రావణములందు అద్దకము జరిగింతురు. ఆమ్లపు రంగులు, లవణాధారపు రంగులు కూడ వస్త్రము గట్టిగా నీటిలో ఉతుకుటవలన వెలిసి పోవును.

ప్రత్యక్ష వర్ణద్రవ్యములు : ఈ రకపు రంగులలో సాధారణముగ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ గణములు ఉండును. ఇవి సెల్యులోస్ తంతువులచే దృఢముగ పీల్చుకొనబడును. సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ గణములు ఉన్నంత మాత్రమున వీటిని ఆమ్ల వర్ణద్రవ్యములుగ పరిగణించరు. ఏలన, ఈ గణములు రంగును తంతువులకు పట్టించుటయందు కార్యకరములు కావు. ఈ రంగులతో అద్దునపుడు ఉప్పునుగాని, గ్లాబర్ లవణమును గాని (Na_2SO_4, $10\ H_2O$) రంగునకు తేటు వచ్చునట్లు కలుపుదురు. కాంగోరెడ్ వీటికి దృష్టాంతము.



కాంగోరెడ్ (లవణము)

ఈ ప్రత్యక్ష వర్ణద్రవ్యములలో స్వేచ్ఛగా ఉన్న ఎమినో గణములు గల ఒక జాతిని డై ఆజోటైజ్ చేసి, తంతువులందే సంయోజ్య ద్రవ్యముతో జతపరచుటవలన ద్రవ్యాణువుల పరిమాణము పెరిగి రంగులు వెలిసిపోవు; జాంబెసీ బ్లాక్ *D* లేదా డైరక్ట్ బ్లాక్ దీనికి ఒక దృష్టాంతము.



గంధకపు రంగులు : ఇవి నీటిలో కరగవు. వినియోగమునకు పూర్వము ఇవి సోడియమ్ సల్ఫైడ్‌తో ఆక్సీహరించబడును. ఇట్టి స్థితిలో ఈ రంగులు తంతువులచే పీల్చుకొనబడును. తరువాత ఈ తంతువులను గాలికి ఎదురుగ పెట్టినప్పుడు రంగు బయల్పడును. ఇందువలన ప్రత్యక్ష వర్ణద్రవ్యములవలె గాక, ఇవి వెలిసిపోని రంగులు.

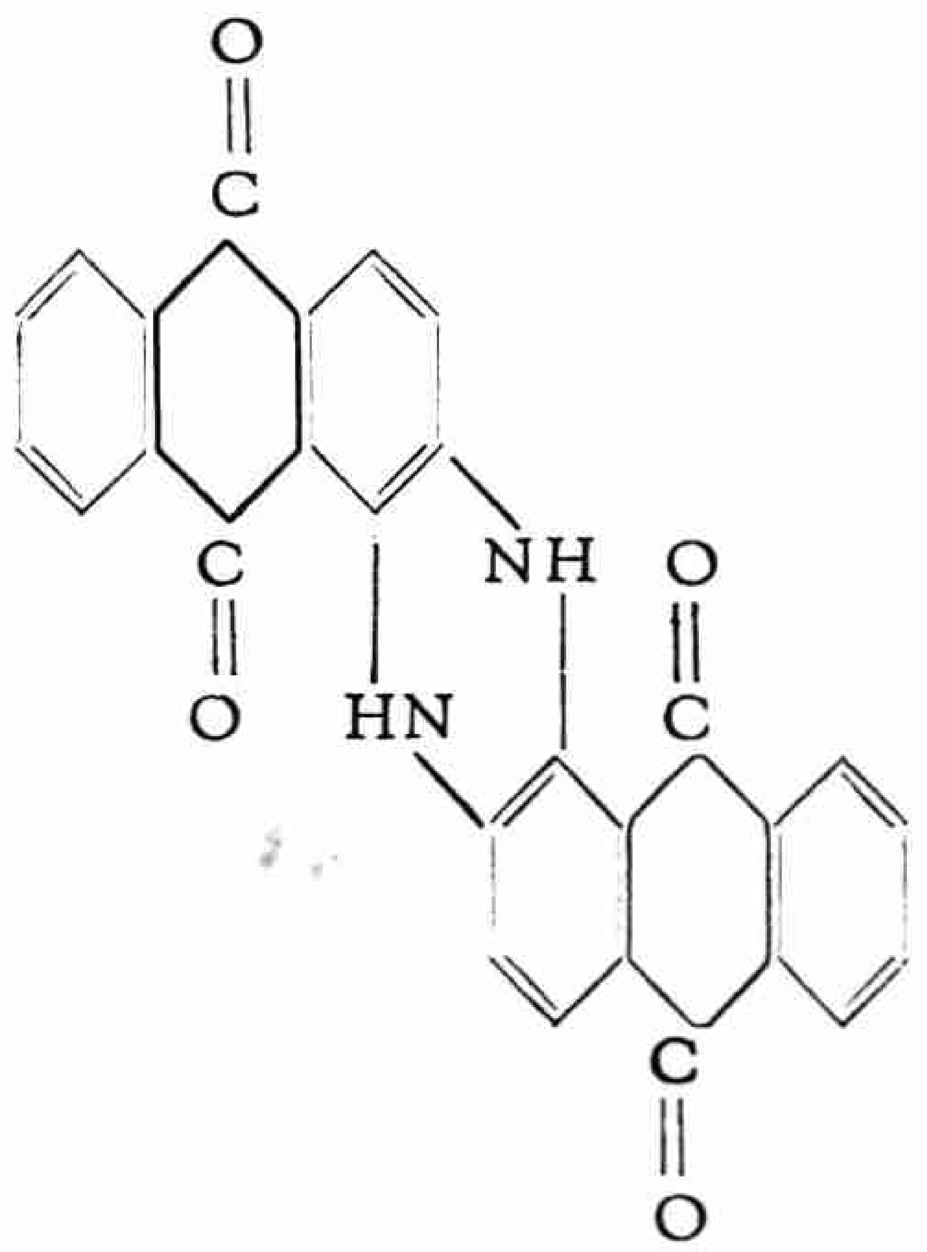
తొట్టె రంగులు : పైన చెప్పిన గంధకపు రంగులవలె ఇవి కూడ నీటిలో కరగవు; కాని, సోడియమ్ హైడ్రో సల్ఫైట్ ద్వారద్రావణమందు ఆక్సీహరించబడిన తరువాత నీటిలో కరగును. ఇట్టి స్థితిలో సెల్యులోస్ తంతువులకు ఈ రంగులు పట్టును. ఈ ప్రక్రియ తొలిని తొట్టెలలో జరిపించి ఉండుటచే వీటికి ఈ పేరు వచ్చినది. గాలిలో గాని, రాసాయనిక ఆక్సీకరణ ద్రవ్య సంపర్కమున గాని ఆక్సీకరించబడిన తరువాత తంతువులపై రంగు అంటుకొని నీటిలో కరగని ఆ తొలి ద్రవ్యము ఏర్పడును. ఇట్టి రంగులు ఉతుకుటచే వెలిసి పోవు; వెలుతురులో చెడిపోవు; బ్లీచింగ్ చూర్ణము ఉపయోగించినను రంగు పోదు. ఇండాంత్రీన్ వీటికి సరళమైన దృష్టాంతము.

ఈ రంగులు తయారు చేయుటకు చాల ధనము వ్యయమగును. వీటిని వస్త్రములకు జాగ్రత్తగా అద్దవలెను. ఇవి ఎట్టి పరిస్థితిలో కూడ వెలియవు. వెలియకుండుటలో వీటికి ఇవియే సాటి. వీటిని సాధారణముగ నూలు బట్టలకు ఉపయోగింతురు.

రియాక్టివ్ రంగులు : ఇవి రాసాయనికముగ చాల చురుకైన రంగులు; హైడ్రాక్సిల్ ఎమినో గుణములు గల తంతువులతో సమయోజనీయ బంధనము (కోవెలెంట్)లను ఏర్పరచుకొని రంగును స్థిరీకరించును. ఇవి ఉతుకుకు తట్టుకొనును. ఏలన, ఈ రంగులు తంతువు రాసాయనిక రచనలో ఒక అంశముగ ఏర్పడును.

డిస్పర్స్ రంగులు : ప్రవిభక్త వర్ణ ద్రవ్యములు అని వీటికి ఇంకొక పేరు. ఇవి ఆసిటేట్ రయాన్ రంగులు; నీటిలో కొంచెము కరగును. కాని, వీటికి వస్త్రపు పోగు

లలో విలీనమగు సామర్థ్యము కలదు. ఇవి అతి సూక్ష్మ విభక్త స్థితిలో మార్కెట్టులో దొరకును. అందుచే ఇవి నీటిలో సూక్ష్మముగ వ్యాపించును. అణుస్థితిలో ఉన్న



ఇండాంత్రీన్ బ్లూ

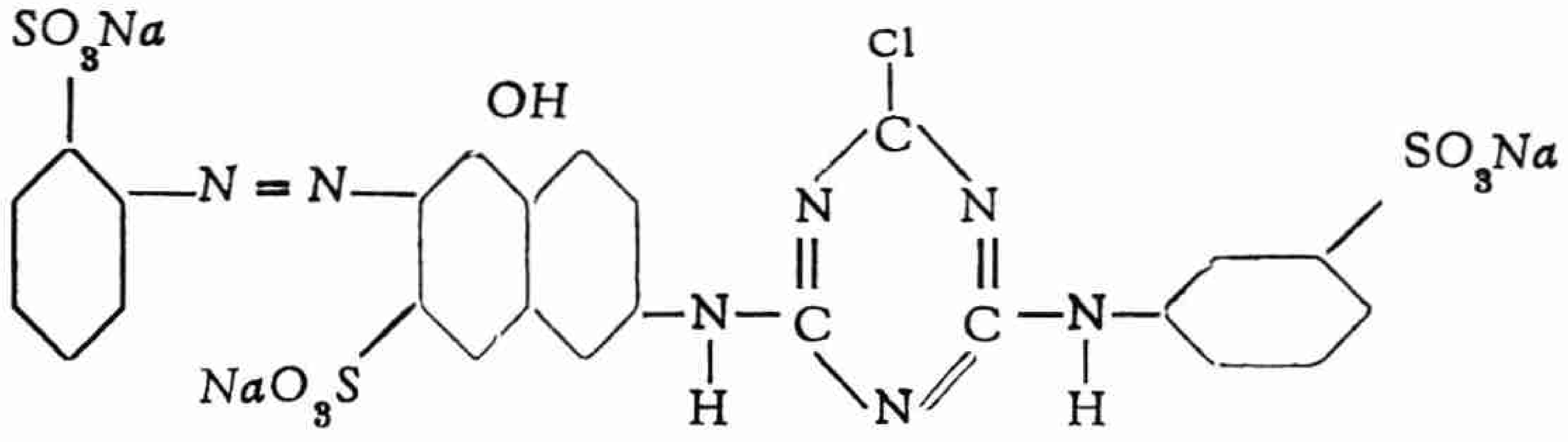
రంగులు పోగుల మీద స్థిరముగ లగ్నమగును. వీటియందు సాధారణముగ ఎమీనో గణములు ఉండును. దృష్టాంతము డిస్పర్స్ వయొలెట్ :

ఉపయోగ్య గుణములు కలిగి, తక్కువ వ్యయముతో తయారగు రంగులు నేడు వాడుకలోనికి వచ్చినవి.

అజోయిక్ రంగులు : ఇవి తంతు మధ్యముననే ఆజో కప్లింగ్ ప్రక్రియచే తయారగును. ఇవి తంతువులలో లోతుగా ప్రవేశించుటచే ఉతికినపుడు వెలిసిపోవు.

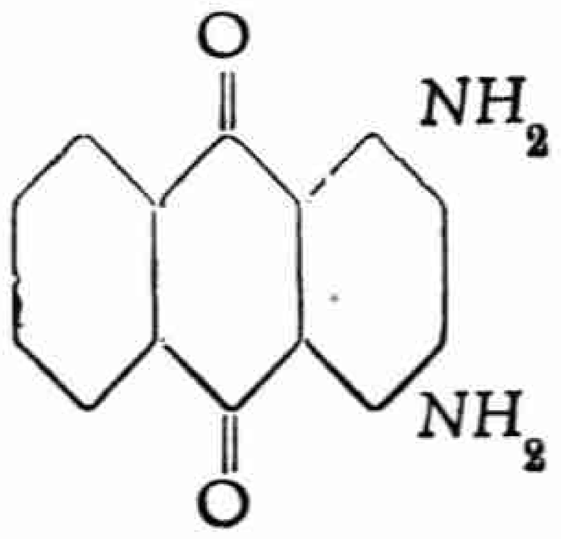
ఆక్సీకరణ రంగులు : వస్త్ర తంతువులందు రంగులేని ఒక యౌగికమును ఆక్సీకరించుటవలన ఈ రంగులు జనించును. ఉదా : సోడియమ్ బైక్రోమేట్‌తో చేర్చినపుడు ప్రత్తి పోగులలో ఇదివరకే లగ్నమై ఉన్న ఆనిలీన్ ($C_6H_5NH_2$) ధాతు ప్రేరకము సంపర్కమున ఆనిలీన్ బ్లాక్‌గ మారును. నల్లరంగు ఛాయలను సంపాదించుటకు ఇది చాల ఖర్చు తక్కువ ప్రక్రియ.

ఇంగ్రెయిన్ (అంతర్వికాసిత) రంగులు : ఇవి పట తంతువుల మధ్యముననే జనియింపజేయబడును. పైన చెప్పిన ఆజోయిక్, ఆక్సీకరణ రంగులు వీటికి దృష్టాంతములు. ఈ రంగులు ఉతుకునకు గాని, వెలుతురుకు గాని పాలిపోవు, వీటికి కాపర్ తేలో సైయనీన్ అను ఉజ్జ్వల నీల వర్ణ ద్రవ్యము దృష్టాంతము.



ఆరెంజ్ రియాక్టివ్ రంగు

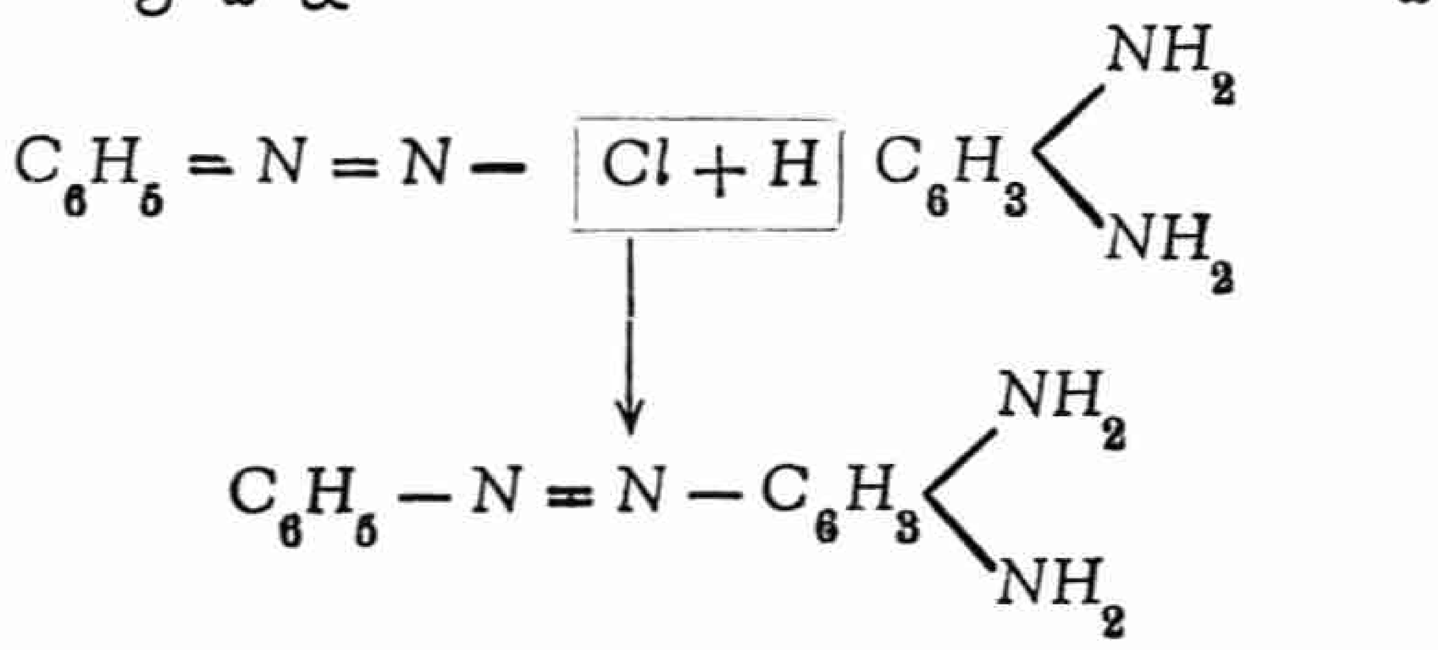
మార్డెంట్ రంగులు : ఈ రంగులను వస్త్రములకు పట్టించుటలో తంతువులను మార్డెంట్ (వర్ణబంధక) ద్రవ్యములచే ముందు సంస్కరింతురు. మార్డెంట్ రంగుతోబాటు తంతువులకు తగులుకొని ఒక అద్రావ్య క్లిష్ట యౌగికము



డిస్పర్స్ వయొలెట్

ఏర్పడును, మార్డెంట్ ద్రవ్యమునకు దృష్టాంతము ప్రత్తి పోగులలో అవక్షేపింపబడు అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్. దీనితో రంగు కలసి పోగులకు పట్టును. మార్డెంట్‌లను కోరు రంగులలో అలిజరిన్ ఒకటి. ఈ రంగుల ఉపయోగము సన్నగిల్లినది. వీటికన్న ఎక్కువ

అజో రంగులు : ఇది వందలకొలది రంగులు కల ఒక ప్రధాన వర్గము. వీటి అన్నిటియందును $-N=N-$ అను వర్ణ వాహక గణము ఉండును. ప్రైమరీ ఎమీన్‌లను డై ఆజోటీకరించి, బెన్జీన్ హైడ్రో కార్బన్‌ల హైడ్రాక్సీ లేదా ఎమినో వ్యుత్పన్నములతో జతపరచుటచే ఈ రంగులు ఏర్ప

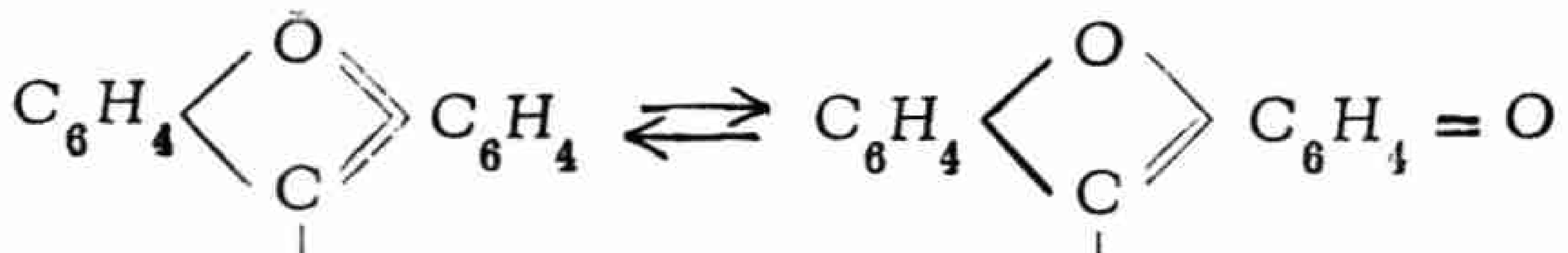


క్రైసోయిడీన్
2—4 డై ఎమినో ఆజో బెన్జీన్

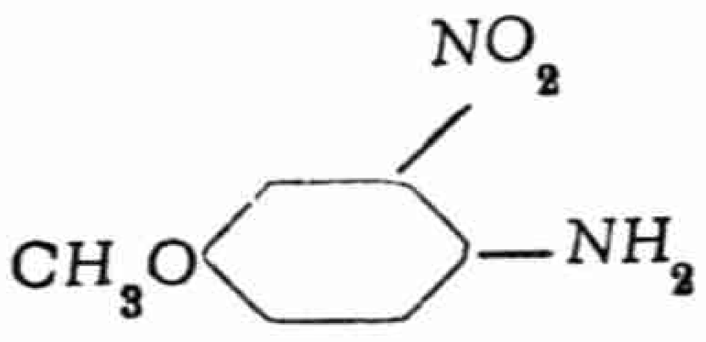
డును. బెన్జీన్ డై ఆజోనియమ్ క్లోరైడ్‌ను మెటా ఫెనిలీన్ డై ఎమీన్‌తో జోడించుటచే క్రైసోయిడీన్ ఏర్పడును.

జోడించు క్రమము భేదించుటచే సాధ్యమగు రంగుల సంఖ్య అనంతము.

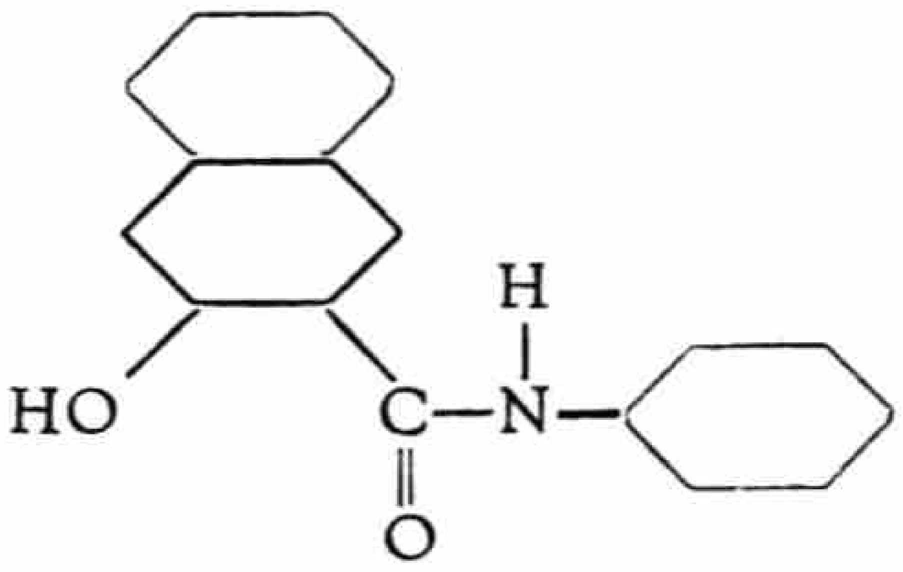
ట్రై ఫీనిల్ మీతేన్ రంగులు : ఇవి రంగులలోకెల్ల దృఢమైనవి, ఉజ్జ్వలమైనవి. కాని, వెలుతురుకు ఆగవు. ఆక్రిలిక్



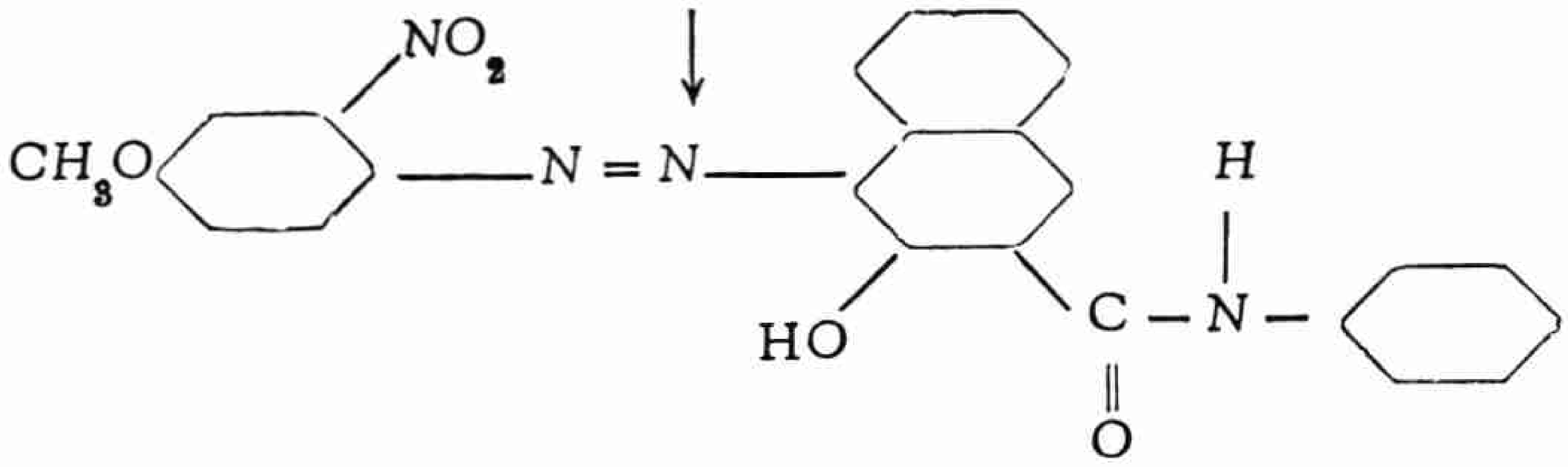
తాలిక్ ఆన్ హైడ్రైడ్ ను (1 అణుభారము) రిజార్సినాల్ ను



డై ఆజో ఘటకము

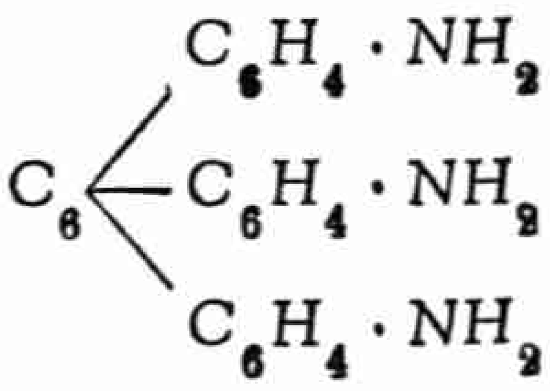


కప్లింగ్ ఘటకము



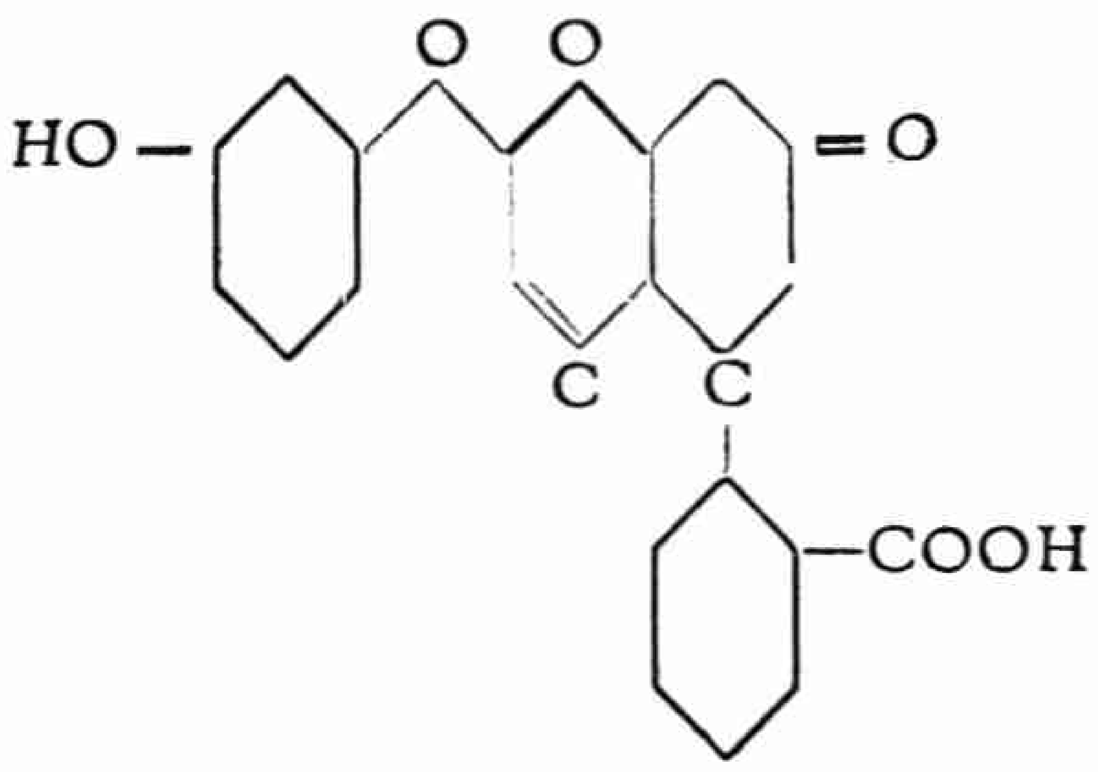
నీల, రక్త ఆజోయిక్ రంగు

తంతువులను నీటిలో ఎంపుడు రంగులతో అద్దినపుడు వెలుతురుకు మాసిపోని రంగు అంటును. ఇందు పారారోజానిలీన్ చాల ముఖ్యమైనది. ఇదియే చినాలి రంగు.



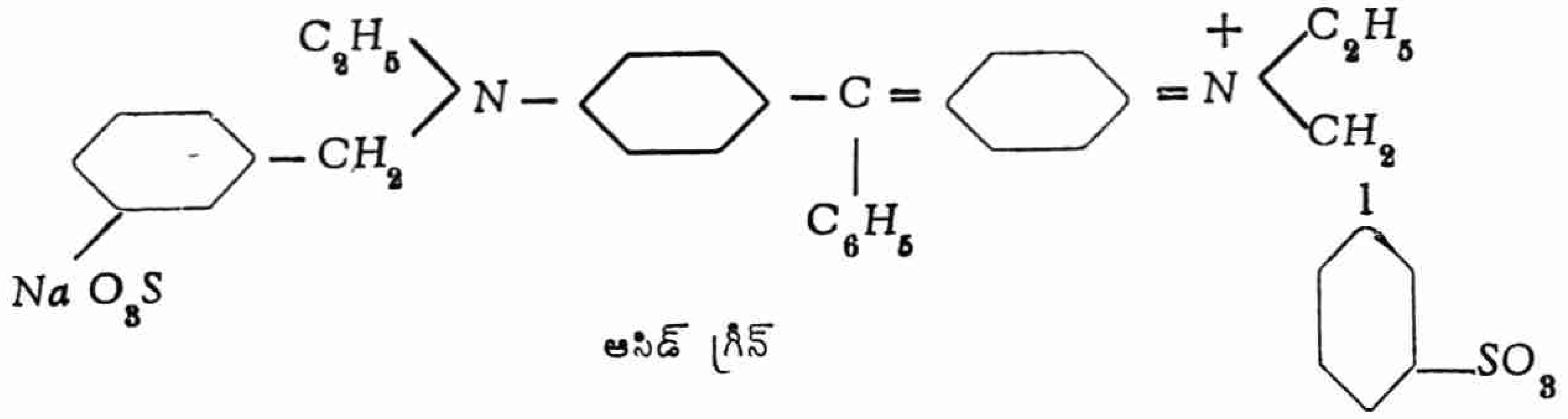
ఇందు అన్ని రంగులు పైన చూపిన దానివలె లవణాధార స్వభావము కలవి కావు. ఆసిడ్ గ్రీన్ అనునది ఆమ్ల వర్ణ ద్రవ్యము.

(రెండు అణు భారములతో) ఇనుప అండాలో వేడి చేయుట వలన ఆసిడ్ ఎల్లో 73 లభ్యమగును.



ఆసిడ్ ఎల్లో 78

దీని కింకొక పేరు ఫ్లోరసీన్.

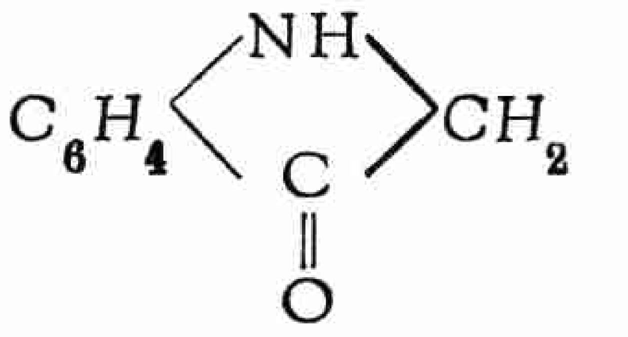


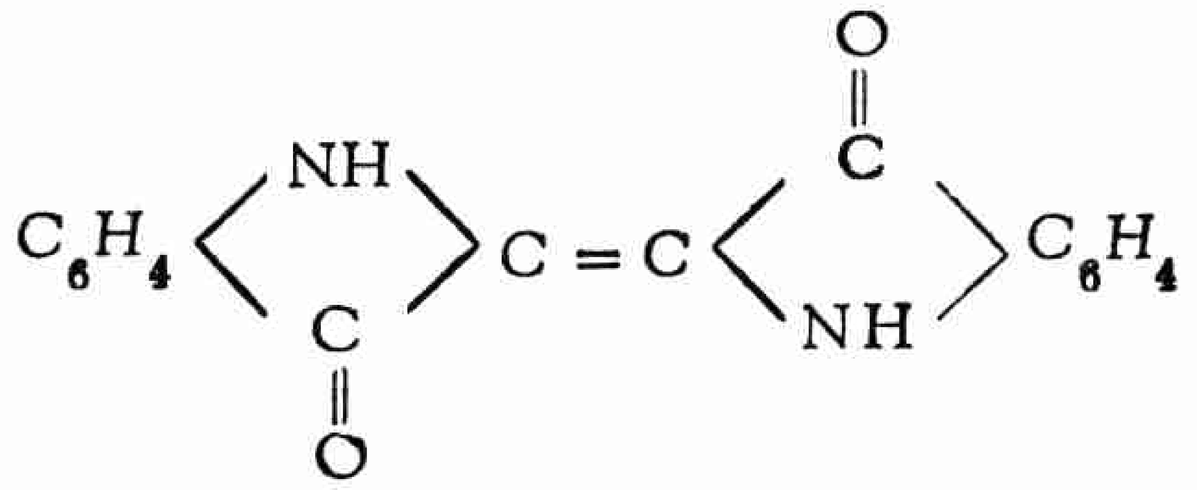
ఆసిడ్ గ్రీన్

ఇందు రెండు సల్ఫోనేటో గణములు ఉన్నవి. ఇందులో ఒకటి వర్ణవాహక గణముతో అంతర్లవణముగ ఏర్పడును. ఈ రంగు ఉన్నికి, పట్టుకు, తోళ్లకు మంచిరంగు.

జాన్తీన్ రంగులు : ఇందు అనునదన స్థిరీకృతమైన ఈ దిగువ అణురచన వర్ణ వాహకము.

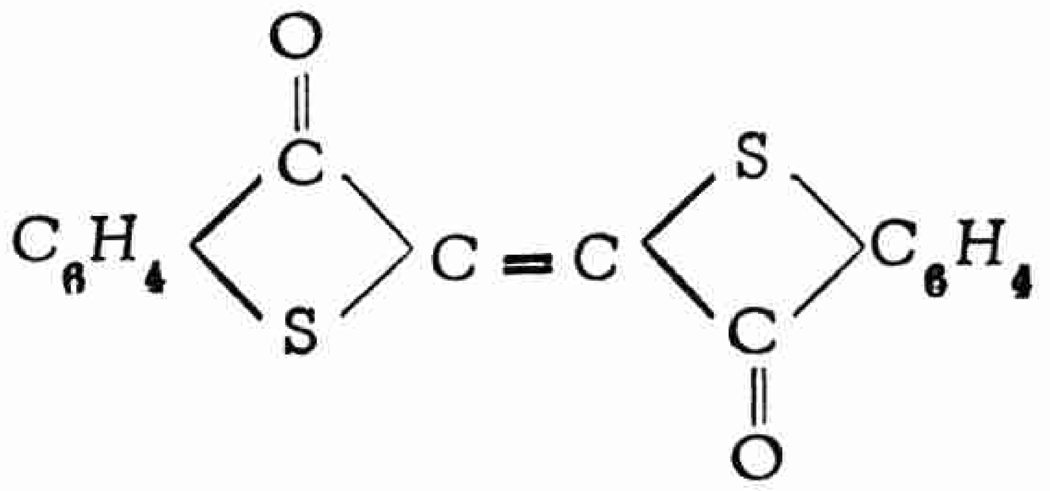
ఆంత్రక్వినోన్ రంగులు : ఈ వర్గమందు మరల ఆమ్ల వర్ణ ద్రవ్యములు (ఆసిడ్ గ్రీన్ 25), మార్డెంట్ రంగులు (మార్డెంట్ రెడ్ — 11), డిస్పర్స్ రంగులు, తొట్టె రంగులు మొదలగు ప్రత్యేక అవాంతర వర్గములు కలవు. వాట్ బ్లూ 4 లేదా ఇండాంత్రీన్ ఇందు చాల ప్రసిద్ధమైనది.

ఇండిగాయిడ్ రంగులు : వీటి జనక ద్రవ్యము ఇండిగో (నీలిమందు). ఫీనిల్ గ్లైసీన్ ($C_6H_5-NHC\,H_2COOH$)తో ప్రారంభించి ఇండాక్సిల్  ద్వారా ఇండిగో సాధించబడును.

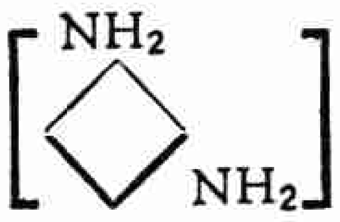


ఇండిగో

థయో ఇండిగాయిడ్ రంగులు : థయో సాలిసిలిక్ ఆసిడ్పై క్లోర్ ఆసిటిక్ఆసిడ్ చర్యవలన వచ్చిన యౌగికమును ద్రవీకృత కాస్టిక్ సోడాతో వేడిచేసి, తరువాత గాలిలో ఆక్సీకరించుటవలన థయో ఇండిగో లభ్యమగును.

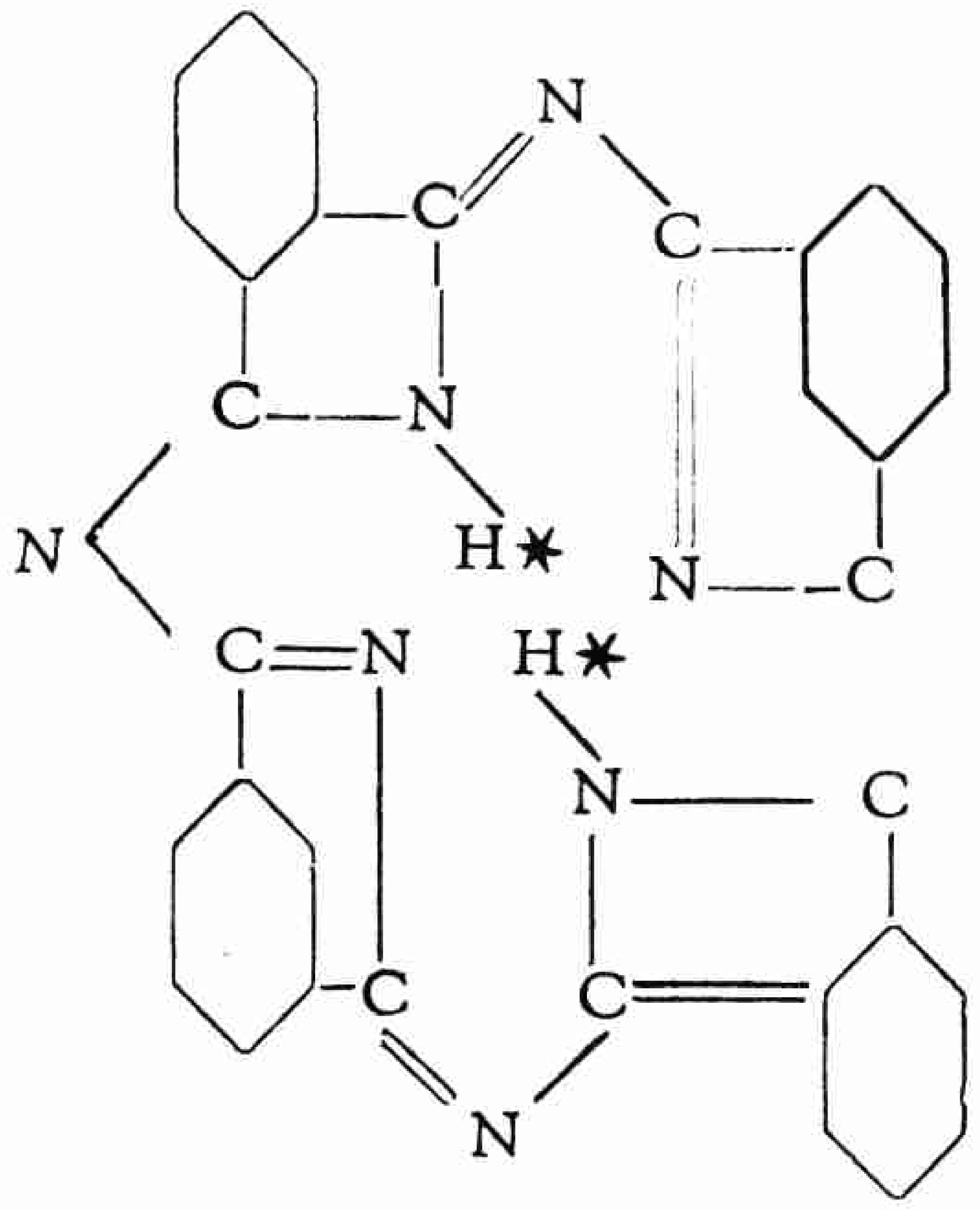


థయో ఇండిగో లేదా వాట్ రెడ్ 41

సల్ఫర్ రంగులు : వీటి అణురచన స్పష్టముగా తెలియదు. వీటిలో అనేకము ఆక్సీహరణ ప్రక్రియకు పూర్వము నీటిలో కరగవు. తరువాత ఇవి నీటిలో విలీనమై తంతువులచే పీల్చబడి గాలికి ఎదురుపెట్టినపుడు రంగు బయటపడును. రచన తెలియకపోయినను రంగులు తయారుచేయు విధానములు ప్రహతములు. మెటా డై ఎమీన్లను  గంధకముతో కరగించగా హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువు అందుండి వైదొలగి, పిశంగ వర్ణము గల రంగు ఏర్పడును. ఇందు డై ఫీనిల్ ఎమీన్ వ్యుత్పన్నములను సోడియమ్ పోలీ సల్ఫైడ్తో కరగించిన నీలి రంగులు లభ్యమగును.

థాలో సైయనీన్లు : ఇది చాల ప్రధానమైన వర్ణ ద్రవ్య వర్గము. వీటి జనక యౌగికము థాలో సైయనీన్ (దీనికి పిగ్మెంట్ బ్లూ 16 అనిపేరు). థాలో డైనైట్రిల్ $C_6H_4\langle{}^{CN}_{CN}$ ను థాలిక్ ఆన్ హైడ్రైడ్తో కరగించిన ఈ రంగు లభ్యమగును.

ఔజ్జ్వల్యము, దార్ఢ్యము, స్థైర్యము ఈ రంగుల ప్రసిద్ధ గుణములు ; కాపర్ థాలో సైయనీన్లు అణువులో రెండు



పిగ్మెంట్ బ్లూ 16

మూడు సల్ఫోనిక్ ఆమ్లగణము ($-SO_3H$) లు చేర్చినచో డైరెక్ట్ బ్లూ 86 లభ్యమగును. ఇది ప్రత్తి, విస్కోస్, కాగితము - వీటికి ఉజ్జ్వల నీల, హరిత వర్ణములను ఇచ్చును.

రంగుల పరిశ్రమకు ఉపయోగించు ముడి వస్తువులు : బెన్జీన్ హైడ్రోకార్బన్లు, నాఫ్తలీన్, ఆంత్రసీన్, పైరీన్, ట్రైఫీనిల్ మీథేన్ మొదలైన వాటిని ముడి వస్తువులుగ ఉపయోగించుదురు. వీటిని వర్ణద్రవ్య సంయోజన కార్యమందు ప్రత్యక్షముగ వాడరు. అనేక రాసాయనిక ప్రక్రియల సహాయమున వీటినుండి లభ్యమగు వ్యుత్పన్నములు రంగులు తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడును. ఈ వ్యుత్పన్నములకు మాధ్యస్థ ద్రవ్యములు అని పేరు. వీటిని సాధించుటకు ఉపయోగించు రాసాయనిక ప్రక్రియలు వివిధములు. అవి నైట్రేషన్, ఆక్సీకరణము, ఆక్సీహరణము, సల్ఫోనేషన్, హేలోజనేషన్, ఆల్కిలేషన్, ఎమినేషన్ మొదలైనవి.

నైట్రేషన్ : ($-NO_2$) గణములను యౌగికమందు ప్రవేశపెట్టుట.

$$C_6H_5\,\boxed{H + HO}\,NO_2 \longrightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$$

బెన్జీన్ నైట్రిక్ ఆసిడ్ నైట్రో బెన్జీన్

ఆక్సీకరణము : ఈ ప్రక్రియ గాలిచే గాని, మాంగనీస్ డై ఆక్సైడ్, పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ మొదలగు రాసాయనిక ఆక్సీకరణ ద్రవ్యములచే గాని సాధించబడవచ్చును. నీలిమందును కృత్రిమముగా తయారుచేయు ప్రక్రియయందు మొదటి మెట్టు - అనగా నాఫ్తలీన్ను బాష్పస్థితిలో వెనేడియమ్

పెంటాక్సైడ్ ప్రేరక ద్రవ్య సంపర్కమున తాలిక్ ఎన్ హైడ్రైడ్‌గ తయారు చేయుట [చూ. పు. 194].

$$C_{10}H_8 \xrightarrow{[O]} C_6H_4\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle O$$

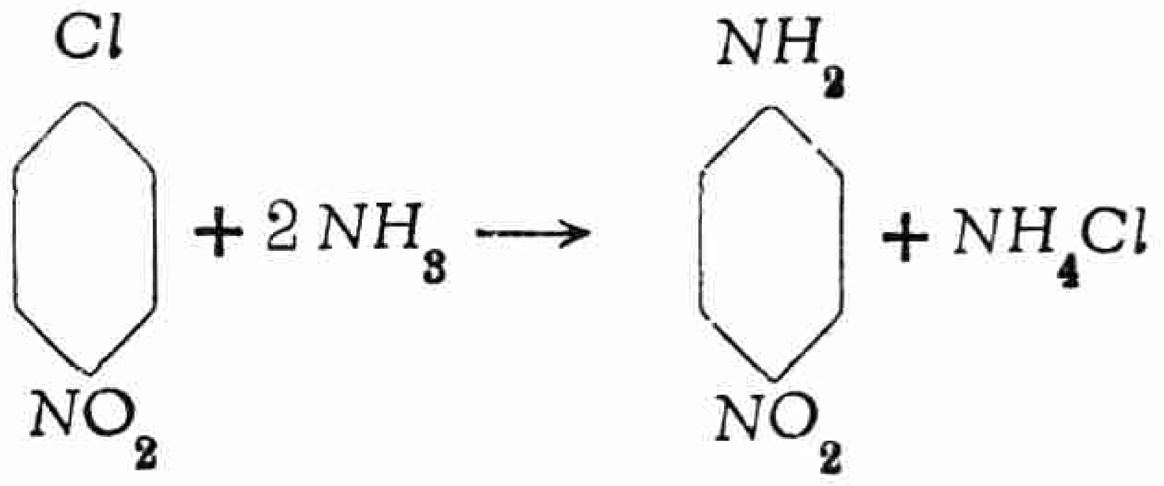
నాఫ్థలీన్ తాలిక్ ఎన్ హైడ్రైడ్

ఆక్సీహరణము: రంగులు తయారుచేయుట యందు ముఖ్యముగ వాడుకలో ఉన్న ఆక్సీహరణ ప్రక్రియ నైట్రో యౌగికములను ఎమినో యౌగికములుగ మార్చుట.

$$C_6H_5NO_2 + 6H \longrightarrow C_6H_5NH_2 + 2H_2O$$

నైట్రో బెంజీన్ ఎమినో బెంజీన్

ఎమినేషన్: బెంజీన్ కేంద్రకమందు ఎమినో $(-NH_2)$ గణమును ప్రవేశపెట్టుట. పారా క్లోరో బెంజీన్ పై అమోనియా చర్యవలన పారా నైట్రో అనిలీన్ లభ్యమగును [చూ. పు. 259].



$$C_6H_5ONa + CO_2 \longrightarrow C_6H_5COONa$$

సోడియమ్ ఫినేట్ సాలిసిలిక్ ఆసిడ్

సల్ఫోనేషన్: సల్ఫోనిక్ ఆమ్ల గణమును ప్రవేశపెట్టుట. వర్ణ ద్రవ్య మాధ్యస్థ ద్రవ్యములలో సల్ఫోనిక్ గణమును తరచుగ ప్రవేశపెట్టబడును. ఈ ప్రక్రియకు రెండు ప్రధాన ప్రయోజనములు ఉన్నవి. అవి: 1. మాధ్యస్థ ద్రవ్యములను నీటిలో కరుగునట్లు చేయును; 2. ఇతర ప్రతిస్థాపన ప్రక్రియలకు - అనగా హైడ్రాక్సిల్ గణము $(-OH)$ వంటి దానిని ప్రవేశపెట్టుటకు - ద్వారముగ ఉపయోగించును. సల్ఫోనేషన్: 1. గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తోను; 2 ఓలియమ్ (గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ద్రావణము) తోను, క్లోరో సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌తోను $(HO\cdot SO_2\cdot Cl)$ కావించవచ్చును.

$$C_6H_6 + HSO_3H \longrightarrow C_6H_5SO_3H + H_2O$$

బెంజీన్ గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ బెంజీన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్

క్షారద్రావణము: బెంజీన్ యౌగికములను హైడ్రాక్సీ వ్యుత్పన్నములుగ మార్చుటకు ప్రధాన ప్రక్రియ. ఇందు ఒక సల్ఫోనిక్ ఆమ్ల గణము హైడ్రాక్సిల్‌గ మారును.

$$C_6H_5SO_3Na + 2NaOH \longrightarrow C_6H_5OH + Na_2SO_3 + H_2O$$

బెంజీన్ సల్ఫోనేట్ ఫినోల్

హేలొజనేషన్: బెంజీన్ వలయమును అంటిపెట్టుకొని ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను హేలొజన్ పరమాణువులచే తొలగ చేయుట. ఈ ప్రక్రియ సాధారణముగ ఫెర్రిక్ హేలొజన్ లవణముల ప్రేరక ప్రభావముచే కొనసాగును.

$$C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$$

ఆల్కిలేషన్: మెథిల్, ఎథిల్ వంటి ఆల్కిల్ గణములను యౌగికమందు ప్రవేశపెట్టుట [చూ. పు. 215].

$$C_6H_5NH_2 + CH_3OH \longrightarrow C_6H_5NHCH_3$$

అనిలీన్ N - మెథిల్ అనిలీన్

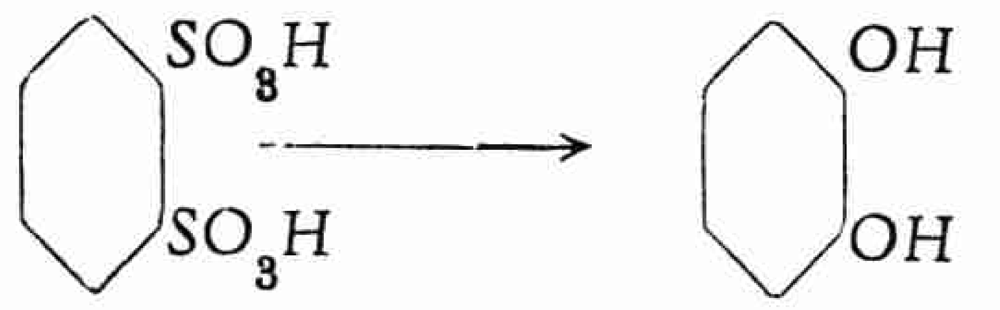
కార్బొక్సిలేషన్: కార్బాక్సిల్ $(-COOH)$ గణమును యౌగికమందు ప్రవేశపెట్టుట. దీనికి అనేక మార్గములు ఉన్నవి. అందులో ఒకటి బెంజీన్ వలయమునకు అంటిపెట్టుకొని ఉన్న శాఖశృంఖలమును ఆక్సీకరించుట.

$$C_6H_5 - CH_3 + [3O] \longrightarrow C_6H_5COOH + H_2O$$

టోలీన్ బెంజోయిక్ ఆసిడ్

కొన్ని యౌగికముల పై కార్బన్ డైఆక్సైడ్ చర్య వలన కార్బాక్సిల్ ప్రత్యేకముగ ప్రవేశించును.

ఇట్లే మెటాబెంజీన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌ను క్షార సంపర్కమున ద్రవీభవించుట వలన రిసార్సినాల్ లభ్యమగును:



మే. వ. న.

వస్త్ర పరిశ్రమ: చూ. పట్టుపరిశ్రమ - పు. 554.

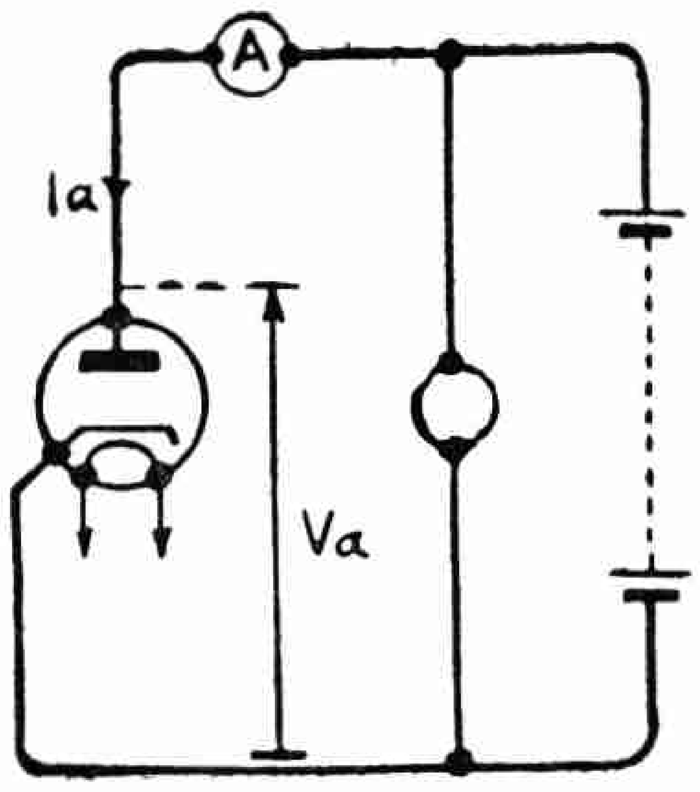
వాక్యూమ్ ట్యూబ్ లక్షణములు: ఈ వ్యాసమందు రేడియో వాల్వుల లక్షణములు వివరించబడును. వీటి ముఖ్య లక్షణము వినియోగించబడిన విద్యుత్తు ప్రవాహమునకు దాని ఫలముగా స్థాపించబడిన వోల్టేజి ఉన్నతికి గల సంబంధము. ఈ సంబంధమును వేరు వేరు నాళములకు గ్రాఫ్ రూపమున చూపించబడును.

ఈ వాల్వుల ప్రధాన విధములు అయిదు వర్గముల క్రింద విభజించబడినవి: 1. డయోడ్ - రెండు విద్యుత్తు అగ్రములు కలది, 2 ట్రయోడ్ - మూడు విద్యుత్తు అగ్రములు కలది; 3. టెట్రోడ్ లేదా స్క్రీన్ గ్రిడ్ కలది; 4. పెంటోడ్ - అయిదు విద్యుత్తు అగ్రములు

కలది ; 5. మల్టి - ఎలక్ట్రోడ్ - అయిదు కాని, ఎక్కువ కాని విద్యుత్తు అగ్రములు కలది.

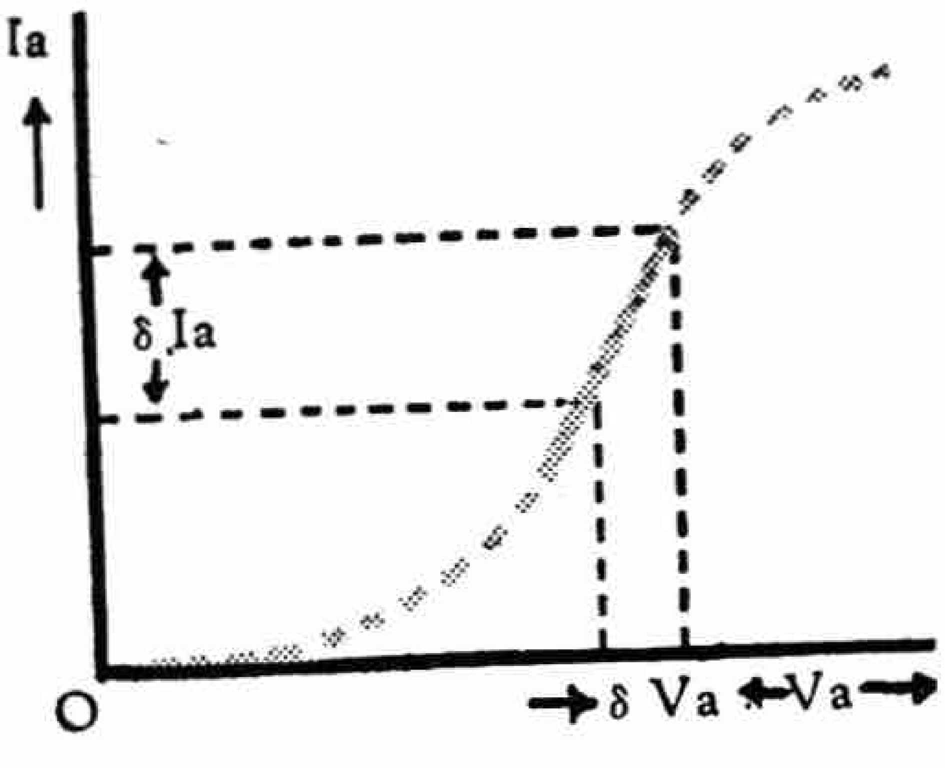
ఈ వర్గీకరణము నాళమందు అమర్చబడిన విద్యుత్తు అగ్రముల సంఖ్యను బట్టి చేయబడినది. ఈ విద్యుత్తు అగ్ర సంఖ్య నాళముయొక్క లక్షణములను సంపూర్ణముగా మార్చివేయును.

డయోడ్ : రెండు విద్యుత్తు అగ్రములు కలది. వాల్వు పనిచేయునపుడు అందుల నొకటి ఎలక్ట్రాన్‌లను విడుదల చేయునది కేథోడ్; మరొకటి వాటిని గ్రహించునది అగు ఏనోడ్. కేథోడ్ ఉచితమైన తాపన సాధనముతో వేడెక్కించబడును [చూ. చిత్రము - 1]. ఏనోడ్‌కు, కేథోడ్‌కు మధ్య ఒక బ్యాటరీ సహాయముతో *Eb* అను ధన విద్యుత్తు స్థాపించబడినప్పుడు బాణపుమార్గమున విద్యుత్తు ప్రవహించును; 'I' అను చిహ్నముచే గుర్తింతురు. *Va* అనగా ఏనోడ్ శక్మ (వోల్టేజి) ఋణ చిహ్నిత మైనచో విద్యుత్తు వ్యత్యస్త దిశలో ప్రవహించును. ఈ మార్పు బ్యాటరీయొక్క విద్యుత్తు అగ్ర చిహ్నములను మార్చుట వలన ఫలించును.



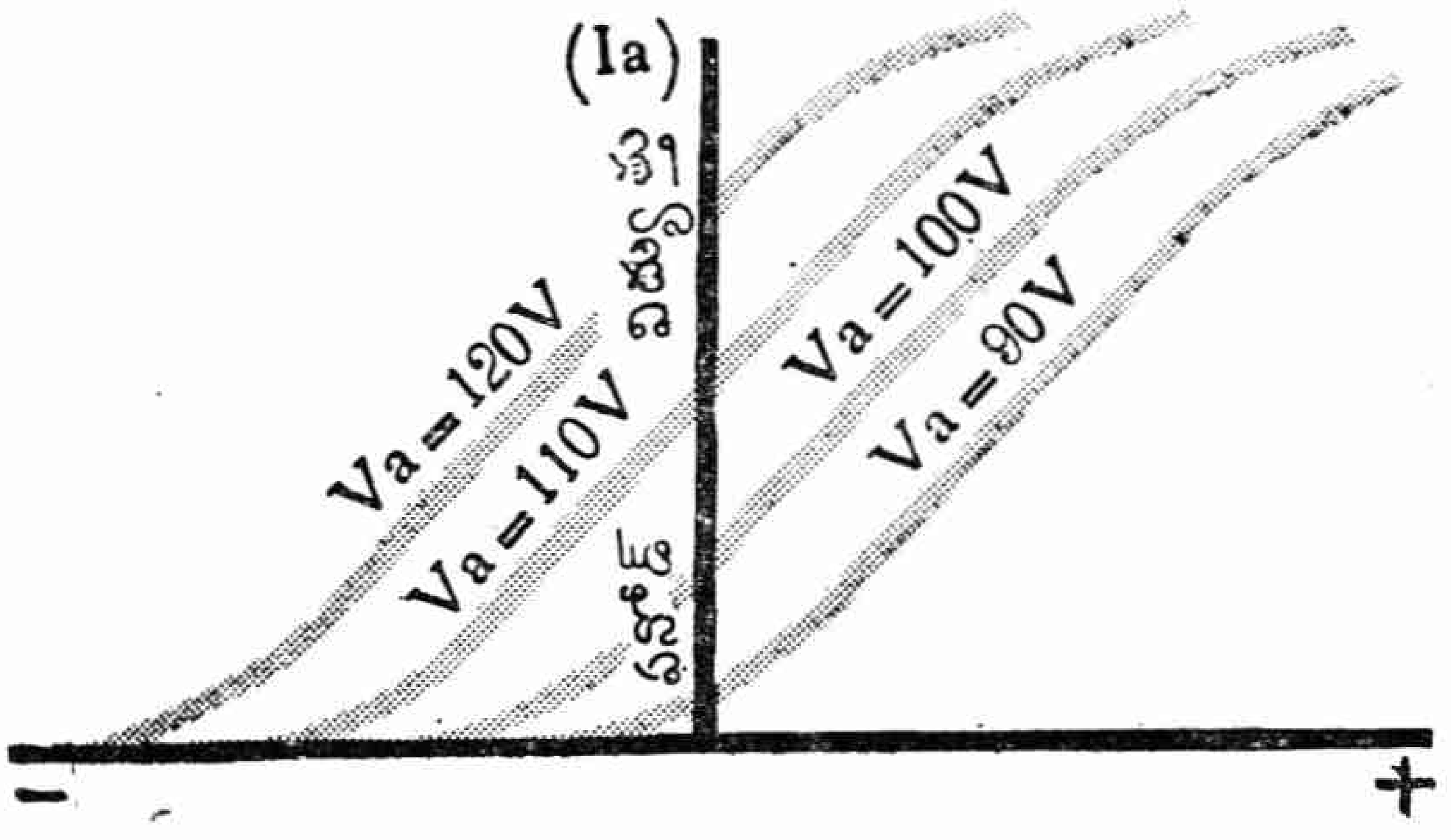
చిత్రము - 1
కేథోడ్ తాప సాధనము

డయోడ్ విశిష్ట వక్రరేఖ [చూ. చిత్రము-2]. ఏనోడ్‌కు అందచేసిన విద్యుత్తు ప్రవాహమును y - అక్షముమీదను, ఏనోడ్‌పైన స్థాపించబడిన వోల్టేజి x - అక్షముపైనను గుర్తించి, ఆ బిందువుల ద్వారా ఒక రేఖను గీసినపుడు అది ఒక వక్రరేఖగ కన్పట్టును. ఈ రేఖ డయోడ్ యొక్క విశిష్ట లక్షణమును చూపును.



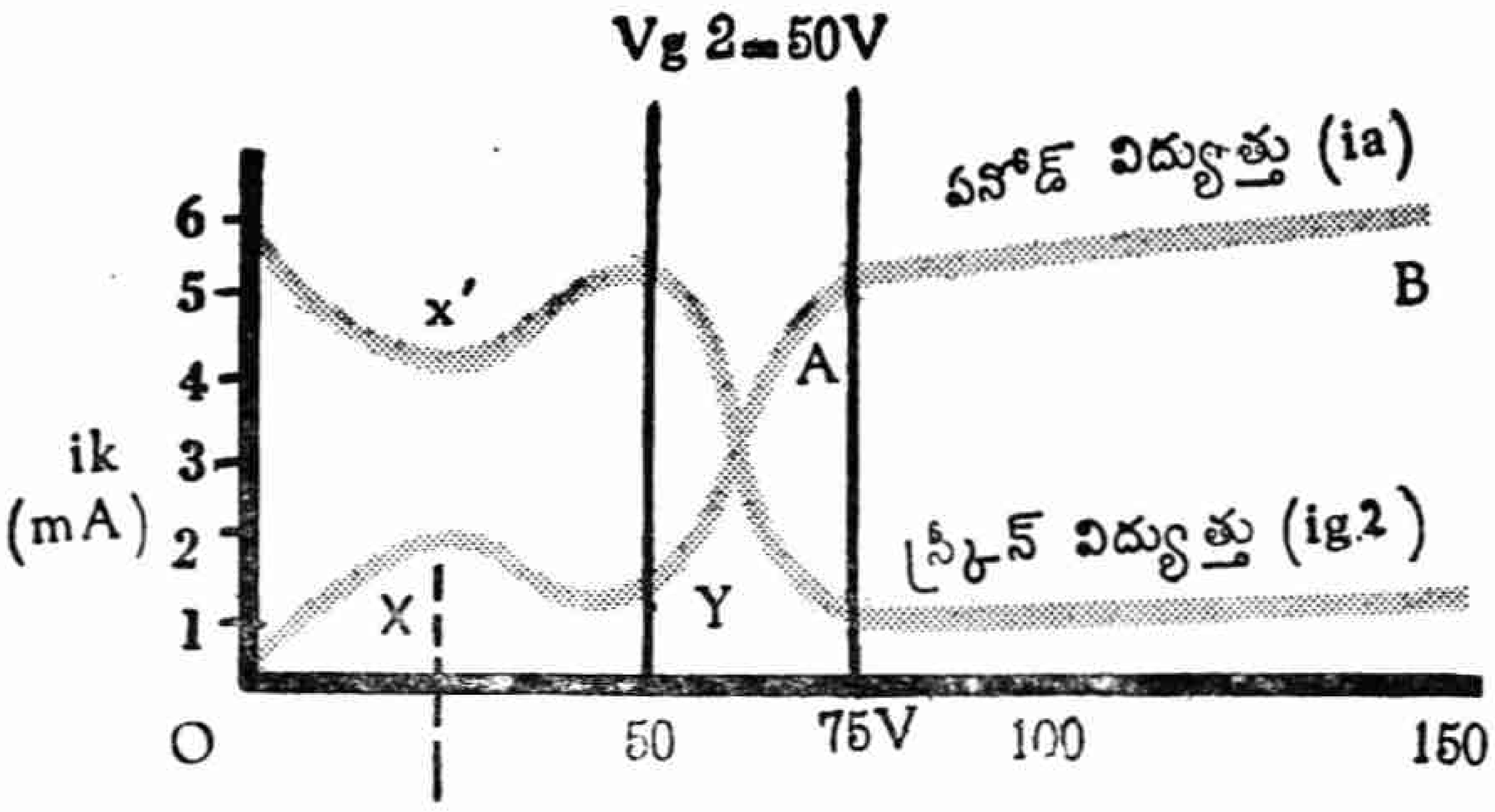
చిత్రము - 2
డయోడ్ విశిష్ట వక్రరేఖ

ట్రయోడ్ - త్ర్యగ్రము: ఈ మూడు విద్యుత్తు అగ్రములు-కాలు తీగె లేదా కేథోడ్, ఏనోడ్, గ్రిడ్. తీగె దాని సాధారణ తాపక్రమమునకు వేడెక్కించబడును. ఏనోడ్ - గ్రిడ్‌ల మధ్య ఉండు శక్మ మార్చుటవలన ఏనోడ్‌కు అందించు విద్యుత్తు ప్రవాహము మారును. ఇచ్చట ఈ మూడు చలాంకముల గ్రాఫులను చిత్రించబడినవి. ఇవి మనకు ట్రయోడ్ పనిచేయు విధానమును వివరించును. అందుచేత, వక్రరేఖల రెండు వర్గములను, వాల్వుయొక్క త్రైపారిణామిక లక్షణములను వర్ణించుటకు ఉపయోగించబడును [చూ. చిత్రము - 3].



చిత్రము - 3
ట్రయోడ్ పనిచేయు విధానము

స్క్రీన్ గ్రిడ్ వాల్వు లక్షణములు: ఈ వాల్వు రేడియో పౌనఃపున్యముల కంపన విస్తారమును అధికీకరించుటకు ఉపయోగింతురు. ఈ ప్రయోజనమును మనమునందిడు

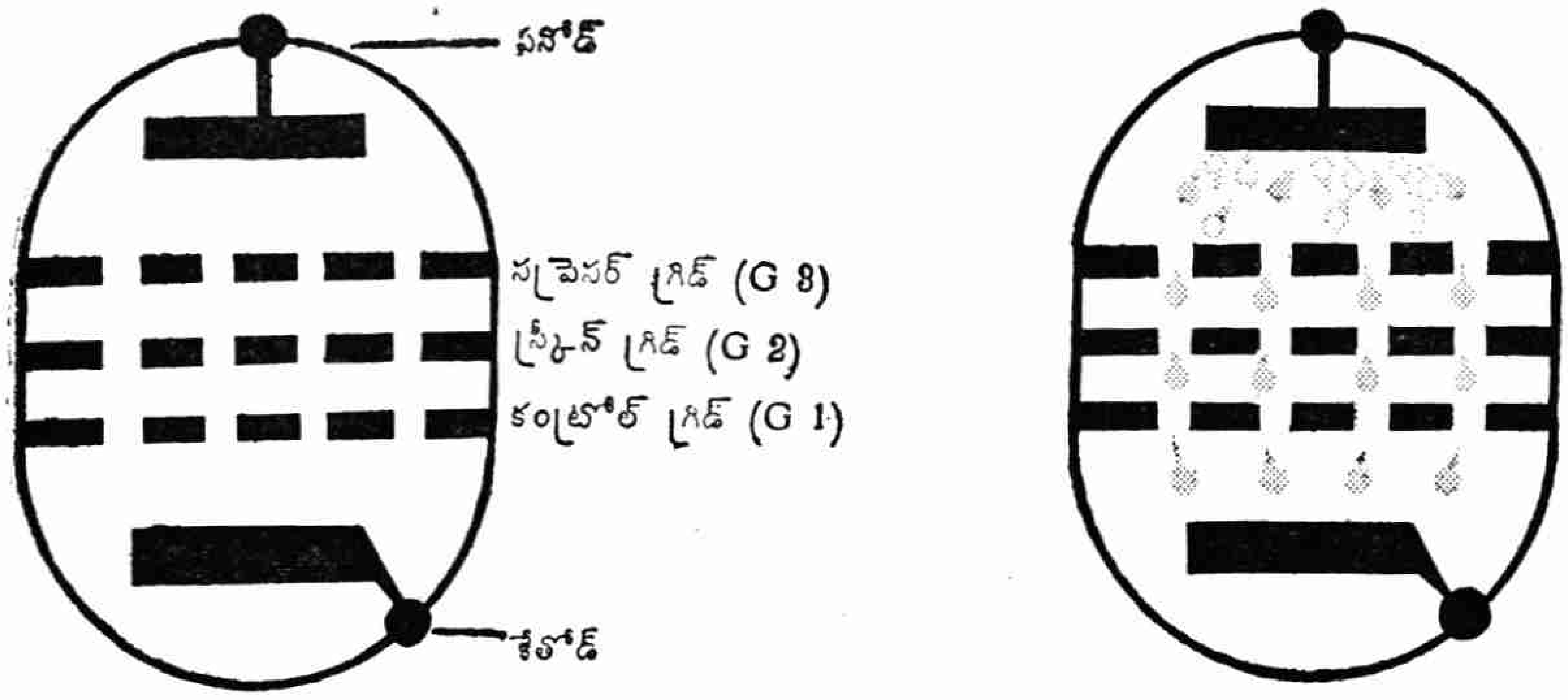


చిత్రము - 4 : స్క్రీన్‌గ్రిడ్ వాల్వు లక్షణములు

కొని దీని లక్షణములు నిర్ణయించబడును. ఇందు మరియొక గ్రిడ్ మామూలు 'కంట్రోల్' (నియంత్రక గ్రిడ్) కును, ఏనోడ్‌కును మధ్య అమర్చబడి ఉండును. ఈ రెండు విద్యుదగ్రముల మధ్యను విద్యుద్ధారణ సామర్థ్యమును తగ్గించుటకు ఇది ఉద్దిష్టమైనది. ఈ స్క్రీన్ గ్రిడ్ ఉనికి వాల్వుయొక్క లక్షణములను చిత్రము - 4లో చూపినట్లు ప్రకటముగా మార్చును. వాడుకయందు స్క్రీన్ ఉచ్చ పౌనఃపున్యములకు ఒక విద్యుద్గ్రాహకము ద్వారా భూమితో కలుపుదురు. సాధారణ ఏనోడ్ శక్మలో ఈ గ్రాహకపు శక్మ 50 - 70% ఉండును. ఈ వాల్వు లక్షణములను పరీక్షించుటకు ఈ గ్రాహకము అనావశ్యకము.

పెంటోడ్ లక్షణములు : ఇందు అయిదు విద్యుగ్రములు ఉండును [చూ. చిత్రము - 5]. 1. కేథోడ్ ; 2. నియంత్రక గ్రిడ్ (G_1) ; 3. స్క్రీన్ గ్రిడ్ (G_2) ; 4. సప్రెసర్ గ్రిడ్ (G_3) ; 5. ఏనోడ్.

దీని విద్యుదగ్రముల సన్నివేశము స్క్రీన్ గ్రిడ్ వాల్వు యొక్క విద్యుదగ్ర సన్నివేశమును పోలి ఉండును. పై వెచ్చుతీగె జల్లెడ వంటి సాహాయక గ్రిడ్ స్క్రీన్ గ్రిడ్ కు, ఏనోడ్ కు మధ్య (ఏనోడ్ కు దగ్గరగా) అమర్చి ఉండును. స్వల్పమైన అంతర్నివేశిత శక్మనుండి అధిక బహిర్నివేశిత శక్మను సంపాదించుటకు ఈ వాల్వును వాడుదురు [చూ. ఆంప్లిఫయర్ పు. - 191 ; రేడియో ప్రసారము పు. 672; తెర్మోఅయానిక్ వాల్వు-పు. 441]. వి.వి.ఎల్.రావు.



చిత్రము - 5 : పెంటోడ్

వాటర్ గాస్ : చూ. జలవాయువు - పు. 350.

వాతానుకూలనము : చూ. ఆర్ద్రీకరణము వాతానుకూలనము - పు. 210.

వాన్ డి గ్రాఫ్ జనిత్రము : చూ. అధిక వోల్టేజి త్వరణ మాపి - పు. 172.

వాయుగతి శాస్త్రము (ఎయిర్ డైనమిక్స్) : వాయు చలనము గురించియు, వస్తువు*ల తలములపై వాయు ప్రవాహపు ప్రభావములను గురించియు తెలుపు శాస్త్రశాఖను 'ఎయిర్ డైనమిక్స్' అందురు. ఎయిర్ డైనమిక్స్‌కు మనము వాయుగతి శాస్త్రమని వ్యవహరించ దగును. ఒక వస్తువు గాలిలో కదలినపుడు అది తనను ఆవరించి ఉన్న గాలిలో కొన్ని కదలికలను ప్రేరేపింప చేయును. ఆ కారణముచేత, దాని ఉపరితలముపై విశిష్ట ప్రేషస్వరూపములు, తద్ద్వారా బలములు ఫలించుచుండును. అటువంటి వాయుగతి బలములకు గురి అయే యంత్రములను గాని, నిర్మాణములను గాని అవి గాలిలో ఎగిరే విమానములు కావచ్చు, ప్రచండ వాయువుకు గురి అయే భవనములు గాని, వంతెనలు కాని కావచ్చు, సురక్షితముగాను, పనివంతముగాను చేయవలెననిన వాయు గతి బలములను శాసించు హేతువులను గురించిన పరిజ్ఞానము అత్యవసరము. చలించు వాయు స్వభావమును, ప్రవాహా మధ్యమందున్న వస్తువు ఆకారమువల్ల వాయు చలనము ఏవిధముగా ప్రవర్తించు విధానము, అట్టి వస్తువుపై వాయుప్రవాహము సృష్టించు శక్తులను ముందుగనే తెలిసికొని, వాటిని నియంత్రించి, సాధన యోగ్యములుగ ఏ విధముగ చేసికొనవచ్చునో తెలియజేయుట 'వాయు గతి శాస్త్రము' యొక్క ధ్యేయము.

సాంద్రత (డెన్సిటీ), స్నిగ్ధత (విస్కాసిటీ) వంటి గాలి యొక్క భౌతిక ధర్మములను గూర్చి తెలిసికొనుట వాయు గతి శాస్త్రమున అవసరము. తైలములు, సిరప్పులు వలె గాలిని స్నిగ్ధ పదార్థముగ సాధారణముగ గుర్తించక పోయినప్పటికి, గాలికి కూడ అతి సూక్ష్మపరిమాణమున స్నిగ్ధత కలదు. వాయు ప్రవాహ ప్రవర్తన గాలి యొక్క ఈ రెండు సహజ స్వభావములపైననే కాకుండ ప్రవాహము సదిశ వేగముపైనను, వస్తువు పరిమాణము పైనను కూడ ఆధారపడి ఉండును. పైన ఉదాహరించిన నాలుగు రాశుల భిన్న సంయోగము ఒకే వస్తు తలము చుట్టూ విభిన్న ప్రవాహ రీతులను, తద్ద్వారా విభిన్న వాయుగతి బలములను ఫలింపజేయును. వాయు ప్రవాహపు ఈ విచిత్ర ప్రవర్తనను ఆస్బోర్న్ రేనాల్డ్సు (1842 - 1912) విశదీకరించెను. సాంద్రత, సదిశ వేగము వస్తు పరిమాణముల లబ్ధమును, స్నిగ్ధతచే విభజించగా ఫలించు సంఖ్య ఒక వస్తువును ఆవరించి ఉన్న ఒక్కొక్క వాయు ప్రవాహపు రీతిని తెలుపును. దీనిని 'రేనాల్డ్సు అంకము' అనిరి. ఈ రేనాల్డ్సు సంఖ్య వాయుగతి శాస్త్ర భావములలో ప్రసిద్ధిగన్నది. ఈ భావము ప్రకారము వాయు సాంద్రత, వేగము, వస్తుపరిమాణము, స్నిగ్ధత విడివిడిగా ఏ విలువలు కలిగి ఉన్నప్పటికీ, ఈ నాలుగింటి సంయోగము వలన ఒకే రేనాల్డ్సు అంకము ఫలించిన వస్తువును చుట్టి ఉన్న ప్రవాహపు రీతి ఒక్కలాగనే ఉండును. ఈ భావము

* వస్తువు అను పదము ఘనపదార్థముతో తయారయిన దానికి వాడబడినది. గాలికి వాయువు అను మాట పర్యాయపదము.

గాలి తప్ప ఇతర తరళ పదార్థములకు (ఫ్లూయిడ్స్) కూడా వర్తించును. అన్ని తరళ పదార్థములు ఈ భావమునకు లోబడి ప్రవర్తించుచుండును. అందుచేత, గాలి ప్రవాహ విన్యాసములను నీటి ప్రవాహమున సృష్టించ వీలగును. పూర్ణ ప్రమాణ ప్రవాహ పరిస్థితులను వస్తువు యొక్క అతి శుద్ధ ప్రతి రూపము చుట్టూ ఈ భావము ప్రకారము ప్రతి సృష్టించవచ్చును. వస్తు పరిమాణములో తగ్గింపును, వేగమును గాని, సాంద్రతను గాని లేదా రెండింటిని గాని హెచ్చు చేయుటవల్లనో, సిగ్ధతను తగ్గించుట వల్లనో ప్రతి కరణము చేసి, పూర్తి ప్రమాణ ప్రవాహమునకు సంబంధించిన రేనాల్డ్సు అంకము ఉండునట్లు చేయవచ్చును. పరిశోధన శాలలో వాయుగతిశాస్త్ర ప్రయోగములు చేయుటకు ఈ సూత్రములు అత్యంత ఉపయోగములు. వాయు గతి యొక్క క్లిష్ట స్వభావమువల్ల ఈ శాస్త్రము అధికముగ ప్రయోగముల మీదనే ఆధారపడి ఉండును.

వాయు వేగమునకు, ప్రేషమునకు మధ్య గల సంబంధమును బెర్నోలీ (1700 - 1782) సిద్ధాంతము తెలియజేయును. ఈ వాదము ప్రకారము అసంపీడిత తరళ పదార్థ ప్రవాహములో భూమ్యాకర్షణ, ఘర్షణ శక్తుల ప్రభావమును విస్మరించిన వేగ శక్తి, ప్రేష శక్తుల మొత్తము ఒక సుప్రవాహి రేఖ (స్ట్రీమ్ లైన్) పొడుగునా స్థిరముగ ఉండును. బెర్నోలీవాదము ప్రకారము వేగము ఎక్కువ ఉన్నచో ప్రేషము తక్కువ; ప్రేషము ఎక్కువగా ఉన్నచో వేగము తక్కువ.

వాయు వాహినిలో ఏ బిందువు వద్దయినను ప్రవాహ వేగము ధ్వని వేగముకన్న బాగుగ తక్కువగా (అనగా సుమారు గంటకు 643 కి. మీ.) ఉన్నంతవరకూ ప్రవాహములోని అన్ని బిందువులవద్ద సాంద్రత ఇంచుమించు స్థిరముగా ఉండి, వాయు చలనము ప్రారంభము కాక ముందు ఎంత ఉండవలనో అంతియే ఉండును. అయితే, ప్రవాహ వేగము అంతకన్న అధికమయిన (అధిక వేగము గల విమానమును ఆవరించి ఉన్న వాయు ప్రవాహములో జరుగునట్లు) ప్రవాహములో ఏ బిందువు వద్దనయినను గాలి సాంద్రత అచ్చటి స్థానిక ప్రేషముతోబాటు హెచ్చుట గాని, తగ్గుటగాని జరుగును. దానినే 'సంపీడనఫలితము (కంప్రెసబిలిటీ ఎఫెక్టు)' అందురు. గాలి ప్రవాహ వేగము ధ్వని వేగమును సమీపించుచున్న కొలది (ధ్వని వేగము సముద్ర మట్టమున సుమారు గంటకు 1,126 కి. మీ.) దీనిని వాయు గతి శాస్త్రమునందు దృష్టిలో ఉంచుకొనవలయును. అటువంటి పరిస్థితులలో ప్రవాహ రీతి, మ్యాక్ సంఖ్య (మ్యాక్ * నంబర్ - ఎర్నెస్ట్ మ్యాక్‌ను అనుసరించి) అనబడు ప్రవాహ, ధ్వని వేగముల నిష్పత్తిపై ఆధారపడి ఉండును. విమాన వేగము ధ్వని వేగముకన్న తక్కువయిన 'అవస్వనికము (సబ్ సోనిక్)', సమానమైన 'సమస్వనికము (ట్రాన్‌సోనిక్)' ఎక్కువయిన 'పారస్వనికము (సూపర్ సోనిక్) అని అందురు. ధ్వనివేగమునకు ఐదురెట్లు కన్న ఎక్కువ (మ్యాక్ సంఖ్య - 5) ఉన్న వేగములను అతి పారస్వనికము (హైపర్‌సోనిక్) అందురు. అవస్వనిక వేగములలో గాలి ప్రవాహము పై వస్తువుయొక్క ప్రభావము విస్తరించి వాహిని అంతట పనిచేయును. కాని, పారస్వనిక వేగములలో ప్రవాహము పై వస్తువుయొక్క ప్రభావము కేంద్రీకరించబడి, షాక్ తరంగములలో నిబిడీకృతమయి ఉండును. ఈ షాక్ తరంగములు వస్తువు ఉపరితలమున జనించి, బాగుగ ఏర్పడిన అలల ఆకారముతో ప్రవాహములో కలిసిపోవును (నిశ్చలముగా ఉన్న నీటిపై పయనించు పడవ వల్ల కలుగు అలలవలె ఈ షాక్ తరంగముల స్వరూపమును పోల్చవచ్చును).

వాయుగతి శాస్త్రపు అభివృద్ధి ఇంచుమించు పూర్తిగ విమానపు క్రమ వికాసముతో ముడివడి ఉన్నది. గాలికన్న బరువయి గాలిలో పయనించు వాహనము (గాలి గుమ్మటములు మినహా) లు సురక్షితముగాను, దక్షతగాను పనిచేయవలెనన్న అవి పయనించు యానకమయిన పూర్తిగా ప్రవహించు గాలియొక్క స్వభావమును సంపూర్ణముగ అవగాహన చేసికొని, గాలి చలనమును నియంత్రించు పద్ధతులు రూపొందించుకొనవలయును. విమాన యానమును సుసాధ్యము చేయుటకు విమానము గాలిలో ముందుకు సాగునప్పుడు దానిని పైకి లేపగలుగు ఆరోహణబలము (లిఫ్టింగ్ ఫోర్స్) ఇవ్వగలుగునట్లు విమానపు రెక్క ఆకారమును చక్కదిద్దుకొనవలయును [చూ. విమానము]. విమానయానము సురక్షితముగను, నిశ్చలముగను ముందుకు సాగునట్లు చూడ వలయును; ఇందుకుగాను గాలిలో అప్పుడప్పుడు కలుగుచుండు సంక్షోభమువల్ల విమానము విపరీత చలనములకు గురియగుటను అరికట్టి, కావలిసిన దిక్కులో విమానయానము సాగించుటకు, ఇష్టానుసారము దాని ప్రయాణ దిశను మార్చుటకు గాను వీలయిన నియంత్రకములు అవసరము. దీనివలన గాలి ప్రవాహమును నియంత్రించు సాంకేతిక విషయములను క్షుణ్ణముగా తెలిసికొనవలసి ఉన్నది. విమానము తగు వేగములో ప్రయాణము చేయుటకు, భారీ యంత్రములను ఉపయోగించవలసిన అవసరము లేకుండ గాలి నిరోధమును అత్యల్ప స్థాయికి

* Mach.

తగ్గించవలసి ఉన్నది. ఈ సమస్యల వలన వాయు గతి శాస్త్రములో శాస్త్ర బద్ధ పరిశీలనకు ప్రేరణ కలిగినది. అది 20 వ శతాబ్ది పూర్వార్ధమున అతి శీఘ్రముగ అభివృద్ధి చెందుతున్న శాస్త్రములలో ఒకటిగ పరిణమించినది.

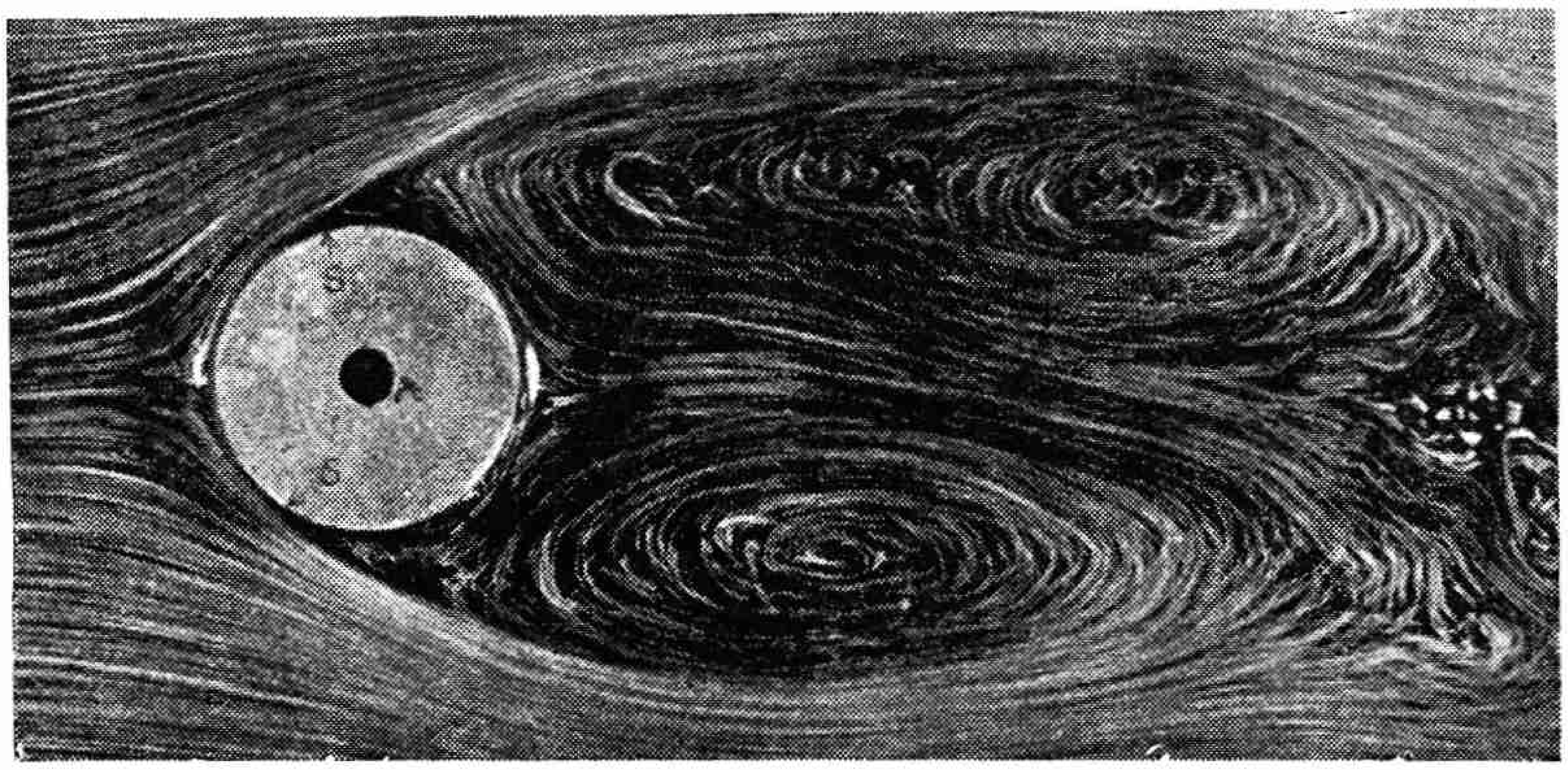
విమాన శాస్త్రరీత్యా వాయుగతి శాస్త్రపు అభివృద్ధికి దోహదమయిన ముఖ్య సమస్య అత్యధిక ఆరోహణ (లిఫ్టు) నిచ్చుచు, అత్యల్ప వాయు నిరోధము (డ్రాగ్) కలిగి ఉన్న ఉపయుక్త ఆకారములలో విమానముయొక్క చట్రమును, రెక్కలను తీర్చి దిద్దవలసి ఉన్నది. ఇటీవల జెట్ యంత్రముల రాకతో సమస్వనిక, పారస్వనిక యానము సుసాధ్యమయి వాయుగతి శాస్త్రపు ప్రాథమిక సమస్య ఇంకను జటిలమైనది. దీనికి కారణము, ఇక్కడ ఒకదానికి ఒకటి పరస్పరముగ ప్రతికూలమైన (ఇన్ కంపేటిబుల్) ఆవశ్యకతలు రెండు ఏర్పడినవి. అతి వేగ యానమునకు అనువుగా యోచన చేయబడిన తక్కువ వాయు నిరోధము గల రెక్క సహాయముతో విమానపు ఆరోహణ (టేకాఫ్), అవరోహణ (లేండింగ్) సమయము లలో ఉండు తక్కువ వేగములలో కూడ కావలసిన ఆరోహణ శక్తిని (లిఫ్టు) పొందగలగడము అధిక వేగము లను సాధించు పరిశీలనలలో అత్యున్నత తలములలో అతి పారస్వనిక యానము సాధ్యమగు అవకాశము ఉన్నది. దీనివల్ల కొత్త సమస్యలు తలయెత్తినవి. అత్యున్నత ఎత్తు లలో విమానము చుట్టు ఉన్న గాలి వేడెక్కిపోవును. వాతావరణమే పలుచనయి, విడి విడి అణువులను కలిగి ఉండును. ఇది రోదసీ యాన యుగముతో ప్రస్తుతమైన సమస్య. రోదసీ యాన ప్రవాహ పరిస్థితులకు సంబం ధించిన వాయుగతి శాస్త్ర పరిజ్ఞానమును సంపాదించుకుని, అత్యధిక వేగ చలనము వలన కలుగు దుర్ఘట తాప పరి ణామములను నియంత్రించి, స్వస్థత పొందిననే తప్ప రోదసీ నౌక భూమి వాతావరణములోనికి అధిక వేగముతో పునః ప్రవేశించు సమయములో ఘర్షణవేడిమినితట్టుకొనలేక కాలి బుగ్గి అయిపోవుచున్నది [చూ. రోదసీ విజ్ఞానము - పు. 688].

ఈ జటిల సమస్యకు పరిష్కార మార్గములు యోచన చేయవలసి ఉన్నది. ఒక వస్తువు ఆకారము గాలిలో దాని చలన పరిస్థితులను, మనకు తెలిసిన దానిపై పనిచేయు క్షేపములను, బలములను లెక్కకట్టు పద్ధతిని రూపొందించు కొనవలసి ఉన్నది లేదా తెలిసిన పరిస్థితులలో ఒక వస్తువు కదులుచున్నప్పుడు అత్యధిక ఆరోహణ శక్తిని, అత్యల్ప నిరోధము (డ్రాగ్) ను ఇవ్వవలెననిన దాని ఆకా రమును ఎట్లు తీర్చిదిద్దవలెను? అటువంటి పరిస్థితిలో అవరో హణ శక్తి, డ్రాగ్‌ల విలువలు ఏమిటి? వాయుగతి శాస్త్ర భౌతిక నియమములను ఉపయోగించి, గణిత శాస్త్రము ఈ సమస్యలను, పరిస్థితులను ఊహించుకుని పరిష్కరించినది (ఈ గణనలో గాలికి స్నిగ్ధత లేదని అనుకొనడమయినది). గాలికి చాల తక్కువ స్నిగ్ధత ఉన్నప్పటికిని అది కొన్ని ప్రవాహ పరిస్థితులలో మాత్రమే అస్నిగ్ధపదార్థముగ వ్యవహరించును. మిగిలిన అన్ని పరిస్థితులలోనూ ఈ కొంచెము స్నిగ్ధతకూడ ఎక్కువ ప్రతిక్రియకు దారితీసి, అస్నిగ్ధ ప్రవాహమును ఊహించి గణిత శాస్త్రము సూచిం చిన ప్రవాహరీతికి, అసలు ప్రవాహరీతికి కొంచెము కూడ పోలిక ఉండదు.

పైకి విపరీతముగ కనిపించుచున్న ఈ విషయమును మరింత విశదముగ తెలిసికొనవలసి ఉన్నది. వస్తువు గాలిలో కదులుచున్నప్పుడు దాని ఉపరి తలమును ఆవరించి ఉండు పలుచని గాలి పొర దానికి అంటుకుని ఉండి దానితో బాటు లాగబడును. ఆ వస్తువుయొక్క ఉపరి తలమును ఎంత నునుపుగా మెరుగు దిద్దినను లాగబడుట తథ్యము. ఈ క్రియ (వస్తువుతోబాటు లాగబడడము) స్నిగ్ధత వలన వస్తువును అంటి ఉన్న గాలి పొరలోనుండి దాని సమీప వర్తములయిన ఇతర సమానాంతర పొరల ద్వారా వ్యాప్తమయి చివరకు వస్తువునకు కొంత దూరములో అంతరించును. స్నిగ్ధత వలన ఏర్పడిన ఈ పలుచని పొరని - అంటే వస్తువుతోబాటు లాగుడు క్రియ పరివ్యాప్తమయి ఉన్న పొరని - 'అవధిపొర (బౌండరీ లేయర్)' అందురు. ఈ అవధి పొరలోని వాయు బిందువుల (కణముల) చలన మునకు, ముఖ్య వాహినిలోని వాయు బిందువులకు గల సంబంధము వస్తువు చుట్టు ఉన్న మొత్తపు ప్రవాహరీతిని నిర్ణయించుటకు అతి ముఖ్యమైనది. వస్తువుయొక్క సైజుతో పోల్చి చూచిన అవధిపొర అతి పలుచగ ఉన్నట్టి ప్రవాహస్థితులు ఏర్పడిన అటువంటి వాయు ప్రవాహము గణిత శాస్త్ర రీత్యా 'ఆదర్శ' లేదా 'అస్నిగ్ధ' ప్రవాహ మునకు దగ్గరగ ఉండును. ఇటువంటి ప్రవాహము సన్న ముగ, నాజూకుగ, మధ్య లావుగా ఉండి ఒక వైపు మొనదేలి సాగదీయబడిన ఆకారము గల వస్తువు చుట్టు ఉండును. దీనినే సుప్రవాహి వస్తువు (స్ట్రీమ్ లైన్డ్ బాడీ) అందురు. ఒకవేళ వస్తువు కొలతతో పోల్చి చూచిన ఈ అవధి పొర ఎక్కువ మందముగ ఉండు ప్రవాహ పరిస్థితులు ఏర్పడిన ఆ ప్రవాహము ఛిద్రమయి 'ఆదర్శ ప్రవాహ' సిద్ధాంత రీత్యా సూచించబడజాలదు [చూ. 716, 717 వ పుటలలోని చిత్రములు].

వాయుగతి శాస్త్రరీత్యా నిశ్చలముగ ఉన్న గాలిలో ఒక వస్తువుయొక్క చలనగతి స్థిరముగా ఉన్న ఆ వస్తువు

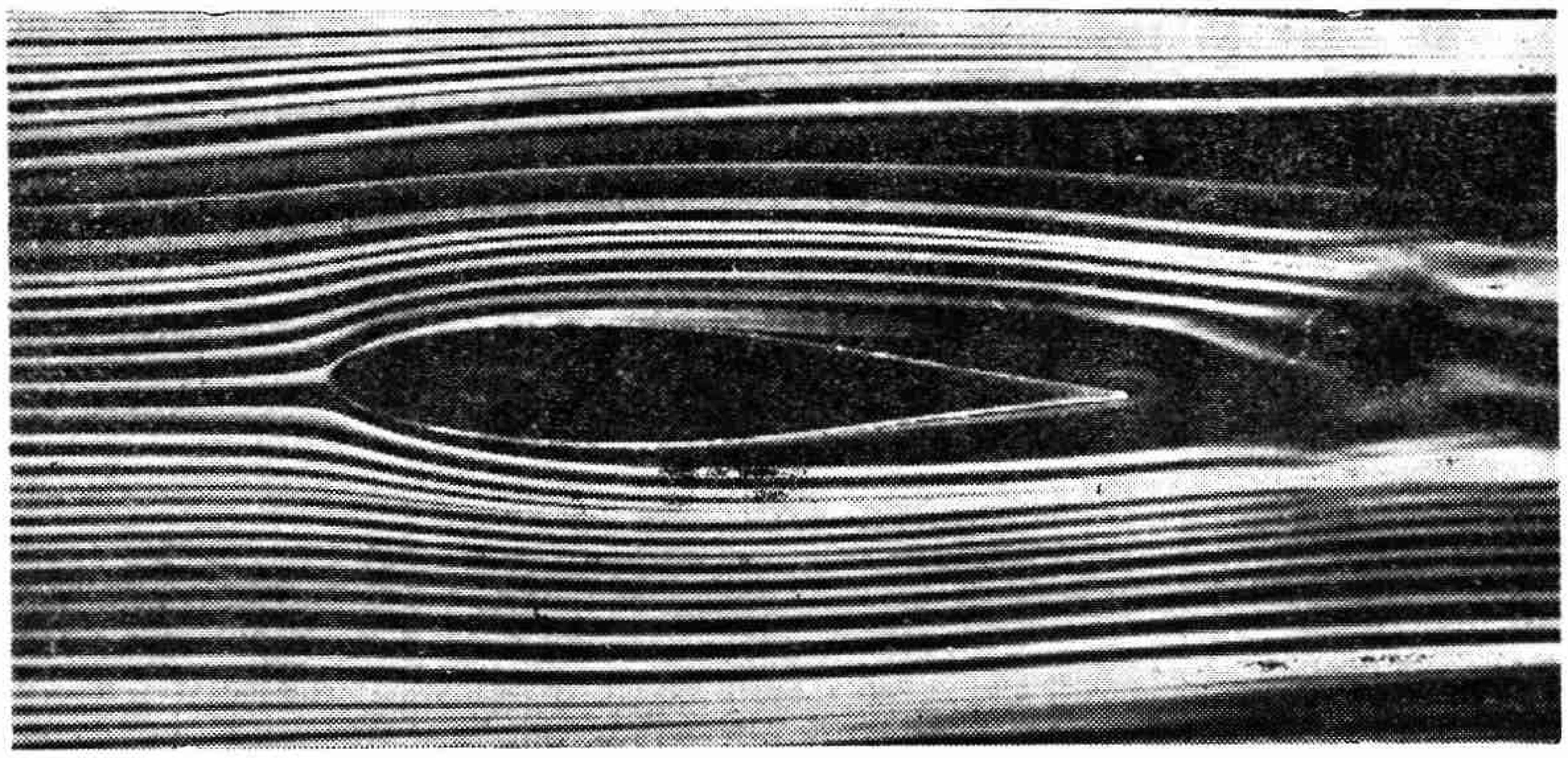
చుట్టు అదే సదిశ వేగముతో ప్రవహించు వాయువు యొక్క చలన గతికి సమానముగాను, వ్యతిరేక దిశలోను ఉండును. ఈ రెండు సమయములలోను వస్తువునకు, గాలికి మధ్య ఉన్న సాపేక్ష చలనము ఒకేవిధముగా ఉండి వస్తువు మీద ఒకే తరహా ప్రవాహా రీతులను వాయుగతి జనిత బలములకు దారితీయును. వాయుగతి శాస్త్ర పరిశీలనలో సాధారణముగ స్థిరముగా ఉన్న వస్తువు చుట్టు ఉన్న ప్రవాహమును పరీక్షించుట పరిపాటి.



చిత్రము - 1

స్తూపాకారములో ఉన్న అడ్డంకుల ద్వారా ప్రవహించు తీరు : స్తూపతలమున 'S' బిందువుల వద్ద ప్రవాహము విడివడి చక్రప్రవాహము (ఎడ్డీ) లు, సంక్షోభములు రూపుగొనుటకు అవకాశమును ఇచ్చును. దాని ఫలితముగ స్తూపముపై నిరోధము (డ్రాగ్) అధికమగును.

విమానము యొక్క రెక్క (ఎయిరోఫాయిల్) ఉపరితలముపై ప్రవాహమును పరిశీలించిన వాయుగతి శాస్త్ర మౌలికసూత్రములు మరింత విశదమగును. గాలి కణముల గతి స్వరూపమును సుప్రవాహి రేఖలు నిరూపించును. ఒక గాలి కణము సుప్రవాహి రేఖ ద్వారా ఎయిరోఫాయిల్ మీదుగా కదులుచున్నప్పుడు దాని సదిశ వేగము (తద్వారా ప్రేషము) ఎయిరోఫాయిల్ సమీపమున మార్పు చెందును. ఈ మార్పు ఎయిరోఫాయిల్‌కి ఇరువైపుల బహుదూరంలో ఉన్న స్వేచ్ఛా సుప్రవాహినుల మధ్య ప్రాంతములో జరుగును. సుప్రవాహి మధ్య ఎయిరోఫాయిల్ ఉండుటవల్ల ప్రవాహపు వేగము త్వరణగాని, నిస్త్వరణగాని ఎంతవరకుమార్పు చెందుతున్నదన్న విషయము ఎయిరోఫాయిల్ ఆకారము మీద ముఖ్యముగ ఆధారపడి ఉండును. గాలి ప్రవాహములో సదిశ వేగపు మార్పులను అనుసరించి ఉన్న ప్రేష మార్పులు ఎయిరోఫాయిల్ తలము చుట్టును ఒక విధమయిన ప్రేష విస్తరణను కలిగించును. ఈ ప్రేష విస్తరణ ఎయిరోఫాయిల్ పై పనిచేయు వాయుగతి బలములను సృష్టించును.

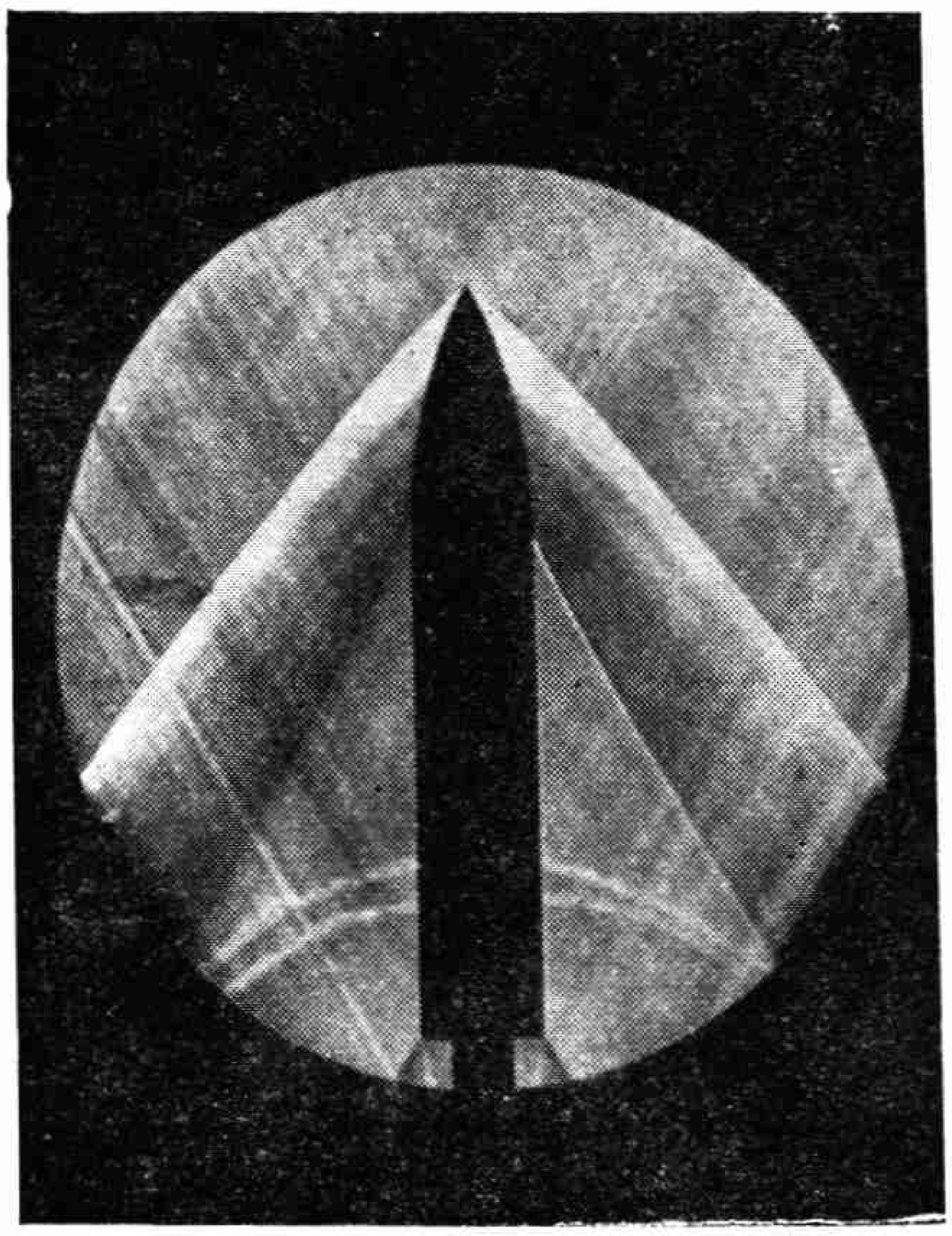


చిత్రము - 2

సుప్రవాహి (స్ట్రీమ్‌లైన్డ్) వస్తువు ప్రక్కనుండి ప్రవహించు తీరు : ఇటువంటి తీర్చిదిద్దిన రూప రేఖలు గల సుప్రవాహి వస్తువు ప్రక్కల వెంబడి గాలి విడివడకుండ ప్రవహించుటకు దోహదమగును. అందుచేత, వస్తువుపై నిరోధము (డ్రాగ్) బాగుగ తగ్గిపోవును.

ఎయిరోఫాయిల్ యొక్క ముందు భాగమున ఒక బిందువువద్ద గాలి కణములు గ్రుద్దుకుని తమ సదిశ వేగమును కోల్పోవును. ఈ బిందువువద్ద (ప్రవాహా రిక్త బిందువు - స్టేగ్నేషన్ పాయింట్) ప్రవాహ శక్తి అంతయు ప్రేషముగా రూపొందును. అందుచేత, ఇది అత్యధిక ప్రేష బిందువు. అదియునుకాక, ఈ బిందువు వద్దనే వాయు ప్రవాహము, ఉపరితల, అధోతల ప్రవాహములుగ ఎయిరోఫాయిల్‌కి ఇరువైపులను చీలిపోయి, తిరిగి ఎయిరోఫాయిల్ తోక వద్ద ఏకమగును. ఉపరితల గాలి ప్రవాహములోని ఒక గాలి కణగతిని అనుసరించిన అది ప్రవాహా రిక్త బిందువు వద్ద బయలుదేరి ఎయిరోఫాయిల్ నందు అత్యధిక దళసరిగా ఉన్న ప్రదేశము వరకును త్వరణము చెంది

అక్కడ అత్యధిక సదిశ వేగమును సంతరించు కొనును. అటుపైన ఆ గాలి కణపు చలనము క్షీణించి, ఎయిరో ఫాయిల్ తోకవద్ద దాని వేగము ఇంచుమించు శూన్యమగును. ఎయిరో ఫాయిల్ ఆకారము స్వేచ్ఛా వాహిని ప్రవాహ అక్షరేఖకు సౌష్ఠవము (సిమెట్రికల్) గ ఉన్నట్లయిన, ఎయిరో ఫాయిల్ క్రింద భాగమున చలించు గాలి కణములు కూడ ఉపరితలముపై చలించు గాలి కణములతో సమానముగ త్వరణమును గాని, నిస్త్వరణమును గాని చెందును. అయితే, అసౌష్ఠవ (నాన్‌సిమెట్రిక్) ప్రవాహములో కూడ అధోతల ప్రవాహము అదే లక్షణములను కలిగి ఉండును. ఎటొచ్చీ, సాధారణముగ ఎయిరో ఫాయిల్ మీద క్రిందితలమున ఉన్న అత్యధిక సదిశ వేగము ఉపరితలము పైన కన్న తక్కువగ ఉండును. ఎయిరో ఫాయిల్ మరొక స్థానము పొందినపుడే ఇట్లు జరుగుట కద్దు.



చిత్రము – 3

పారస్వనిక (సూపర్సానిక్) వేగమున షాక్ తరంగములు ఏర్పడుతీరు: శబ్దవేగమునకు 1·8 రెట్లు వేగమున (Mach 1·8) పయనించు ప్రక్షేపము షాక్ తరంగములను ఉత్పత్తి చేయును. ప్రత్యేక చాక్షుష వ్యవస్థద్వారా పరిశీలించినప్పుడు ఇవి నలుపు, తెలుపు రేఖలుగ వ్యక్తమగును.

ఈ ప్రవాహ రీతిని ప్రేషములుగ పరిశీలించిన రెండు ముఖ్య గుణములు సూచితమగును: 1. ఉపరితల ప్రవాహ సదిశ వేగము అధోతల సదిశ వేగము కన్న ఎక్కువగ ఉన్నచో ఉపరితలము మీద ప్రేషములు అధోతల ప్రేషముల కన్న తక్కువ. రెండు తలములపై ప్రేషములోని ఈ తారతమ్యము ఆరోహణబలము (లిఫ్టుఫోర్స్) కలిగించును; ఎయిరో ఫాయిల్ యొక్క ప్రాథమిక గుణము ఇది; 2. రెండు తలముల మీద అత్యధిక సదిశ వేగ బిందువునకు, ఎయిరో ఫాయిల్ తోకకు మధ్య ప్రేషము అధికమగుచుండు ప్రాంతము ఒకటి ఉండును. అనగా, ఈ ప్రాంతములోని గాలి కణముల చలనమును ఎయిరో ఫాయిల్ ముందు భాగమున ఉన్న ప్రవాహముతో పోల్చి చూచిన (ఎయిరో ఫాయిల్ ముందు భాగము వద్ద ప్రవాహము ప్రేషమునకు అనుకూల దిశలో ఉండును) ప్రతికూల ప్రేషదిశలో ప్రవహించును. మెరుగు పెట్టబడిన సుప్రవాహి రేఖలు గల (స్ట్రీమ్‌లైన్) వస్తువు పైన నిరోధమును (డ్రాగ్) తగ్గించుట గాని, ఎయిరో ఫాయిల్ యొక్క ఆరోహణను ఎక్కువ చేయుట గాని అవధిపొరతో కలిసి ఈ రెండవ గుణము ప్రాథమిక పరిమితి అగును.

గాలి ప్రవాహములో ఉన్న నిశ్చల వస్తుతలముపై ఉన్న అవధిపొరను గమనించిన అది వస్తుతలమునకు, ప్రధాన వాహినికి మధ్య మందగతితో ప్రవహించు గాలి కణముల పొరవలె కనిపించును. ఆ పొరలో వస్తుతలము మీద సదిశ వేగమేమియు ఉండదు. అక్కడ గాలి కణములు వస్తుతలమునకు అంటుకుని ఉండును. ముఖ్య వాహినిలోని స్థానిక సదిశ వేగము ప్రగతి గతిని వేగవంతమగు గాలి కణముల పొరల ద్వారా చేరుకొనును. అవధిపొర (బౌండరీ లేయర్) లో అప్పటికే ముఖ్య వాహినిలో కన్న తక్కువ గతి భారముతో ప్రవహించు వాయు కణములు ప్రేషము అధికమగుచున్న ప్రాంతములో ఇంకను తొందరగ మందగించిపోవును. వస్తుతలము వెంబడి ప్రేషవృద్ధి చాలినంత శక్తిమంతమయినదయిన అవధిపొరలోని గాలి ప్రవాహము చివరికి నిలిచిపోయి, ఆ పైన ఎదురు తిరుగును. అవధిపొరలో జనించిన ఈ ఎదురు ప్రవాహము ముఖ్య ప్రవాహమును వస్తుతలము నుండి పూర్తిగా వేరుచేయును. అప్పుడు గాలి ప్రవాహము వస్తువు రూపు రేఖలను అనుసరించకుండ సంక్షోభము చెంది, పరావృతము చెందును. దీనివల్ల ఎయిరో ఫాయిల్ ఆరోహణ తగ్గి నిరోధము అధికమగును.

తక్కువ వేగమున పయనించు విమానముల డిజైన్‌కు సంబంధించినంతవరకు వాయుగతి శాస్త్ర పరిశోధన యొక్క ముఖ్య ధ్యేయము విమాన చట్ర స్వరూపము, రెక్కల రూపు రేఖలను తీర్చి దిద్దువరకు పరిమితమయినది. ఇందు ప్రవాహ విభజనను పూర్తిగా తొలగించుట గాని, సాధ్యమైనంతవరకు తగ్గించుట గాని చేయుదురు. అటువంటి ప్రవాహ పరిస్థితులను కల్పించ గలుగు

ఆకారముల క్రమ వికాసములో చాల అభివృద్ధి జరిగినప్పటికిని దానికి కూడ ఒక పరిమితి ఏర్పడి, ఆపైన కేవలము ఆకారనిర్ణయము ఒక్కటే ఫలవంతము కాలేదు. ప్రవాహమును నియంత్రించు ఇతర విధానములను అవలంబించవలసి ఉన్నది. దానిని 'అవధిపొర నియంత్రణ' ద్వారా సాధించవచ్చునని తెలిసినది. వస్తుతలము మీది రంధ్రముల ద్వారా గాని, గాట్లు ద్వారా గాని విలంబిత గాలి పొరను పీల్చి వేసి, అవధిపొరను నియంత్రించ వచ్చును లేదా ఎయిరో ఫాయిల్ మీద ప్రాంతములో ఎదురు ముఖముగా ఉన్న గాట్ల ద్వారా గాలి ధారను అధికవేగమున ఊది శక్తిమంతము చేయడము వలన గాని నియంత్రించవచ్చును.

ధ్వని వేగమునకు సమీపమున విమానము ఎగురునప్పుడు కలుగు ఇబ్బందులను, వాయు గతి సమస్యలను వివరించుటకు ఎయిరో ఫాయిల్ మీది ప్రవాహ రీతిని నెమరు వేసికొన వలెను. ఎయిరో ఫాయిల్ ఉపరితలము మీద స్థానిక ప్రవాహ వేగము స్వేచ్ఛావాహిని కన్న ఎక్కువ కాబట్టి, స్వేచ్ఛా వాహిని వేగము (లేదా ప్రయాణ వేగము) అవస్వనికముగ ఉండగనే ఎయిరో ఫాయిల్ ఉపరి తలము మీద ఏదో ఒక చోట ప్రవాహ వేగము ధ్వని వేగమునకు సమానమగునని స్పష్టమగుచున్నది. ఈ స్థితిని మించి వేగము ఏమాత్రము కొంచెము వృద్ధిచెందినప్పటికిని పారస్వనిక ప్రవాహము ఏర్పడి తద్ద్వారా సంభవించిన షాక్ తరంగముల వలన నిరోధము (డ్రాగ్) వృద్ధిచెందును. ఇట్లు అధికమైన నిరోధమును జయించగలిగిన తగు సురక్షితాంశ శక్తిని విమానయంత్రములు కలిగి ఉండక పోయిన (బరువు, ఇంధనముల ఖర్చు దృష్ట్యా అసాధారణమయినది) విమానపు అత్యధిక వేగము అవశ్యము పరిమితము అగును. వెనుకకు తిరిగి ఉండు (స్వెప్ట్ బేక్ వింగ్) విమానపు రెక్కలను ఉపయోగించుట సమస్వనిక విమాన యాన సమస్యకు వాయుగతిశాస్త్ర సమాధానము. ఈ రకము రెక్క షాక్ తరంగముల ఆగమనమును అధికతర వేగముల వరకు నెట్టివేయును.

పారస్వనిక విమాన యానమునకు అత్యధిక రాశులలో శక్తి అవసరము. ఈ శక్తిలో చాల భాగము పారస్వనిక ప్రవాహములో స్వాభావికముగ ఉండు షాక్ తరంగములలో నిస్తేజమయి పోవును. షాక్ తరంగ జనితమయిన నిరోధమును తగ్గించ గలుగు ఫలసాధక రూపములను విమానము యొక్క చట్రమునకు, రెక్కలకు కల్పించుటకు చాల పరిశోధనలు జరిగినవి. పారస్వనిక విమానముల ఆకారములకు, అవస్వనిక విమానముల ఆకారములకు మౌలిక భేదము ఉన్నది. ఇరువైపులను మొనదేలి ఉన్న సన్నని పొడుగుపాటి చట్రము కచ్చితమయిన అంచులతో తక్కువ వైశాల్యము కలిగి శరాకారపు రెక్కలు కలిగి ఉండుట పారస్వనిక విమానముల లాక్షణిక రూపము. ఈ రూపముతో అవి మిస్సైల్‌లు [చూ. పు. 640] వలె కనిపించును. అట్టి విమానములు పారస్వనిక యాన సంబంధ వాయుగతి సూత్రములను పాటించి తీరవలసి ఉన్నది గనుక, వాటి ఆకారములలో అవి ప్రతిబింబించుట సబబే. పారస్వనిక విమాన నిర్మాణము కడు జటిల సమస్య. విమానపు అవరోహణ, ఆరోహణ సమయములలోని తక్కువ వేగము లందు కూడ సురక్షితముగ ఎగురగలిగి ఉండవలెను. చిన్నవయిన శరాకారపు రెక్కలు తక్కువ వేగములలో కావలసిన ఆరోహణను ఇచ్చుటకు చాలవు. వాటి ఆరోహణ సామర్థ్యమును విమానము పైకి లేచునపుడు, క్రిందికి దిగునప్పుడు వృద్ధిచేయవలెను. అవధి పొర నియంత్రణతో కలిపి విమానపు రెక్కల ఆకారస్వరూపమును యాంత్రికముగా మార్పుచేయుటవలన సాధించవచ్చును.

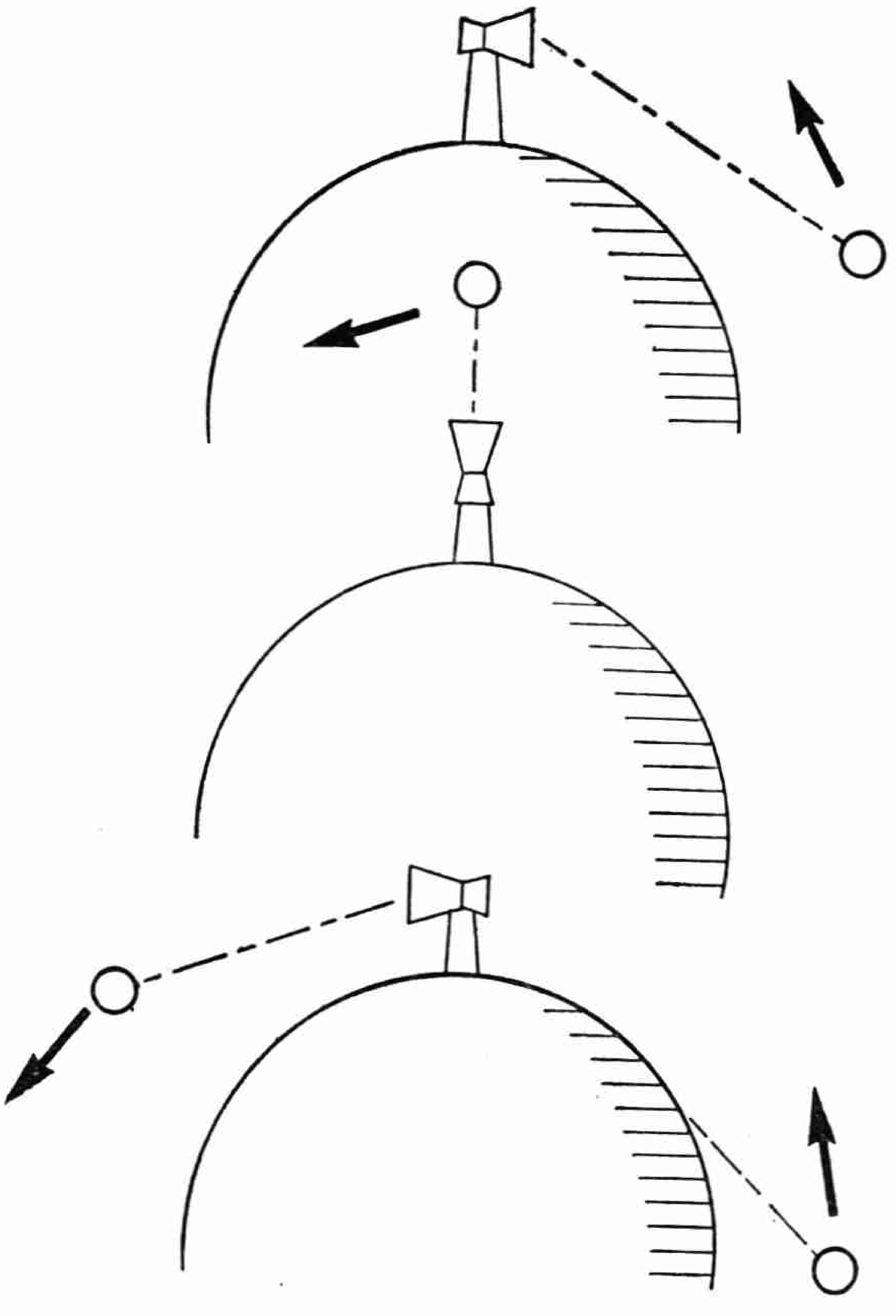
వివిధ వేగములలో వాయు ప్రవాహము క్లిష్ట స్వభావమును కలిగి ఉండును. దానివలన ఆధునిక విమాన రూపకల్పన విషయములో తారసిల్లు విచిత్ర సమస్యలు గణితశాస్త్ర సూత్రముల ఉపయోగమును చాల పరిమితము చేసినవి. అందుచేత వివిధ స్థితుల గాలి ప్రవాహముల భౌతిక స్వభావము అర్థముచేసికొనుటకు అనుశీలన, ప్రయోగము, పరిశోధన చాల అవసరము. వ్యవహార యోగ్యమైన డిజైను కొరకు మౌలిక సూత్రాధార విధానములు అభివృద్ధి అగువరకు వేచి ఉండక ప్రయోగాత్మక విధానములను (అవి అధిక ఆర్థిక, సాంకేతిక వ్యయ ప్రయాసలతో కూడుకున్నప్పటికిని) అనుసరించుట వలన విమానశాస్త్రము ఈనాడు ఉరకలు, పరుగులతో పురోగమించ గలుగుచున్నది. ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్ల [చూ. పు. 276] రాకతో మౌలిక సూత్రాధార విధానములను అభివృద్ధిచేయుటకు ప్రయత్నములు జోరుగా సాగుచున్నప్పటికిని ఈ విధానములు ఏదో ఒకనాడు వాయుగతి శాస్త్ర సమస్యలలో ప్రయోగాత్మకవిధానముల ఆవశ్యకతను త్రోసిరాజనుట అనుమానాస్పదమే. నిత్యము అధికమగుచున్న వాయుగతి సమస్యలను పరిష్కరించుటకు సరియైన కొలమానములను అభివృద్ధి చేసి, మరింత సుళువయిన యంత్రసామగ్రిని సిద్ధపరచుటకు కూలంకష పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి.

వాయుగతి శాస్త్రములో ప్రయోగాత్మక పరిశోధనకు గాలి సొరంగములు (విండ్ టనెల్) ప్రాథమిక సాధనము. గాలి సొరంగములలో పంకాలవలనగాని, మరే ఇతర పరి

కరముల వలనగాని సృష్టించిన కదలని గాలిప్రవాహములో విమానమును కాని, దాని భాగమును కాని తగిన ఊత నిచ్చి నిలబెట్టుదురు. వివిధ రకముల సాధనములను ఉపయోగించి, దానిపై పనిచేయు బలము ప్రేషము వంటి భౌతిక ధర్మముల కొలతలను సాధింతురు.

ఒక్కొక్కప్పుడు పూర్తి విమానమును ఉంచి పరీక్ష చేయగలుగు పెద్ద గాలి సొరంగములు వాడుకలో ఉండెడివి. ఇప్పుడు ఆధునిక విమానము భారీ ఆకారము వలన పూర్తి ప్రమాణ విమానముల పరీక్ష సాధ్యము కాదు. పైగా అటువంటి పరీక్ష ఆవశ్యకత కూడా లేదు. ఏలన, చిన్న సైజు ప్రతి రూపములతో ప్రయోగములు చేసి, పూర్తి సైజు విమానపు డిజైన్‌కు ఉపయోగపడు కొలతలను గ్రహించు పరిజ్ఞానము, అనుభవము ఇప్పుడు కలదు. సమస్వనిక, పారస్వనిక పరిశోధనకు ప్రతిరూపము పై పరిశోధన ఒక్కటే వ్యవహార యోగ్య విధానము కాబట్టి, అట్టి గాలి సొరంగము నిర్మాణము అతివ్యయముతో కూడుకొని ఉన్నప్పటికి వాటిని నడుపుటకు అధిక పరిమాణములలో శక్తి కావలసి ఉండుటచే పెద్ద విమానము యొక్క ప్రతీకను గాలి సొరంగములో పరిశోధనకు గురిచేయుదురు. ఆధునిక గాలి సొరంగముల సామర్థ్యము విమాన శాస్త్రాభివృద్ధిని అనుసరించినది. ఈ నాడు విమానము, మిస్సైల్, రోదసీ నౌక వంటి వాహనముల ప్రతి రూపములను (మ్యాక్ 20 వరకు) ఈ ఆధునిక గాలి సొరంగములలో పరిశోధన చేయవచ్చును. భావి అభివృద్ధి కార్యక్రమములు, ఇతర గ్రహము (అంగారక గ్రహముల వంటి) లలోని వాతావరణ స్థితిని గాలి సొరంగములో ప్రతి సృష్టించిన పరిశోధనలకు అనువుగా ఉండును. అటువంటి గాలి సొరంగములలో గ్రహవాతావరణమును అనుకరించగల వాయు మిశ్రమములను గాలికి బదులు ఉపయోగింతురు.

వాయు ప్రవాహపు స్వభావమును కంటితో చూచుటకు ప్రాథమిక అవరోధము గాలి అగోచరము కావడమే. మామూలు గాలి సొరంగ పద్ధతులలో ప్రేషమును, బలమును కొలుచుట అత్యవసరమైనను, ప్రవాహ తత్త్వములను అర్థముచేసికొని వాటికి పరీక్ష చేయబడుచున్న ప్రతిరూపము పై ఉన్న బలములకు గల సంబంధములను అర్థము చేసికొనుటకు చాలవు. ఈ అసంపూర్ణతను పరిహరించుటకు సమర్థమైన సాంకేతిక విధానములు అభివృద్ధి అయినవి. వాయువాహినిలోనికి దృగ్గోచరమగు పొగను పంపించు విధానము బహుళంగా ఉపయోగించుటకద్దు. సమతల ప్రవాహ రీతులను గోచరము చేయుటకు ఉన్ని శిఖలను, నూనె ప్రవాహములను ఉపయోగించుట కూడ కలదు. పారస్వనిక సొరంగములలో షాక్ తరంగములను గోచరము చేయుటకు చాక్షుష విధానములు (ఆప్టికల్ టెక్నిక్స్) జయప్రదమైనవి. ఈ పద్ధతి వలన వాయు గతి యొక్క భౌతిక ప్రకృతి చిత్రము రూపొందించ బడినది. వాయుగతి శాస్త్రజ్ఞులకు సవాలుగాను ఉండిపోయినవి [చూ. విమానము]. డి. ఎమ్. రా.

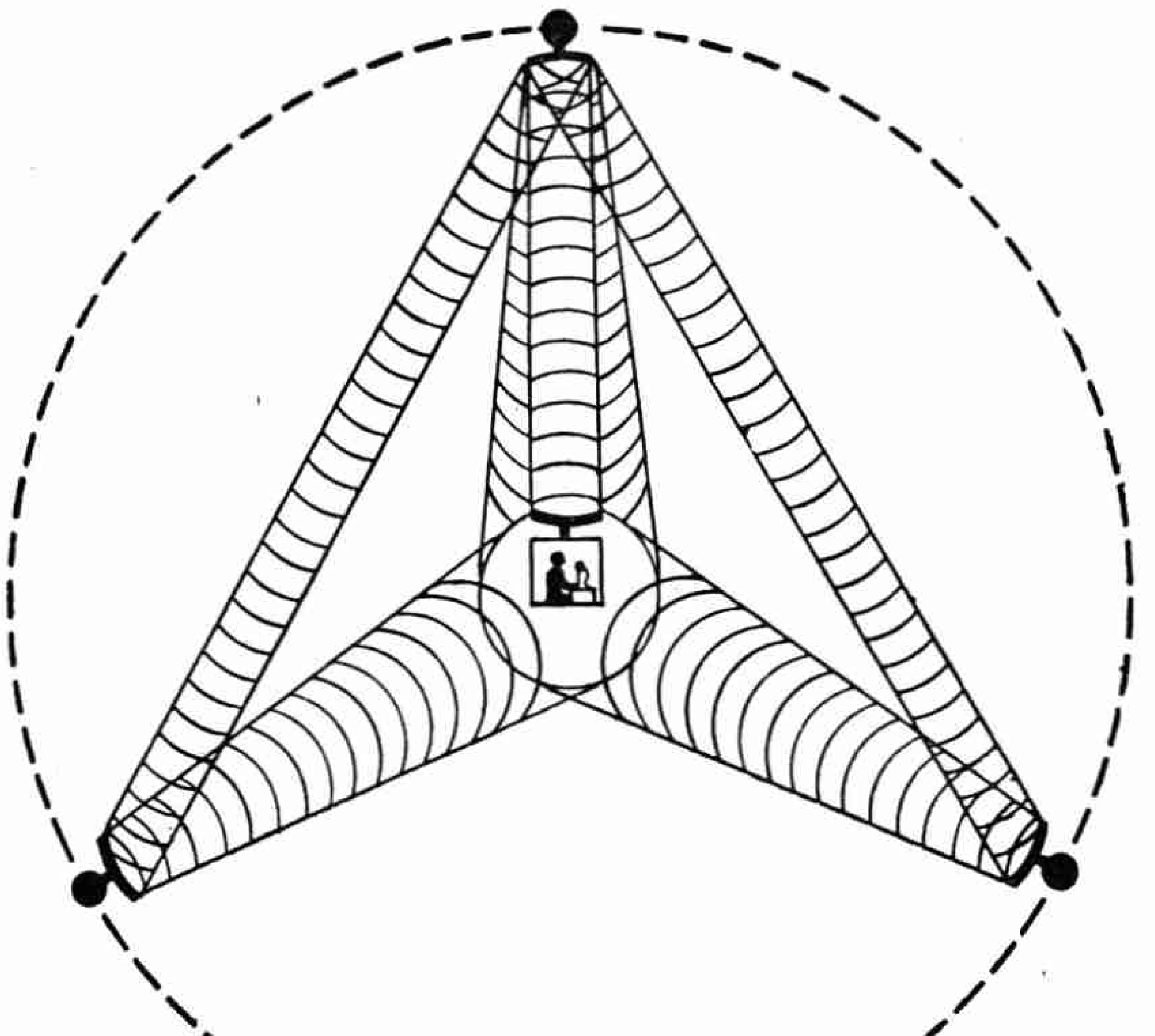


చిత్రము - 1
ఉపగ్రహముల ద్వారా ప్రపంచము చుట్టూ వార్తా ప్రసారము

వార్తా ప్రసారక ఉపగ్రహములు : దూర ప్రాంతములకు వార్తలను పంపు అవసరము ఎక్కువ అగుచున్న కొలది అధిక ప్రసార సామర్థ్యము గల వార్తా ప్రసారక ఉపగ్రహముల వాడుకపై విజ్ఞానుల దృష్టి పడినది.

ఉపగ్రహముల ద్వారా ప్రపంచము చుట్టూ వార్తా ప్రసారము : టెలివిజన్‌లో వాడబడు ప్రసార తరంగములు ఋజు రేఖల మార్గమున అంతరాళములో ప్రసరించును. అవి భూమియొక్క వర్తుల తలమును అనుసరించ సమర్థములు కావు. వాతావరణ ఉన్నత స్తరముల నుండి అవి బాగుగ పరావర్తించ బడవు కూడను. అందువలన టెలివిజన్ వార్త చాలదూరము ప్రసరించదు. దూరముగ ప్రసరింపజేయుటకు మధ్య మధ్య అంచీలు స్థాపించబడవలెను. భూమిపైన అట్టి అంచీలు నిర్మించుట సులభము; కాని, విశాల సముద్రములపై ఇది వీలు కాదు. సరిగా ఈ ప్రసక్తియందే ఉపగ్రహములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి [చూ. 719 పుటలోని చిత్రము - 1].

వార్తా ప్రయోజనములకు ఉపగ్రహమును దక్షముగ ఎట్లు ఉపయోగించవలెననునది చాల గడ్డు సమస్య. ఇందులో అనేకమైన అంశములు - ముఖ్యముగా ధనవ్యయము - ఆలోచనలోనికి తీసికొనబడవలయును. ఈ సమస్యలలో రెండు చాల ముఖ్యమైనవి: 1. కక్ష్య మార్గమును ఎన్నుకొనుట - అనగా అది వృత్తాకారమున ఉండవలయునా, దీర్ఘ వృత్తాకారమున ఉండవలయునా; 2 ఆ యానము ఏ ఎత్తున పని చేయవలయును.



చిత్రము - 2 : ప్రపంచ మంతటా రేడియో ప్రసారము సాధించుటకు అనువుగా 'టెల్‌స్టార్' లు భూమి చుట్టూ భ్రమించుట.

ఉపగ్రహము భూమికి దగ్గరగ ఉన్నకొద్దీ, భూమిపై ఉన్న గ్రాహక స్థావరముల మధ్య దూరము తక్కువగ ఉండవలయును. అంతేగాక, ఈ రెండు స్థావరములును యానకముతో సమాన దృష్టి రేఖలో ఉండు కాలముకూడ తక్కువగ ఉండవలయును. భూమియొక్క వక్రాకారము దృష్టిరేఖయొక్క పరిమాణమును తగ్గించును. అందువలన స్థావర మధ్య దూరము చాల కొంచెముగ ఉండవలెను. కాల వ్యవధి కూడ తక్కువగా ఉండును. ఏలన, ఉపగ్రహము భూమికి దగ్గరగ ఉన్న కొలది - ఒక నియత కాల వ్యవధిలో - అంతరాళమందు దాని స్థానమును నిలుపుకొనుటకు భూమి చుట్టు ఎక్కువ కక్ష్యలను అది చుట్టవలెను. దీనిని బట్టి భూ స్థావరముల మధ్య వార్తా ప్రసారము 24 గంటలు నిర్వహించబడవలెననినచో చాల తక్కువ లంబోన్నతిలో పయనించుచున్న ఉపగ్రహ పరంపరను ఒకదానిని నిర్మించవలెను.

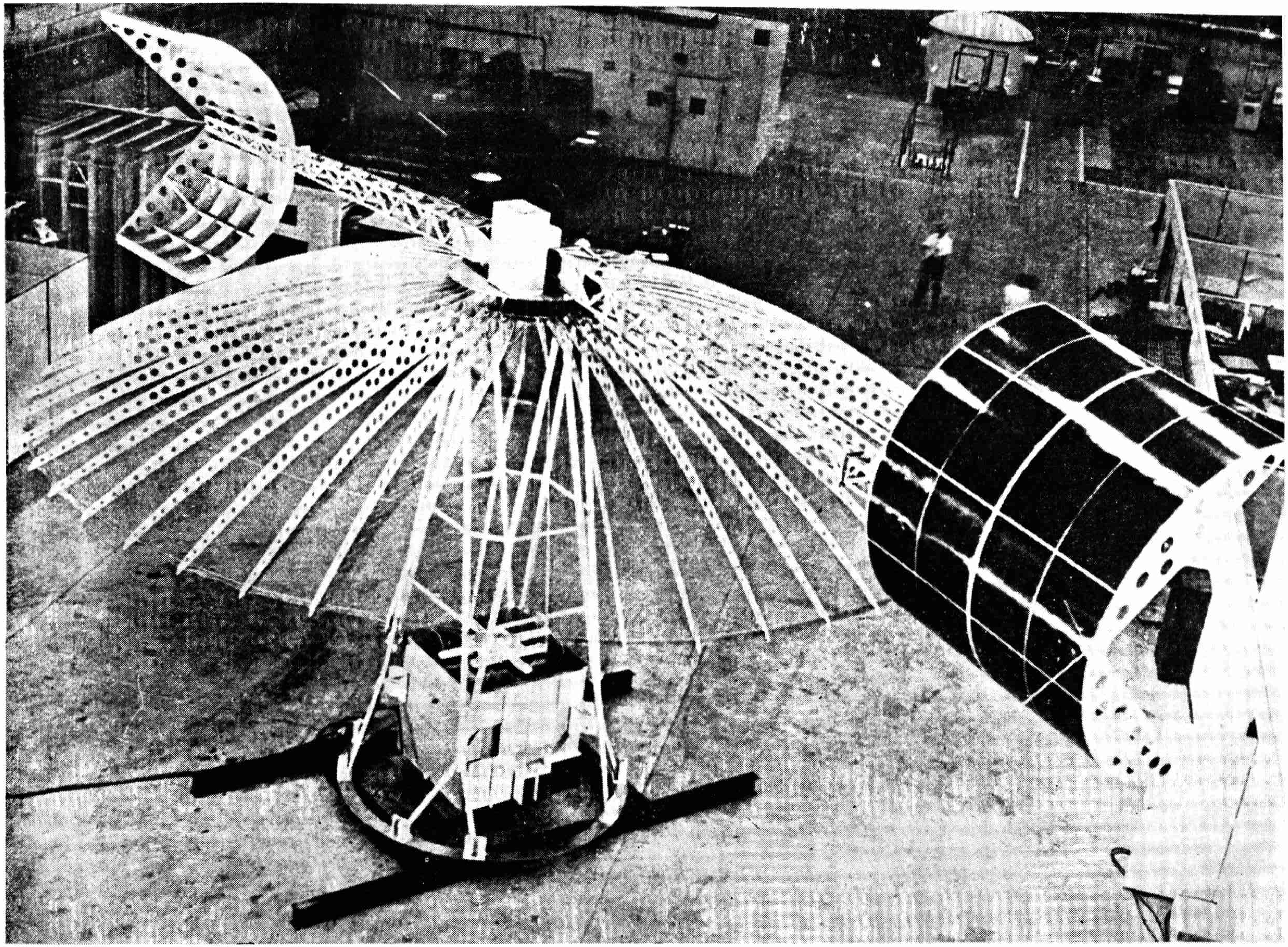
ఇంకొక ఉపాయము : ఒక ఉపగ్రహమును అత్యున్నత కక్ష్యలో తిరుగునట్లు ఏర్పరచినచో భూతలపు సగము భాగమునకు ఏకకాలమున ఈ యానము కనపడును. ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించుట వలన భూ వలయము అంతటిని రెండుగాని, మూడుగాని ఉపగ్రహములు కప్పగలవు. ఈ సమస్యా పరిష్కారము పైకి సులభముగా కనుపట్టినను, దానికి అగు వ్యయము అపరిమితము [చూ. చిత్రము - 2].

మరియొక పద్ధతి : ఒక ఉపగ్రహమును 37,000 కి. మీ. ఎత్తున కక్ష్యలో ఉంచుట. ఈ ఎత్తున, కక్ష్య భూ మధ్య రేఖకు సమానముగా ఉన్నచో భూమియొక్క ఒక నిర్ణీత భాగముపై దాని వీక్షణను నిలుపుటకు చాలినంత వేగమును ఉపగ్రహము ఆర్జించుకొనును. అనగా, అది ఎల్లపుడును దృష్టి పథమును వీడిపోదు. దిగ్వలయము మాటున దాగదు.

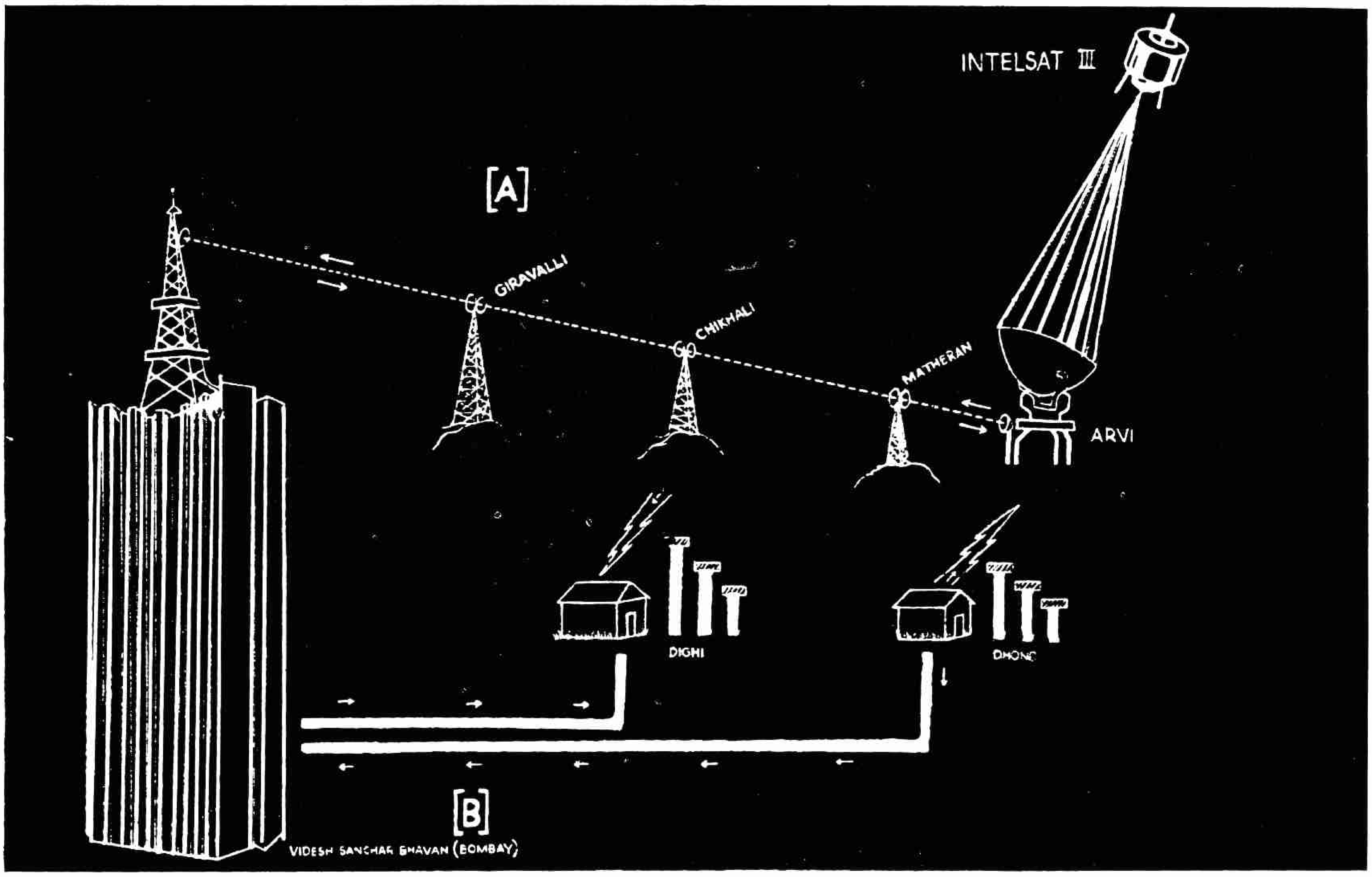
ఈరకపు కక్ష్యను స్వీకరించిన ఉపగ్రహములలో సింకోమ్ (1963, జూలై 26) మొట్టమొదటిది. తరువాత అమెరికనులు మరికొన్ని ఉపగ్రహములను కక్ష్యలో స్థాపించిరి.

ఉపగ్రహ వార్తా ప్రసారపద్ధతులు : ఉపగ్రహము భూమి చుట్టు తీసికొన్న కక్ష్యయొక్క ఆకారమును బట్టి ఈ ఉపగ్రహ పద్ధతులు విభజించబడవచ్చును. ఇవి సక్రియములు, అక్రియములు అని రెండు విధములు. మొదటివి సందేశమును గ్రహించి, దానిని విపులీకరించి, ఇంకొక పౌనఃపున్యముతో భూతలమునకు పంపును. అక్రియము కేవల సందేశ పరావర్తకముగ పనిచేయును.

టెల్‌స్టార్ : ఇది మొదట సక్రియమైన ఉపగ్రహము. దాని వ్యాసము 8,890 మి. మీ. (35") రమారమి; దాని భారము 77 కి. గ్రా. దానియందు ఎలక్ట్రానిక్ అవయవ భాగములు 15,000 లు, ట్రాన్సిస్టారులు 1,000 కలవు. వర్తుల గోళోపరి తలమును అంటిపెట్టుకొని సూర్య కాంతిని విద్యుత్తుగా మార్చగల 3,600 బ్యాటరీలు ఉన్నవి.

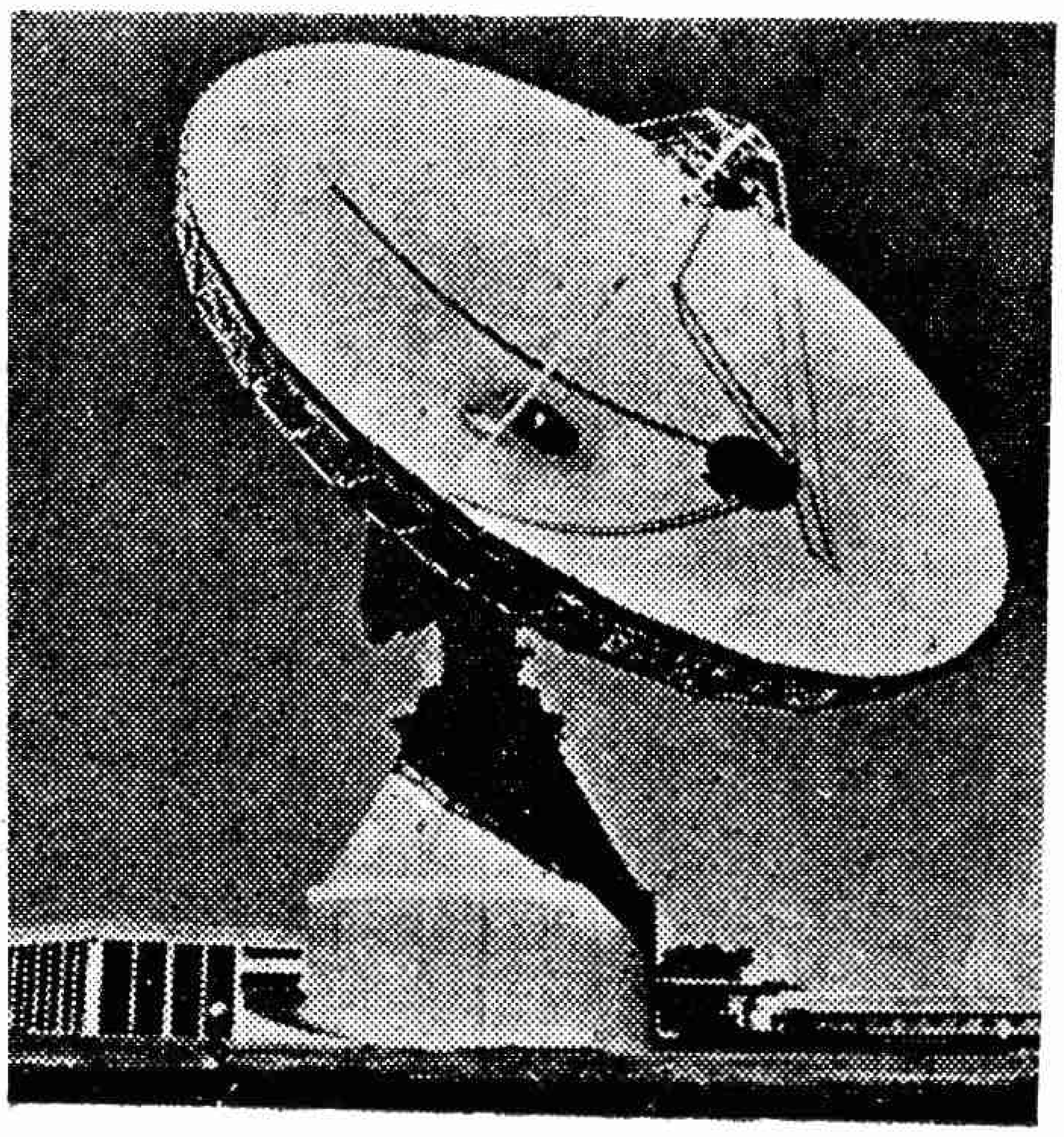


వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహములు : పటములో చూపిన వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహమును యునైటెడ్ స్టేట్స్ సహకారముతో భారతదేశమున సుమారు అయిదువేల గ్రామములకు విద్యా సంబంధమైన టెలివిజన్ కార్యక్రమములను అందించుటకు ఏర్పాట్లు చేయుచున్నారు. 1978 నాటికి ఇది పనిచేయ ప్రారంభించును. భారతదేశముపైన స్థావర భూకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచుండును. దీనిని 'అడ్వాన్స్‌డ్ అప్లికేషన్ టెక్నాలజీ ఉపగ్రహం' అని అందురు.



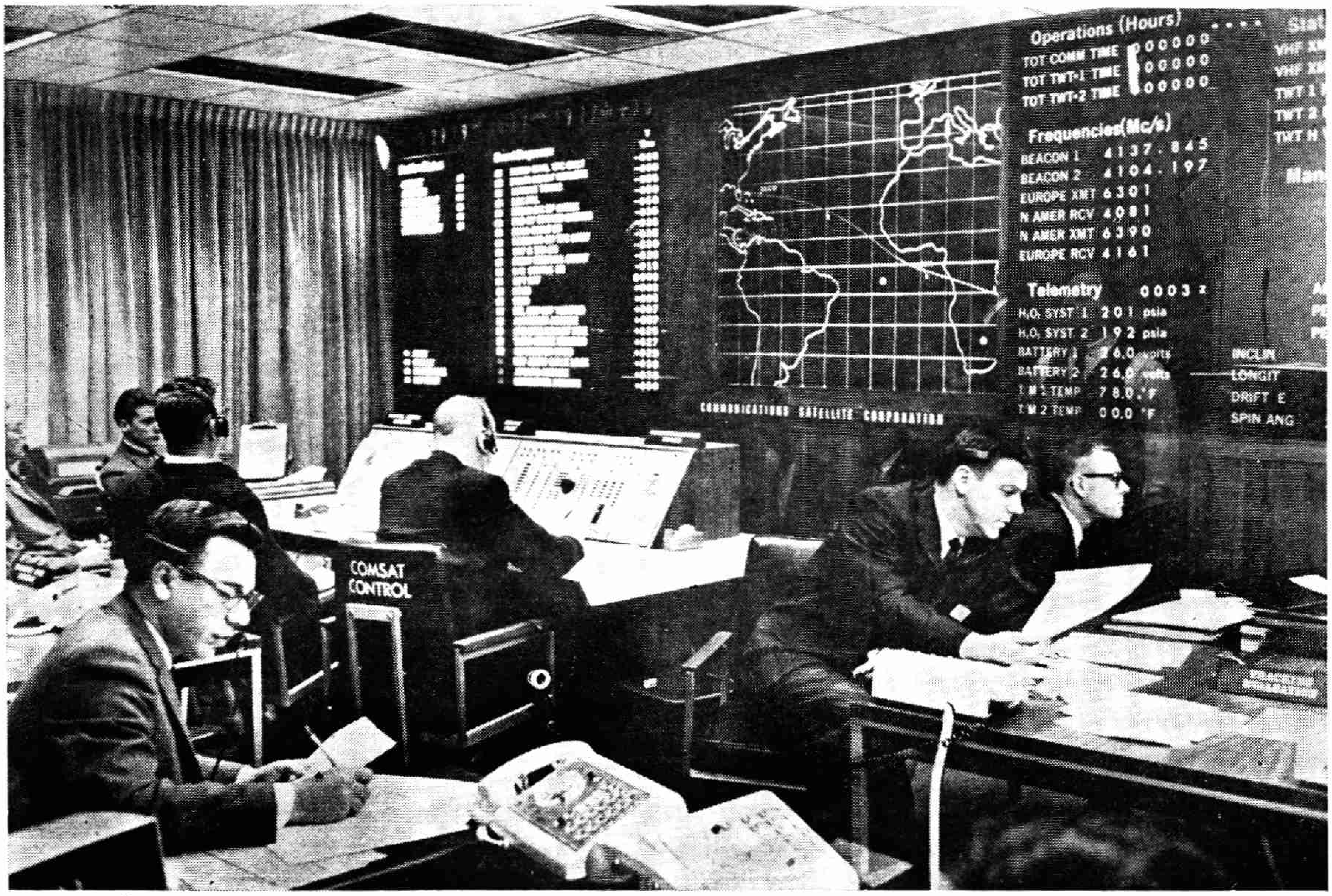
కృత్రిమ ఉపగ్రహములను ప్రపంచ దేశముల మధ్య వార్తా ప్రసార వినిమయమునకు ఉపయోగించుట ఇటీవల అమలులోనికి వచ్చినది. 1968 లో ఇంటల్ సాట్ - III (Intelsat - III) అనబడు అంతర్జాతీయ వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహము భూకక్ష్యలోనికి ప్రయోగింపబడినది. భూమికి 36,000 కి. మీ. దూరమున భూకక్ష్యలో భ్రమించుచు 24 గంటలకు (భూమిచుట్టూ) ఒక ప్రదక్షిణము చేయును. దీనిని ఆధారముగా టెలిగ్రాఫు, టెలిఫోను, టెలెక్స్, రేడియో ఫోటో, రేడియో ప్రసారములు, టెలివిజన్ ప్రసారములు అంతర్జాతీయముగా ప్రసారము చేయుచున్నారు. భారతదేశమున ఆర్ వీ అను చోట బ్రహ్మాండమైన ఆకాశకము (ఏరియల్) ను ఒకదానిని నిర్మించి భారతదేశమును ఇంటల్ సాట్ - III ద్వారా ప్రపంచ దేశములతో కలిపిరి. ఈ పటమున 'A' అనునది వార్తా ప్రసార కృత్రిమ ఉప గ్రహమును ఉపయోగించుకొను ఆధునిక వ్యవస్థ; 'B' ఇప్పుడు ఉపయోగములోని రేడియో టెలిగ్రాఫు పద్ధతి

*

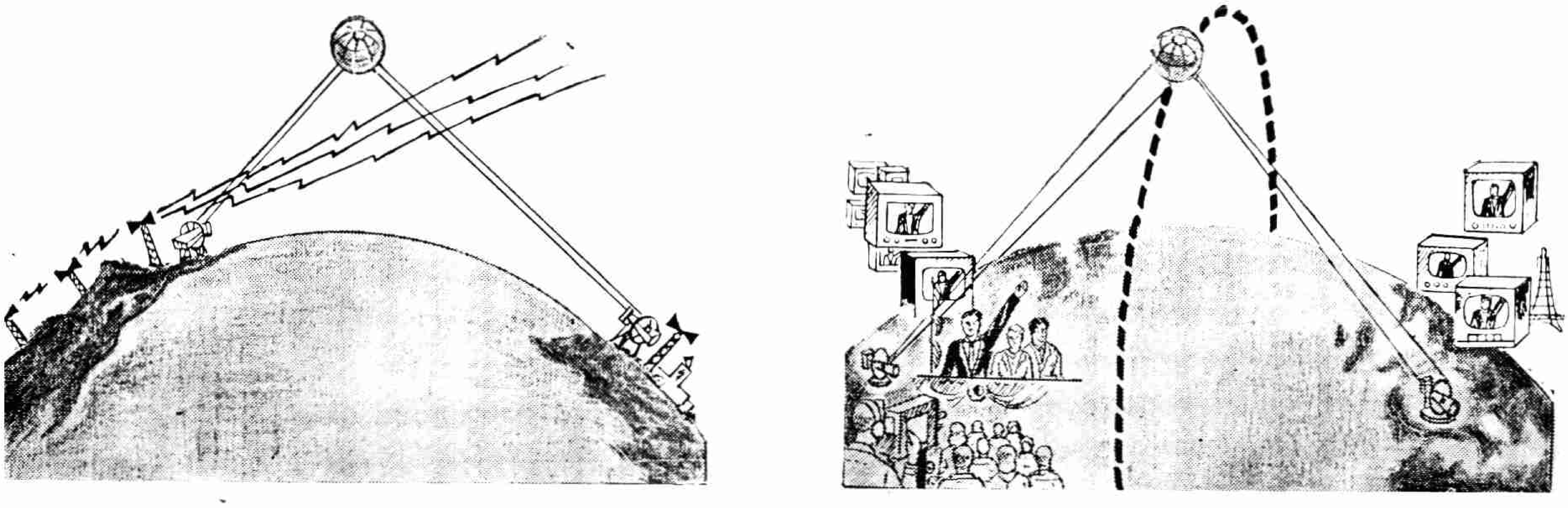


ఆర్ వీ అను చోట నిర్మింపబడిన 80 టన్నుల పరవలయాకార పరావర్తకము. ఇది బలహీనముగా ఉన్న రేడియో ప్రసారములను కృత్రిమ ఉపగ్రహమునుండి గ్రహించి, 200 టన్నుల బరువుగల ఏరియల్ కు అందించును

వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహములు



వాషింగ్టన్ డి. సి. (యునైటెడ్ స్టేట్స్) లోని కమ్యూనికేషన్స్ సాటిలైట్ కార్పొరేషన్ (Comsat) అను సంస్థకు చెందిన ఎర్లీబర్డ్ నియంత్రణ కేంద్రము. అట్లాంటిక్ మహాసముద్రముపైన భూకక్ష్యలో స్థావరముగా పరిభ్రమించు ఈ ఎర్లీబర్డ్ వార్తాప్రసార ఉపగ్రహము వ్యాపార సరళిని నిర్వహింపబడుచున్నది. యూరపు – ఉత్తర అమెరికా ఖండముల మధ్య 240 ఎదురు బదురు టెలిఫోన్ మార్గములను ఈ కామ్‌సాట్‌తో నిర్వహించవచ్చును. టెలివిజన్, టెలిటైపు, ఫాక్సిమిలీ ప్రసారములను కూడ ఈ వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహము ద్వారా నిర్వహింపవచ్చును

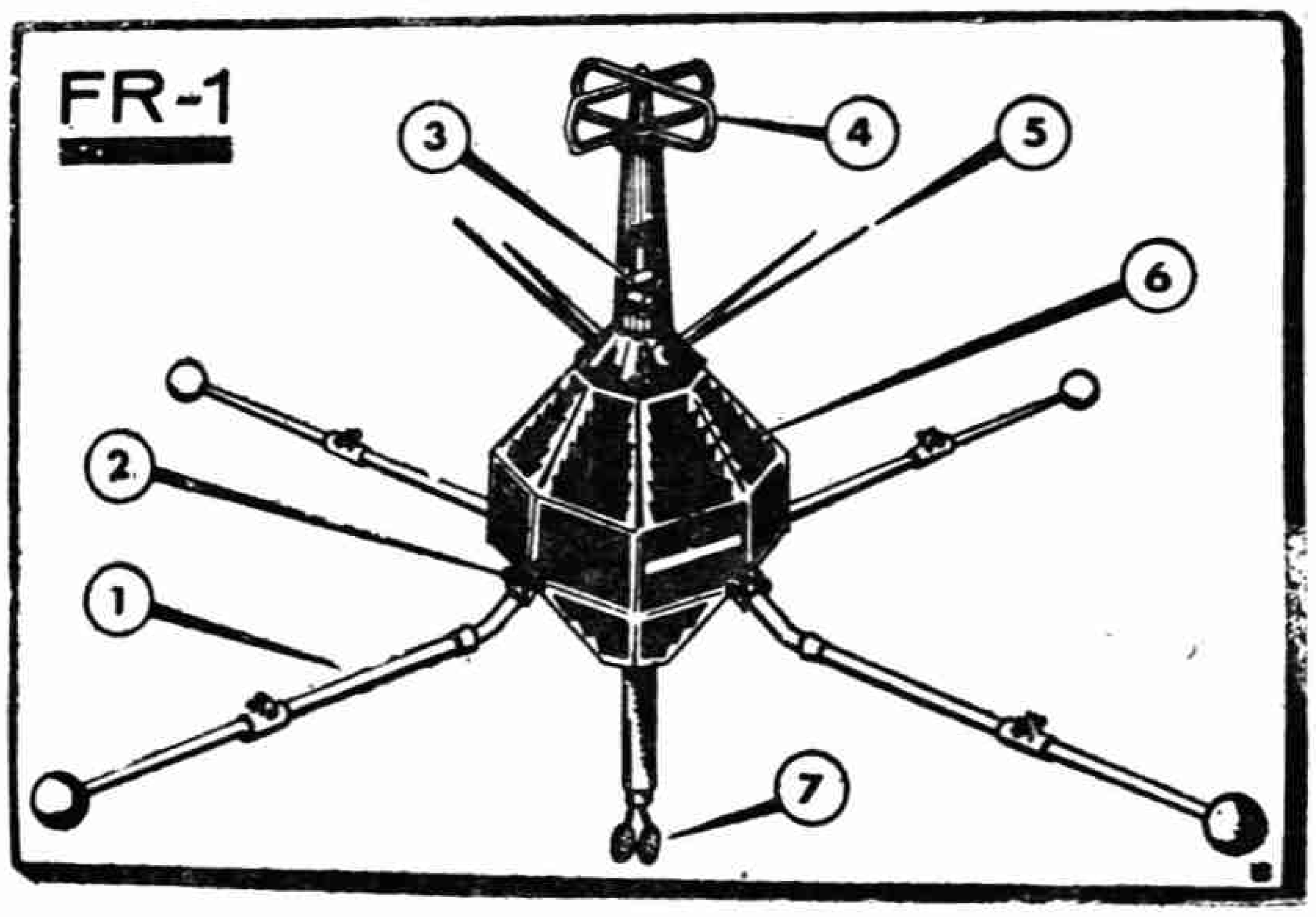


వార్తాప్రసార ఉపగ్రహమును ఉపయోగించి రేడియో టెలివిజన్ ప్రసారములను నిర్వహించుటను చూపు రేఖా స్వరూప చిత్రములు

వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహములు

పేరు	దేశము	తేది	విశేషములు
స్కోర్	యునైటెడ్ స్టేట్స్	డిశ. 18 1958	అమెరికా అధ్యక్షుడు ఐసన్ హోవర్ క్రిస్‌మస్ ప్రసంగము ప్రసారమైనది
ఎకో–I	,,	ఆగ. 12, 1960	కక్ష్యలో మొదటి కామ్‌సాట్.
కురియర్	,,	అక్టో. 4, 1960	కక్ష్యలో తిరిగిన రిపీటర్ కామ్‌సాట్.
ఆస్కార్-I	,,	డిశ. 12, 1961	ఔత్సాహిక కామ్‌సాట్.
ఆస్కార్-II	,,	జూన్. 2, 1962	18 రోజులు ప్రసారము సాగించిన ఔత్సాహిక కామ్‌సాట్.
టెల్‌స్టార్-I	,,	జూలై 10 1962	రిపీటర్ కామ్‌సాట్.
రిలే-I	,,	డిశ. 13, 1962	రిపీటర్ కామ్‌సాట్.
సింకోమ్-I	,,	ఫిబ్ర. 14, 1963	కక్ష్యలో తిరిగి నిష్ఫలమయినది.
టెల్‌స్టార్-II	,,	మే 7, 1963	రిపీటర్ కామ్‌సాట్.
సింకోమ్-II	,,	జూలై 26, 1963	సత్ఫలితములిచ్చిన మొదటి సింక్రోనస్ రిపీటర్ కామ్‌సాట్.
రిలే–II	,,	జన. 21, 1964	రిపీటర్ కామ్‌సాట్.
ఎకో-II	,,	జన. 25, 1964	సోవియట్ రష్యాతో సహకార సంఘముతో నిర్వహించిన కార్యక్రమములో పాల్గొన్నది.
సింకోమ్-III	,,	ఆగ. 19, 1964	సింక్రోనస్ కామ్‌సాట్.
ఆస్కార్-III	,,	మార్చి 26, 1965	ఔత్సాహిక కామ్‌సాట్.
ఎర్లీ బర్డ్	,,	ఏప్రి. 6, 1965	వాణిజ్యకరణిని ప్రారంభించిన మొదటి కామ్‌సాట్. జూన్ 28, 1965 కు సర్వీసు ఆరంభము.
మోల్నియా-I	సోవియట్ రష్యా	ఏప్రి. 23, 1965	మొదటి సోవియట్ రష్యా కామ్‌సాట్.
మోల్నియా-II	,,	అక్టో. 13, 1965	రిపీటర్ కామ్‌సాట్.
ఇంటల్ సాట్ - 3 A	యునైటెడ్ స్టేట్స్	డిశ. 18, 1968	వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహము.
ఇంటల్ సాట్ 3	,,	ఫిబ్ర. 6, 1969	,,
టకామ్‌సాట్	,,	ఫిబ్ర. 9, 1969	సైనిక వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహము.
మోల్నియా - 1 L	సోవియట్ రష్యా	ఏప్రి. 11, 1969	వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహము.
ఇంటల్ సాట్ - 3 D	యునైటెడ్ స్టేట్స్	మే 22, 1969	,,
మోల్నియా - 1 M	సోవియట్ రష్యా	జూలై 23, 1969	,,
A T S - 5	యునైటెడ్ స్టేట్స్	ఆగ. 12, 1069	అడ్వాన్స్‌డ్ టెక్నాలజీ సాటిలైట్.
ఇంటర్ కాస్మాస్	సోవియట్ రష్యా	అక్టో. 14, 1969	క్రొత్తరకం.

ఈ బ్యాటరీలనుండి ఉత్పన్నమైన విద్యుత్తు ఆ ఉపగ్రహము నందున్న ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములను నడుపుటకు పనికి వచ్చును [చూ. చిత్రము - 3].

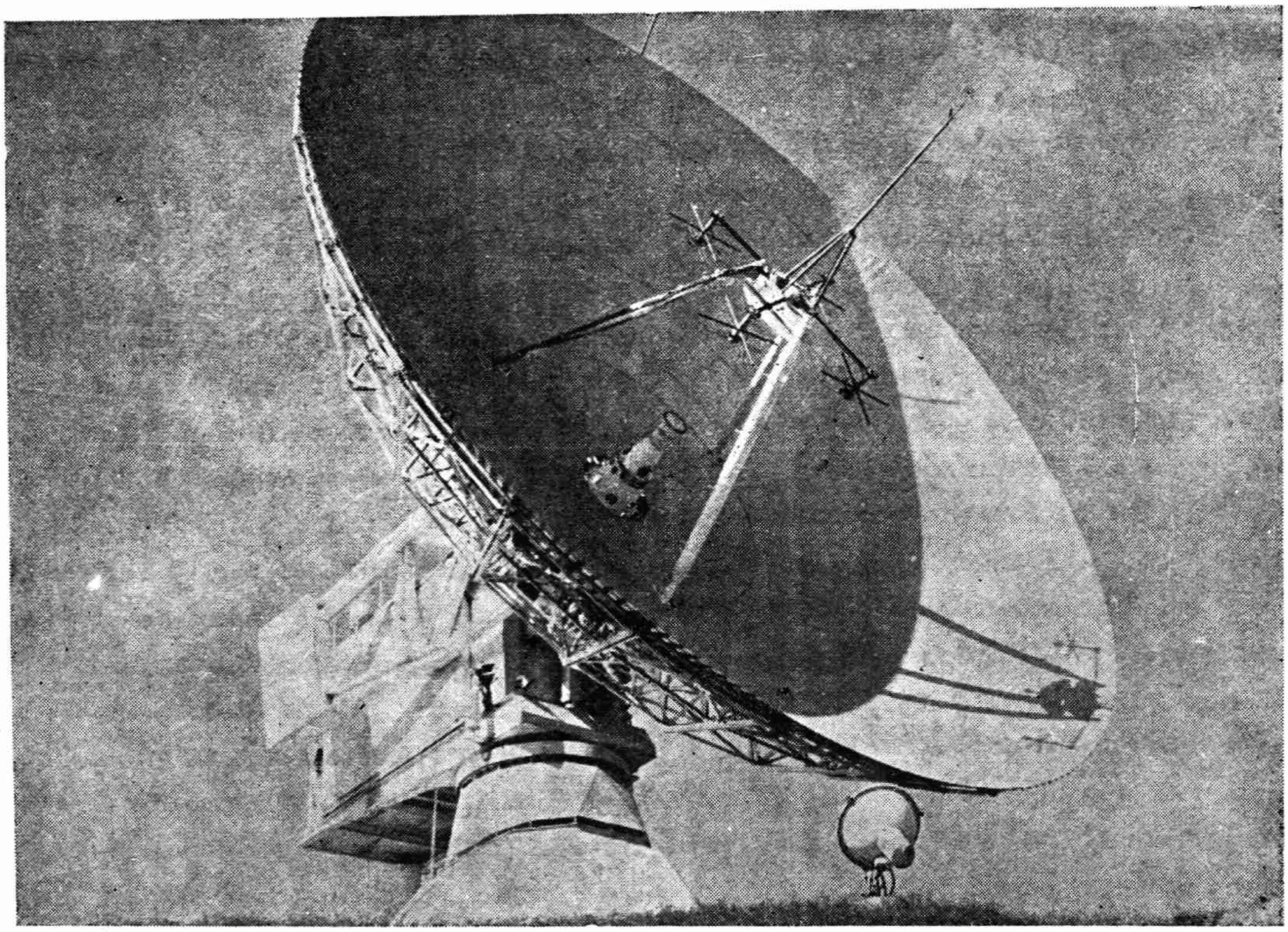


చిత్రము - 8
చెల్‌స్టార్ స్వరూపము

సక్రియమైన ఉపగ్రహము అసంఖ్యేయములైన పరికరములను వహించుచున్నను అది దీర్ఘ వృత్తాకార కక్ష్యలో భూమిని గంటకు 23,126 కి. మీ. వేగముతో చుట్టి వచ్చును. భూమికి దాని సన్నిహితతమ దూరము 804 కి. మీ., విప్రకృష్టతమ దూరము 4,828 మొదలు 5,633 కి. మీ. వరకు ఉండును. భూమిచుట్టూ దాని ప్రయాణములో అది స్వమార్గ సూచక సందేశములను పంపును. ఆ కారణమున దాని మార్గమును భూ స్థావరములు అనుసరించ గలవు.

పునః ప్రసారమునకై చెల్‌స్టార్‌కు పంపబడు సందేశములు అది అంతరాళములో 3,218 లేదా 4,828 కి. మీ. దూరమున ఉండగా అందుకొనును. ఈ అపార దూర కారణమున గ్రహించబడు సందేశములు మిక్కిలి బలహీనముగ ఉండును. కాని, అవి ఎలక్ట్రానిక్ యంత్ర పరికర సహాయమున వెంటనే అధికీకరింపబడును. భూమినుండి సందేశములు చెల్‌స్టారును తాకునపుడు సూర్యకాంతి బ్యాటరీ పేటికలు సూర్యుని శక్తిని గ్రహించి బ్యాటరీలకు శక్తిని అందిచ్చును. దీని మూలముగ ఉపగ్రహము సందేశములను ఒక కోటి రెట్లు అధికీకరించి భూతలమునకు తిరిగి పంపును.

ప్రపంచము చుట్టూ చూచుటకు టెల్‌స్టార్ : టెలివిజన్ చిత్రములను వహించు చాల కురుచ తరంగములు అయనావరణమునుండి పరావర్తించబడవు. అవి కేవలము ఆ మండలమును దూసికొనిపోవును. కాని, ఒక ప్రతిధ్వని



చిత్రము - 4 : అహమ్మదాబాదు (ఇండియా) సమీపమున నెలకొల్పిన వార్తాప్రసారక కృత్రిమ ఉపగ్రహ కేంద్రమున వ్యవస్థాపించిన ఆకాశశము (ఏరియల్)

బెలూన్ పై అమర్చబడిన అద్దములు వాటిని ప్రతిఫలింప చేయును. టెల్‌స్టార్ వంటి కృత్రిమ ఉపగ్రహములు కూడ శక్తి వర్ధక పరికరములను వహించును. ఇట్టి ఉపగ్రహములు భూమధ్య రేఖ పై 35, 405 కి. మీ. ఎత్తున కక్ష్యలలో పయనించునవి చాల ఉపయోగ్యములు. భూమి భ్రమణ దిశను అనుసరించి ఈ ఉపగ్రహములు తిరుగగలిగినచో, అవి భూమిని సరిగ 24 గంటలలో చుట్టి వచ్చును. అనగా అవి భూగోళము పైన ఉన్న కొన్ని స్థావర స్థానములను ఆక్రమించి ఉండును. అనగా ఈ స్థావరములు భూమికి సాపేక్షముగ స్థిరములుగ కన్పట్టును.

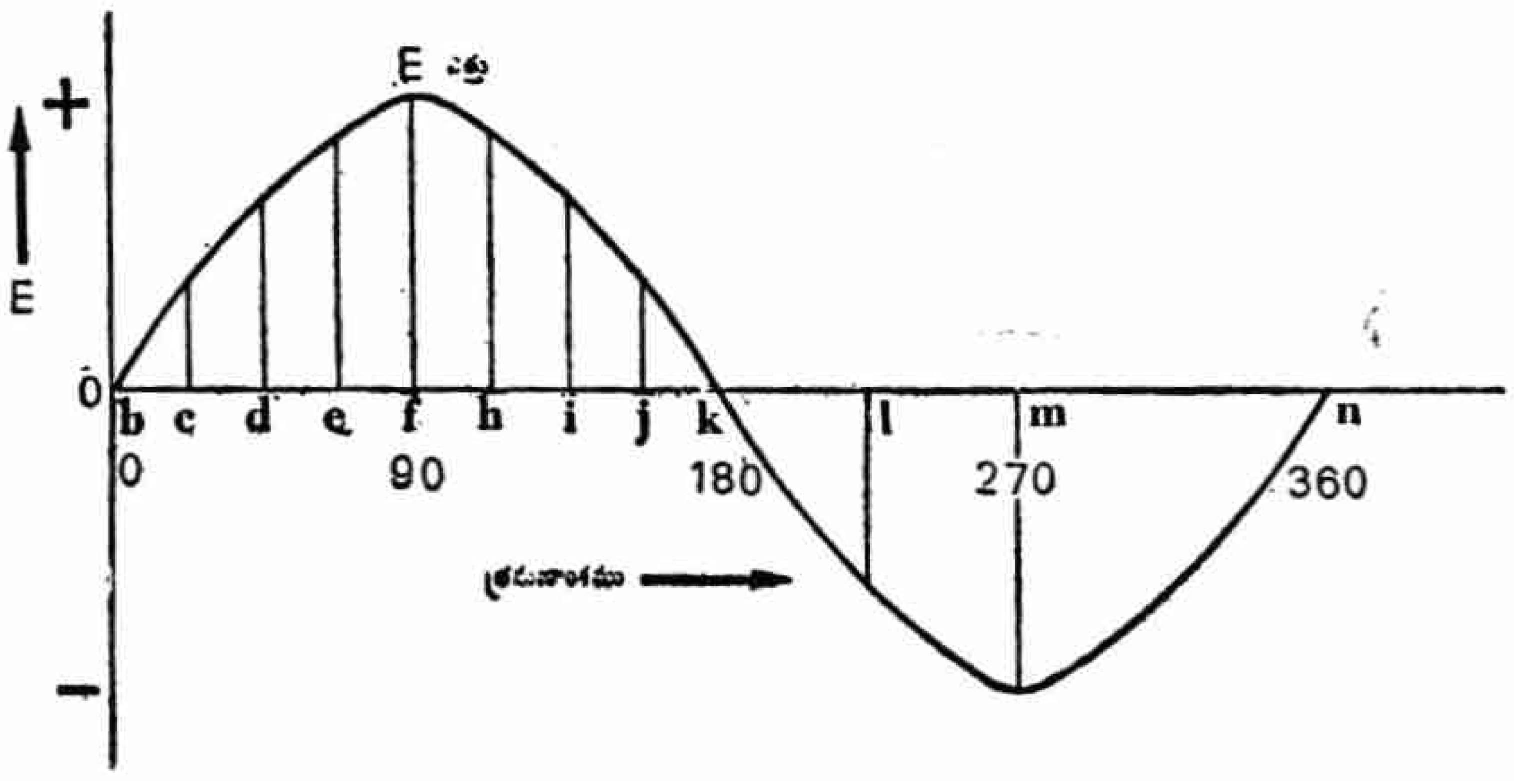
పర రోదసీ నుండి లభ్యమగు సందేశములు : వాటి ప్రభవ స్థానము భూతలమైనను, అంతరాళమైనను విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగము రోదస్సు గుండా పయనించును. అంతరాళ ప్రయాణీకులు వారి ఇండ్లకు సందేశములను పంప వీలు ఉన్నది. లోపల మనుజ నియంత్రకులు లేని రోదసీ యానములు కూడ అవి సేకరించిన సమాచారమును క్రిందికి - భూతలమునకు - పంపగల పరికరములను వహించును. రోదసీ నౌకలు శక్తి సంభారమును ఎక్కువగ మోసికొని పోనక్కర లేదు. ఏమన, అందు సౌర విద్యుద్ఘటములు ఉండును గదా ? అవి సూర్య కాంతిని విద్యుత్తుగా మార్చి శక్తిని ఉపకల్పింపగలవు. విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగములే లేని పక్షమున అంతరాళమందు పయనించుటకు ఎవరును సాహసింపరు.

క్రమముగా వైజ్ఞానికులు ఈ కృత్రిమ ఉపగ్రహములను ఉపయోగించి వారికి కావలసిన సమాచారము నంతటిని సేకరించ గలరు. బహుశః 1970 ముగియు నాటికి ఉపగ్రహముల జాల మొకటి ప్రపంచము అనంతట అల్లి ఉండగలదు. ఈ జాలము టెలివిజన్ రేడియో వార్తా ప్రసార ప్రయోజనములకు అత్యంత ఉపయోగము [చూ. చిత్రము - 4].

మిక్కిలి ఎత్తున పయనించు ఇంకొక ఉపగ్రహము 'ఎర్లీబర్డ్' అను పేరట ఆకాశమునందు 1965 లో ప్రవేశ పెట్టబడినది. ఇంకను ప్రయోగదశయందే ఉన్నది. దీని యందు అలల విద్యుద్ఘటములు ఉండును. ఇది అమెరికన్, యూరోపియన్ భూ స్థావరముల దృష్టి పథమును కొంచెము దాటి ఉండును. టెల్‌స్టార్ ఆవర్తనములతో సరి పోల్చి చూచినచో దీని ఆవర్తనములు చిన్న కాల వ్యవధులు - అనగా, 20 లేదా 30 నిముషముల వ్యవధులు. అందుచేత టెల్‌స్టార్ కన్నా ఇది ఎక్కువ ఉపయోగ్యము [చూ. పు. 109]

వి. వి. ఎల్. రావు.

విద్యుత్తు (ఆవర్తి, ఋజు) : విద్యుత్తు ఒకవిధమైన శక్తి. జలపాతము, బొగ్గు, డీసెలు లేదా పెట్రోలు మొదలగు వాటినుండి జనించు శక్తిని డైనమోలు లేదా ఆల్టర్నేటరులు విద్యుత్తుగా మార్చును. ఈ విద్యుత్తువలన జనించిన కాంతి, ఉష్ణము విద్యుత్తు దీపములోను, ఇస్త్రీ పెట్టెలందు, కొలిములు, గదులలోని ఉష్ణీకరణ సాధనములందును ఉపయోగింపబడును. ఈ విద్యుత్తు రైళ్ళు, ట్రాముకారులు, సెల్ఫ్‌స్టార్టర్లు, వాక్యూమ్‌క్లీనర్లు, విద్యుత్తు మోటారులు మొదలగు వానియందు చలనమును కలిగించుటకు కారణమై ఉన్నది. ఈ విద్యుత్తు ముఖ్యముగా రెండు రూపములలో ఉన్నవి. 1. ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహము [చూ. చిత్రము - 1]; 2. ఋజు విద్యుత్తు ప్రవాహము.



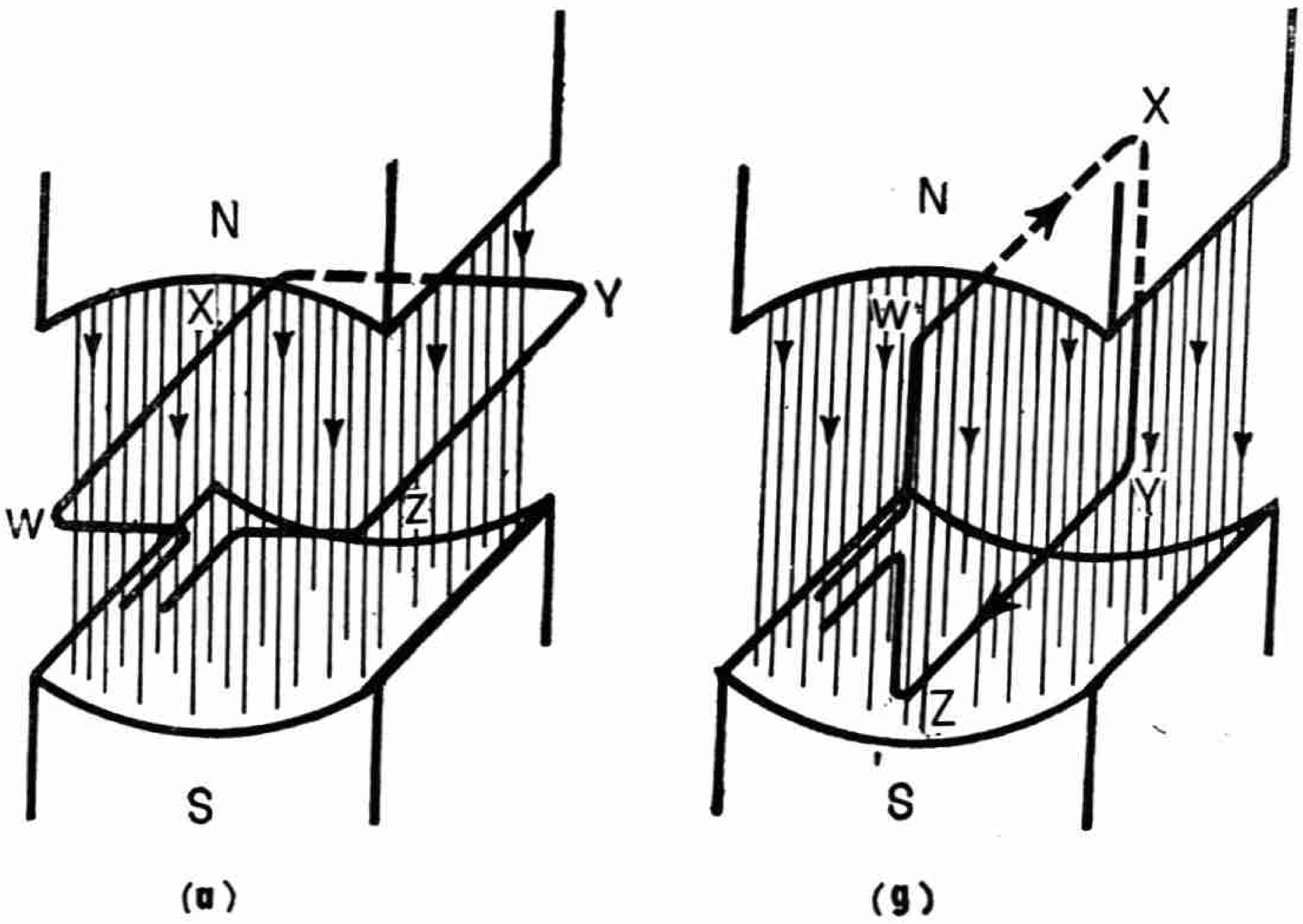
చిత్రము - 1

సాధారణమైన ఆవర్తి విద్యుత్తు తరంగమును చూపు చిత్రము

ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహమునందు వోల్టేజి లేదా ప్రవాహము యొక్క గమనదిశ ఒక సెకనుకు నియమిత సంఖ్యలో మార్పుచెందుతూ ఉండును. ఇట్టి ఒక సంపూర్ణమైన మార్పును భ్రమణ చక్రము (సెకనుకు/సైకిలు) అందురు. దీనికి 'హెర్ట్‌జ్' అని పేరు. పట్టణములో సరఫరా చేయబడు విద్యుత్తునందువలె ఆవర్తనము 50 అయినప్పుడు, ప్రవాహము సెకనుకు పూర్తిగా 50 మారులు పరివర్తన చెందును. అనగా దీనియొక్క పౌనఃపున్యము 50 హెర్ట్‌జ్‌లు.

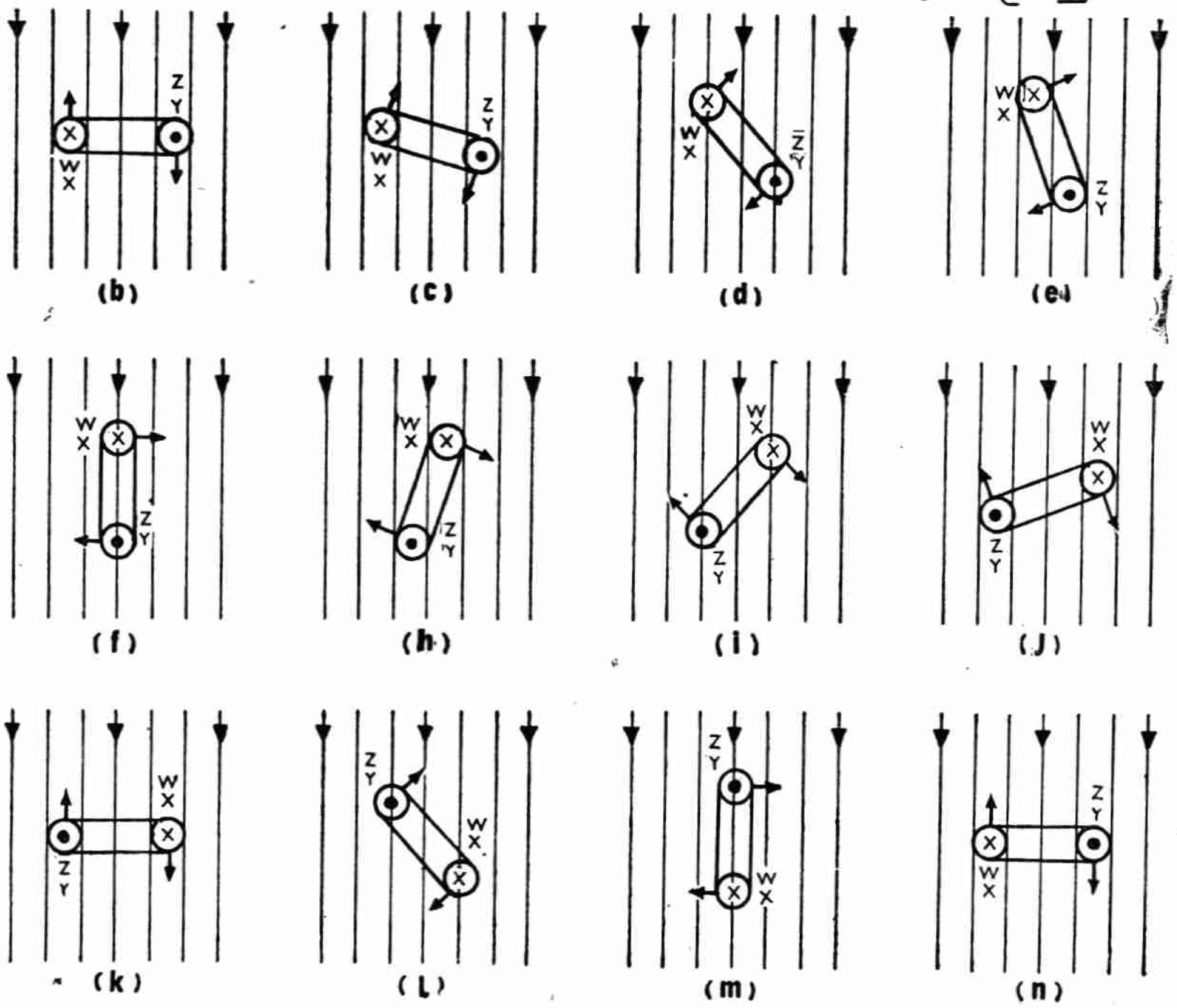
చిత్రము - 1 లో చూపబడిన వంపు సైన్ తరంగమును పోలియుండును. A నుండి E వరకు గల దూరమును 'తరంగ దైర్ఘ్యము' అందురు. దీనిని సూచించునది గ్రీకు అక్షరము 'లేమ్‌డా' (λ). ఒక సెకనుకు కలుగు పూర్ణ భ్రమణములు పౌనఃపున్యమును ఇచ్చును. *b* నుండి *f* కు గల దూరమును ఆవర్తి విద్యుత్తు తరంగము యొక్క 'కంపన విస్తారము (ఆంప్లిట్యూడ్)' అందురు. అయస్కాంతపు ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువముల నడుమ ఒక తీగె చుట్టలో భ్రమించుటవలన జనించు విద్యుత్తు వాహక శక్తి (E M F) సున్న వద్ద ప్రారంభమై, ధన ధ్రువము యొక్క పరిమితిని పొంది, మరల సున్నవరకు తగ్గి, వ్యతిరేక మార్గములో ఋణ ధ్రువ పరిమితిని పొంది, తిరిగి సున్నా విలువను

పొందును. ప్రవాహము పూర్తి అయినపుడు ఆవర్తి విద్యుత్తు ఉద్భవించును. అనగా విద్యుత్తు ప్రవాహము స్థిరముగా ఉండక ప్రవాహ మార్గములో మార్పు చెందుచు ఉండును. ఇట్టి ఆవర్తి ప్రవాహము ఉష్ణమును జనింపజేయును. ఇది ఇతర విషయములలో సాధనకారి కాదు. విద్యుత్తు విశ్లేషణమునకు, బ్యాటరీలు చార్జి చేయుటకు ఋజువిద్యుత్తు ప్రవాహము అవసరము.



చిత్రము - 2 : ఋజు విద్యుత్తు ప్రవాహము

మర్క్యూరీ ఆర్క్ రెక్టిఫయరులు లేదా వాల్వు రెక్టిఫయరుల సహాయమున ఆవర్తి ప్రవాహమును ఋజు ప్రవాహముగామార్చవచ్చును. సాధారణముగా మన ఇండ్లలో ఉపయోగింపబడు ఆవర్తి ప్రవాహము 11,000 వోల్టులు, మూడు ఫేజుల వోల్టేజి జనింపజేసి, దీనిని 415కు దింపుటవలన, సెకనుకు 50 సైకిల్సు లేదా ఒక ఫేజు, ఒక న్యూట్రలు మధ్య సుమారు 230 వోల్టుల విద్యుత్తు ప్రవహించును.



చిత్రము - 3 ఆవర్తి ప్రవాహమును ఋజు ప్రవాహముగా రెక్టిఫయర్ తో మార్చినపుడు ఋజు ప్రవాహపు తరంగములు సరళ రేఖలో ఉండవు.

అతి తక్కువ ఖర్చుతో, ఎక్కువ దూరములకు, తక్కువ విద్యుత్తు నష్టముతో, విద్యుత్తు ప్రవాహకమును 1,10,000 లేదా 2,20,000 వోల్టులు అత్యధిక వోల్టేజిలకు ట్రాన్స్ ఫార్మరు సహాయముతో అధికముగా జనింపజేయవచ్చును. ఆవర్తి ప్రవాహములో ఉండు ముఖ్యమైన సౌకర్యము ఇదియే. గ్రాహకాంతమునందు స్టెప్ డౌన్ ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ సహాయముతో ఫ్యాక్టరీలలోను, ఇండ్లలోను ఉపయోగించుటకు 3 ఫేజులతో 415 వోల్టుల విద్యుత్తు ప్రవాహముగా మార్చవచ్చును [చూ. చిత్రము 2; చిత్రము 3].

ఋజు విద్యుత్ ప్రవాహము (DC) చిత్రము - 2 లో చూపబడినది. దీనియందు వోల్టేజి లేదా విద్యుత్తు ప్రవాహము యొక్క పరిమాణము ఎల్లప్పుడు స్థిరముగా ఉండి ఒకే దిక్కుగా ప్రవర్తించును. ఒక్కొక్కప్పుడు 3 లేదా 6 ఫేజుల ఆవర్తి ప్రవాహము ఋజు ప్రవాహముగా రెక్టిఫయర్ తో మార్చినప్పుడు ఋజు ప్రవాహపు తరంగములు సరళ రేఖలో ఉండక తరంగితముగా ఉండును. [చూ. చిత్రము - 3]. ఒకటి లేదా అంతకంటె ఎక్కువ ఇండక్టెన్సులు లేదా కండెన్సర్ల సాధనముతో ఈ తరంగములను తగ్గించి సౌమ్య ప్రవాహముగా చేయవచ్చును. ఋజువిద్యుత్తు ప్రవాహము నేడు అంతగా ఉపయోగింపబడుట లేదు.

ఋజు ప్రవాహము - వాట్లలో ; విద్యుచ్ఛక్తి వోల్టు, ఆంపియర్ ల లబ్దము - అనగా $P = V \times I$. ఆవర్తి ప్రవాహమునందు ఈ శక్తి : $P =$ వోల్టులు $\times$ ఆంపియర్లు $\times$ శక్తి గుణకము (శక్తి గుణకము సాధారణముగ 0·6 నుండి 0·8 మధ్య మారుచుండును). విద్యుత్తు బలము = విద్యుత్తు శక్తి $\times$ కాలము మనకు విద్యుత్తు శక్తికి బిల్ చేయబడు ఒక యూనిట్ ఒక కిలో వాటు గంట = 1000 వాట్ల గం॥ (1 కిలో వాటు = 1000 వాట్లు) కిలో వాటు

$$\text{గంటల సంఖ్య} = \frac{\text{వాట్లు} \times \text{గంటలు}}{1000}$$

ఆవర్తి ప్రవాహ విధానములో ఇది ఈ విధముగా ఉండును :

$$\frac{\text{వోల్టులు} \times \text{ఆంపియర్ లు} \times \text{శక్తి గుణకము} \times \text{గంటలు}}{1000}$$

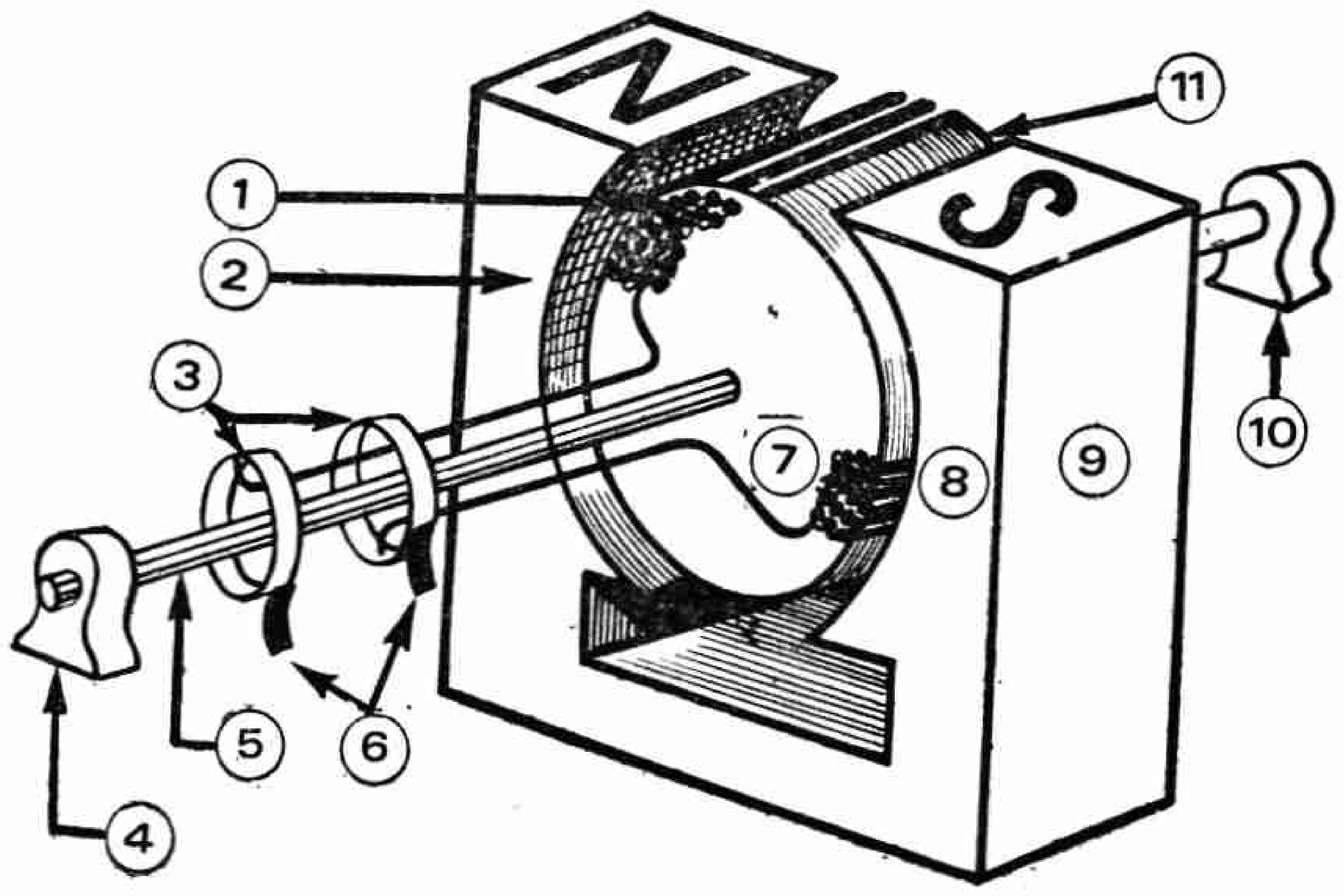
ఆవర్తి విద్యుత్తు వాహక బలము ఉత్పాదన [చూ. చిత్రము 4] అయస్కాంత క్షేత్రమునందు మడతను భ్రమింప జేయుట. దీర్ఘచతురస్రాకారములో ఉన్న వాహక సాధనము రెండు ప్రక్కలకు సమానాంతరముగ కక్ష్యపై పరిభ్రమించును. గమనిక : 1. xy, wz ప్రక్కలు అయస్కాంతపు ఫ్లక్స్‌లో ఖండింపవు. కాబట్టి, వానియందు విద్యుద్వాహక బలము జనించదు ; 2. ఒకే వేగములో భ్రమించునపుడు wx, yz లు అయస్కాంతపు ఫ్లక్స్‌ను ఖండించుటచే తాత్కాలిక స్థితిని అనుసరించి, విద్యుత్తు వాహకబలము జనించుచుండును. b యందు చూపింపబడిన చిత్రము చివరలో జనించిన విద్యుత్తు వోల్టేజి శూన్యము. విద్యుత్తు వాహకములు అయస్కాంతపు ఫ్లక్స్‌కు సమానాంతరముగా తిరుగుచున్నపుడు f దగ్గర వోల్టేజి అత్యధికముగ ఉండును. ఇది 'g' చిత్రముగ చూపబడినది ; 3. ఏ క్షణములో నైనను wx yz లలో జనించిన విద్యుత్తు వాహక బలము సమానముగ ఉండును ; 4. అయస్కాంతపు ఫ్లక్స్ మీద wx yz లు ఎదురు ఎదురుగా తిరుగుటచే వంపు మడత చుట్ట విద్యుత్తు వాహకబలము సంయుక్తముగా ప్రవహించును. చిత్రము - 3 లో wx yz లు - వాహకములపై బాణపు గుర్తులు గమనించుడు - ప్రతి అర్ధభ్రమణము తరువాత జనించిన విద్యుద్వాహక బలము ప్రవాహపుదిక్కు మారుచుండును. తరువాత అర్ధ భ్రమణమునకు wx yz లు మార్పుకాబడి zy xw లలో ప్రవహించును. చిత్రము - 3 b మడత భ్రమణములో ప్రత్యేక స్థితులను నిరూపించును. విద్యుత్తు వాహక బల ప్రవాహము చిత్రము 2 లో చూపబడినది. చిత్రము 2 లోని అడ్డ అక్ష కోణము మడత స్థితిని చూపించును. N స్థితి తరువాత, ఈ భ్రమణము పునరావర్తమగును. ఒక భ్రమణమునందు పొందిన అత్యధిక విలువ 'ఆంప్లిట్యూడ్' లేదా 'అత్యధిక విలువ' అనబడును. ఏ క్షణముననైనను దీనికి విద్యుత్తు వాహక బలము e u లుగా చూపబడును. రేఖా పటము తరంగ రూపమున ఉండును. ఇది 'సైను వక్రము' లేదా 'సినిసోయిడల్' అందురు :

$$e = E_{Max} \sin \theta$$

θ జరిగిన కోణము సూచించును. ω కోణ భ్రమణము ఐనపుడు

$$e = E_{Max} \sin \omega t$$

అయస్కాంత క్షేత్రములో చుట్టుట లేదా చుట్టను భ్రమింప జేయుట : మడతలో ఒకటికంటె ఎక్కువగా చుట్టలను ఉపయోగించి భ్రమణ వేగమునకు, అయస్కాంత ఫ్లక్స్‌నకు అనుగుణముగా విద్యుత్తు వాహక బలము అధికము చేయబడును. చిత్రము - 4 లో ఒక స్థూపము



చిత్రము - 4 : ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహము

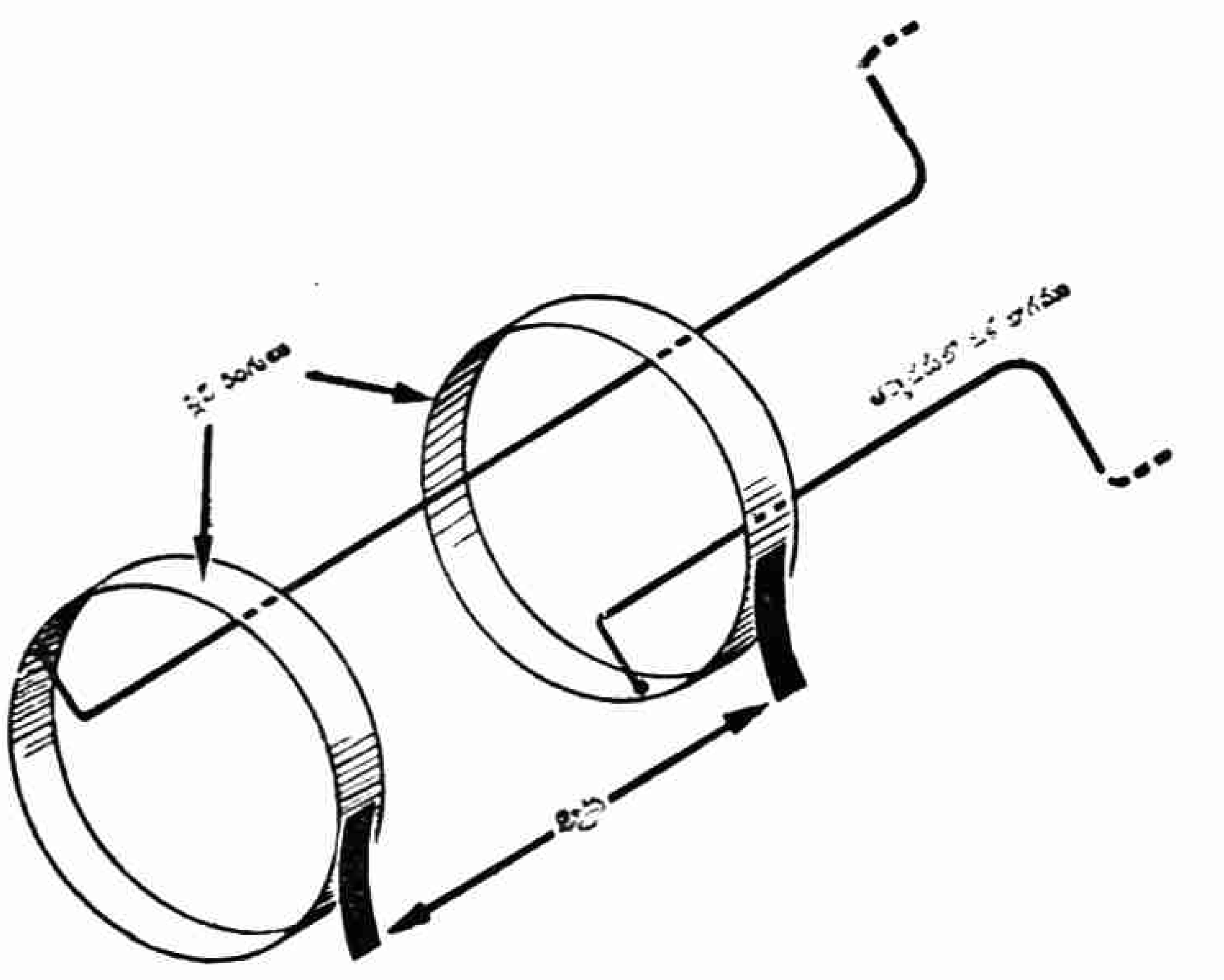
1, 7 వేష్టనములోని తీగెచుట్ట ; 2, 8 ధ్రువము ; 3. స్లిప్‌రింగులు 4, 10 బేరింగులు ; 5. ఇరుసు ; 6. బ్రష్షు ; 9. క్షేత్ర అయస్కాంతము ; 11. ఆర్మేచరు.

చుట్టు మూడు చుట్లలో జనించు విద్యుత్తు వాహక బలము చూపింపబడినది.

ఈ విధముగా జనించిన విద్యుత్తు ప్రవాహము చుట్టలతో తిరిగి 'స్లిప్ రింగ్' నకు తేబడి బ్రష్‌ల సహాయముతో బాహ్యావలయముగా మార్చవచ్చును. ఈ బ్రష్‌లు స్థిరముగానుండి స్లిప్ రింగులకు తగులుచు ఉండును. కేవలము చుట్లను అధికము చేయుటచే విద్యుత్తు వాహక శక్తిని అధికము చేయలేము. చుట్లను అధికముగా చుట్టుట చేత ప్రతి భ్రమణమునందు జనించు విద్యుత్తు వాహక బలము మిగిలిన దానినుండి జనింపబడు విద్యుత్తు ప్రవాహమునకు ఎదురుగా ఉండి, మొత్తముమీద జనించు విద్యుత్తు వాహక బలము క్షీణించి

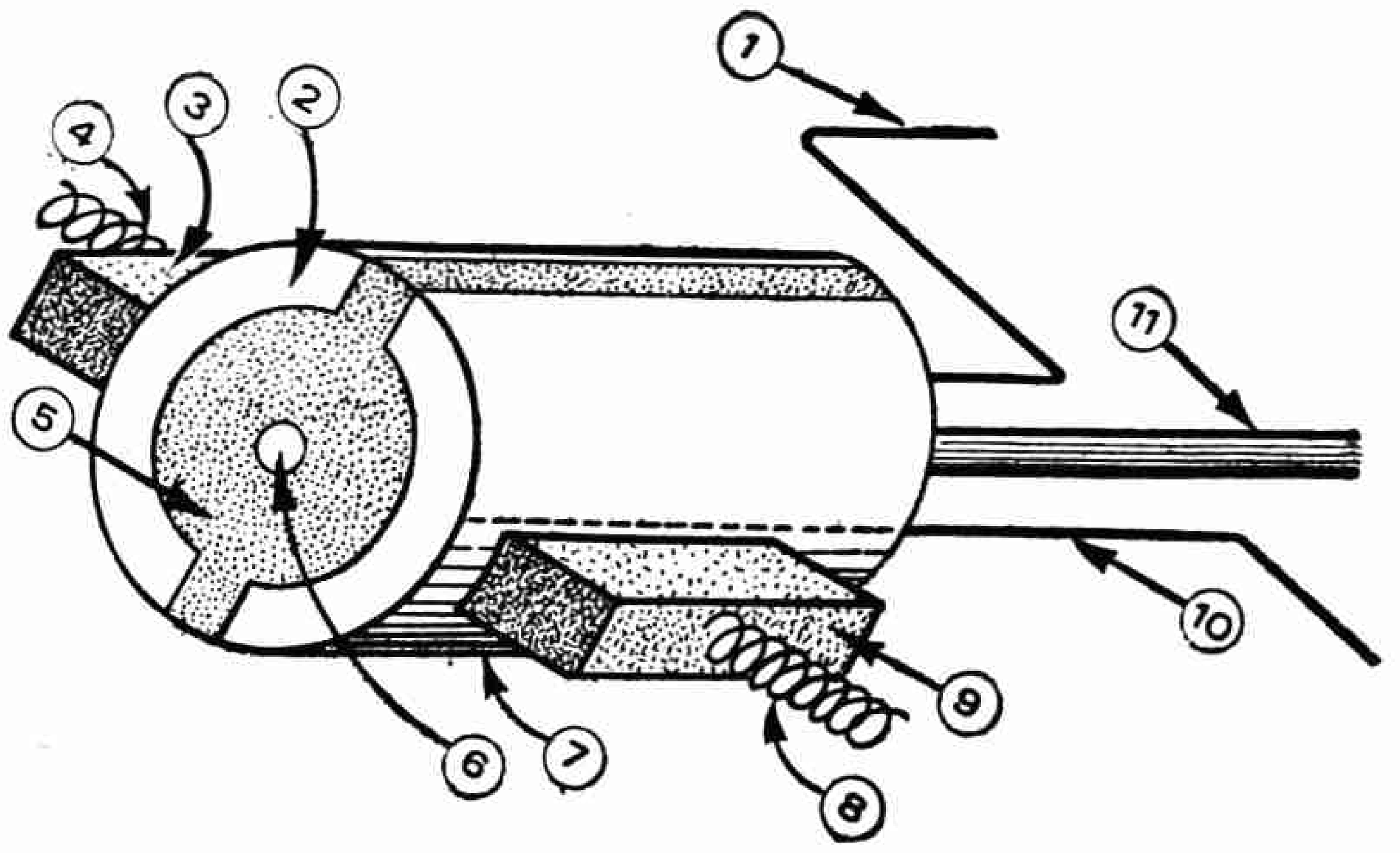
పోవును. ఈ విధముగా సాధారణ ఉపయోగములకు జనరేటరుల నిర్మాణ విధానము క్లిష్టముగా ఉండును.

ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహ జనిత్రములు లేదా ఆవర్తకములు : పైన ఉదాహరించిన చిన్నరకపు జనిత్రము సార్థకముగా ఉపయోగించుటకు ముందు విద్యుత్తువాహకపు తీగెలు మెలితిరగకుండునట్లు గమనించవలెను. శీఘ్రముగా అదే సమయములో భ్రమించు చున్న తీగెల వలయము నుండి విద్యుత్తు శక్తిని దూరముగా తీసికొనిపోవలెను. ఇట్టి అమరికలో రెండు 'స్లిప్ రింగులు, బ్రష్‌లు' ఉండును.



చిత్రము – 5
విద్యుత్తువాహక బల ప్రవాహము

వలయపు చివరల, వలయపు అక్షముమీద దగ్గర దగ్గరగా ఉండునట్లు స్లిప్ రింగులు ఏర్పాటు కాబడును [చూ. చిత్రము -5]. రింగులు అక్షమునుండి వేరు చేయబడి విద్యున్నిరోధకములుగా కార్ఖానాలోను, ఇండ్లలోను విద్యుచ్ఛక్తికి గల ఆవశ్యకతకు అనుగుణముగా బృహత్తరమైన ఆవర్తక జనిత్రములు నిర్మించబడినవి. ఈ జనిత్రములను పనిచేయించు



చిత్రము – 6
ఆధునికమైన ఆల్టర్నేటరు.

టర్బయినులను త్రిప్పుటకు బొగ్గు, నూనె, నీరు, పరమాణుశక్తి వలన జనించు శక్తులు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. ఆధునికమైన 'ఆల్టర్నేటరు' పెద్ద పెట్టెలో మూయబడి ఉండును. [చూ. చిత్రము - 6].

ఋజు విద్యుత్తు జనిత్రములు లేదా డైనమోలు పైన చెప్పిన 'ఆల్టర్నేటరు' ఋజు ప్రవాహముగను, విద్యుత్తుగను మార్పు చేయవచ్చును. కొన్నికొన్ని చోట్ల ఆవర్తక ప్రవాహము ఉపయోగ పడక ఋజు విద్యుత్తు ప్రవాహమే అవసరమై ఉండును. ఒక మోటారు కారు బ్యాటరీని 'ఛార్జి' చేయుటకు ఋజు విద్యుత్తు ఉపయోగించబడును. బ్యాటరీ యొక్క విద్యుచ్ఛక్తి కారులోని ఇతర విద్యుత్తు సాధనములకు ఉపయోగించును. ఇది ఆవర్తి విద్యుత్తుతో పనిచేయుటకు వీలు పడదు. ఋజు విద్యుత్తును స్వాధీనము నందు ఉంచుట సులభము. అందువలననే చాలవరకు విద్యుత్తువాహకములకు ఋజు విద్యుత్తే ముఖ్యమైనది. నేడు ఆవర్తి విద్యుత్తుతో నడుపబడు యంత్రములు కూడ కలవు. కాని, వానియొక్క వేగ నియంత్రణ అతిక్లిష్టము. ఆవర్తి విద్యుత్తు ఆల్టర్నేటరులలో వలెనే అదే ఆర్మేచరు అయస్కాంత క్షేత్రము ఋజు విద్యుత్తు జనకమగు డైనమోలలో ఉపయోగించ బడుచున్నవి. బాహ్య వలయమునకు ఈ విద్యుత్తును తీసికుపోవుటయందు మాత్రమే మార్పు కనబడుచున్నది. ఆర్మేచరు చుట్టలో విద్యుత్తు వలయము ముందు - వెనుకలకు ప్రవహించుచుండును. విద్యుత్తు ప్రవాహము అత్యధమముగా ఉన్నప్పుడు భ్రమణ వలయములకు 'స్విచ్చి' లు వేసి విద్యుత్తు ప్రవాహమును ఒకే దిక్కుగా ప్రవహింప జేయవచ్చును. దీనికి లోహస్తూప విభాగములతో ప్రత్యేక అమరిక విద్యున్నిరోధకముగా చేయబడి ఉండును. ఇది ఆర్మేచరు అక్షముతో తిరుగు చుండును. ఈ లోహ స్తూప విభాగములకు ఎదురు ఎదురుగా బ్రష్‌లు ఉండును. దీనినే 'స్ప్లిట్ రింగ్ కామ్యుటేటరు' అందురు. ఈ విధముగా ప్రతి బ్రష్‌నందు ఒకే దిక్కుగా విద్యుత్తు ప్రవహించును. కొన్ని డైనమోలకు 4 లేదా 8 లేదా 16 చుట్టలు ఆర్మేచరు పై చుట్టబడి, 8 లేదా 16 లేదా 32 కామ్యుటేటరు విభాగములకు చేర్చబడి ఉండును. దీని యందు జనించు విద్యుత్తు ప్రవాహము స్థిరమైనది. ఈ డైనమోలలో క్షేత్రములందు కల అయస్కాంతములు 'ఆర్మేచర్' వలన జనించు విద్యుత్తుచే ఉద్దీపన చేయబడును.

వి. వి. ఎల్. రావు.

విద్యుత్తు ఇస్త్రీ పెట్టె : చూ. పు. 335.

విద్యుత్తు ఉతుకు యంత్రము : చూ. పు.335.

విద్యుత్తు కేంద్రము : చూ. జల విద్యుత్తు కేంద్రములు-పు. 335, తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రము-437; పరమాణుశక్తి-పు. 557; మాగ్నెటో హైడ్రో డైనమిక్స్-పు. 638.

విద్యుత్తు కొలమాన పరికరములు : ప్రధాన విద్యుత్తు పరిమాణములు : 1. విద్యుత్తు చాలక బలము లేదా శక్మ ; 2. విద్యుత్తు ప్రవాహము ; 3. విద్యుత్తు నిరోధము ; 4. విద్యుత్తు రాశి లేదా భారము ; 5. విద్యుత్తు గ్రాహకత (కెపాసిటీ) ; 6. విద్యుత్తు ప్రవర్తకత్వము (ఇండక్టెన్స్) ; 7. శక్తి ; 8. విద్యుత్తు సామర్థ్యము.

వీటి ప్రాయోగిక ఏకాంకములు క్రింద చూపబడినవి :

ఇందు ప్రతి మూల మానమును ఒక ప్రసిద్ధ విజ్ఞాని పేరు వహించుచుండుట గమనించవలసిన విషయము.

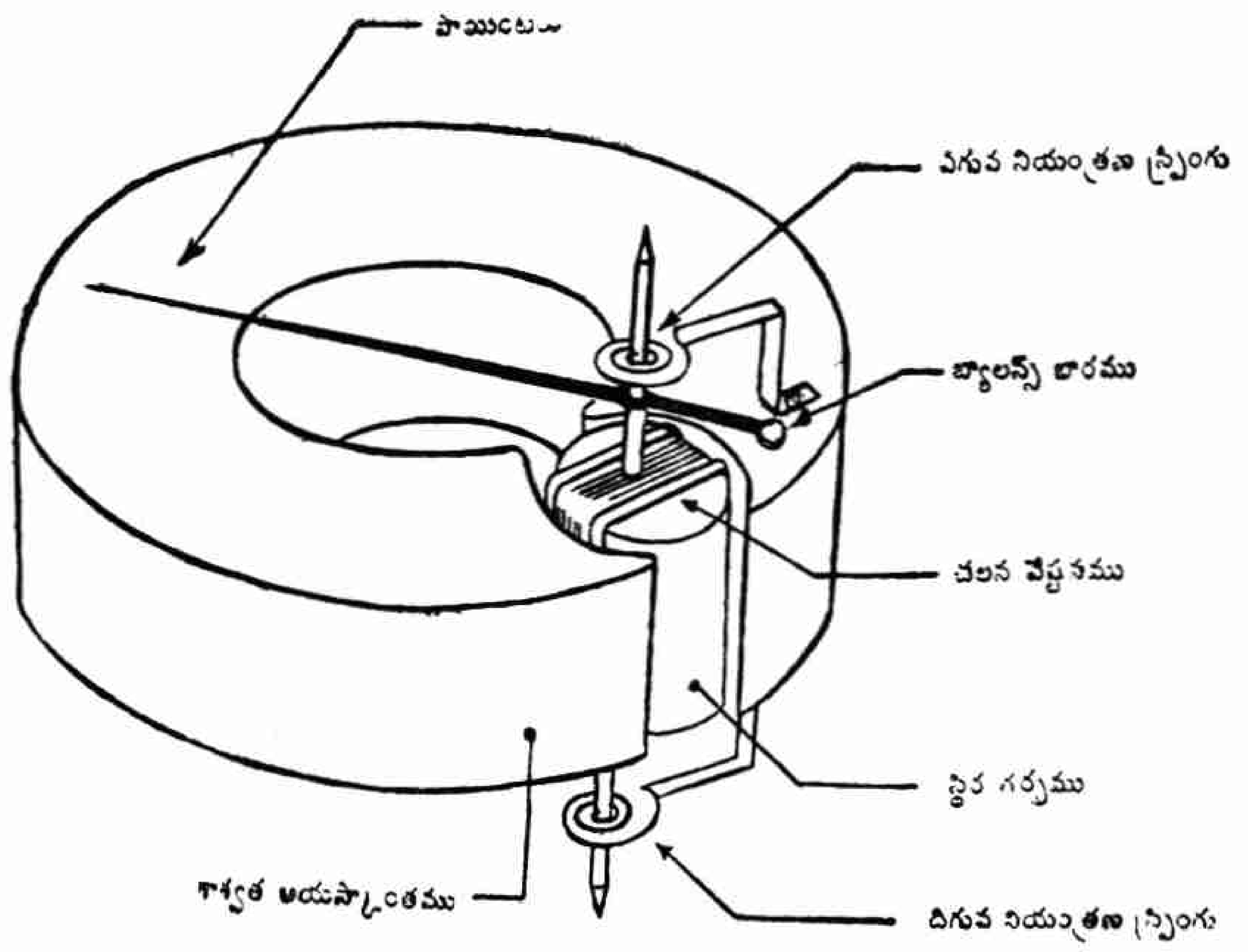
మందు జనింపజేయు వేడిని కొలుతురు. ప్రస్తుత వ్యాసము నందు చలవలయ (మూవింగ్ కాయిల్) ; చలాయన (మూవింగ్ ఐరన్స్), తప్త తంతువు మాన పరికరములు వర్ణించ బడును.

చల వలయ ఉపకరణము : చిత్రము 1, 2, 3 లలో ఈ ఉపకరణము యొక్క ముఖ్యాంగములను చూడ వచ్చును. వలయపు తీగె ఒక అల్యూమినియము చట్రము పై చుట్టి ఉండును. ఈ చట్రము ఇటు నటు స్వేచ్ఛగా తిరుగుటకు వీలుండు నట్లు ఒక కీలాగ్రమును ఆశ్రయించి

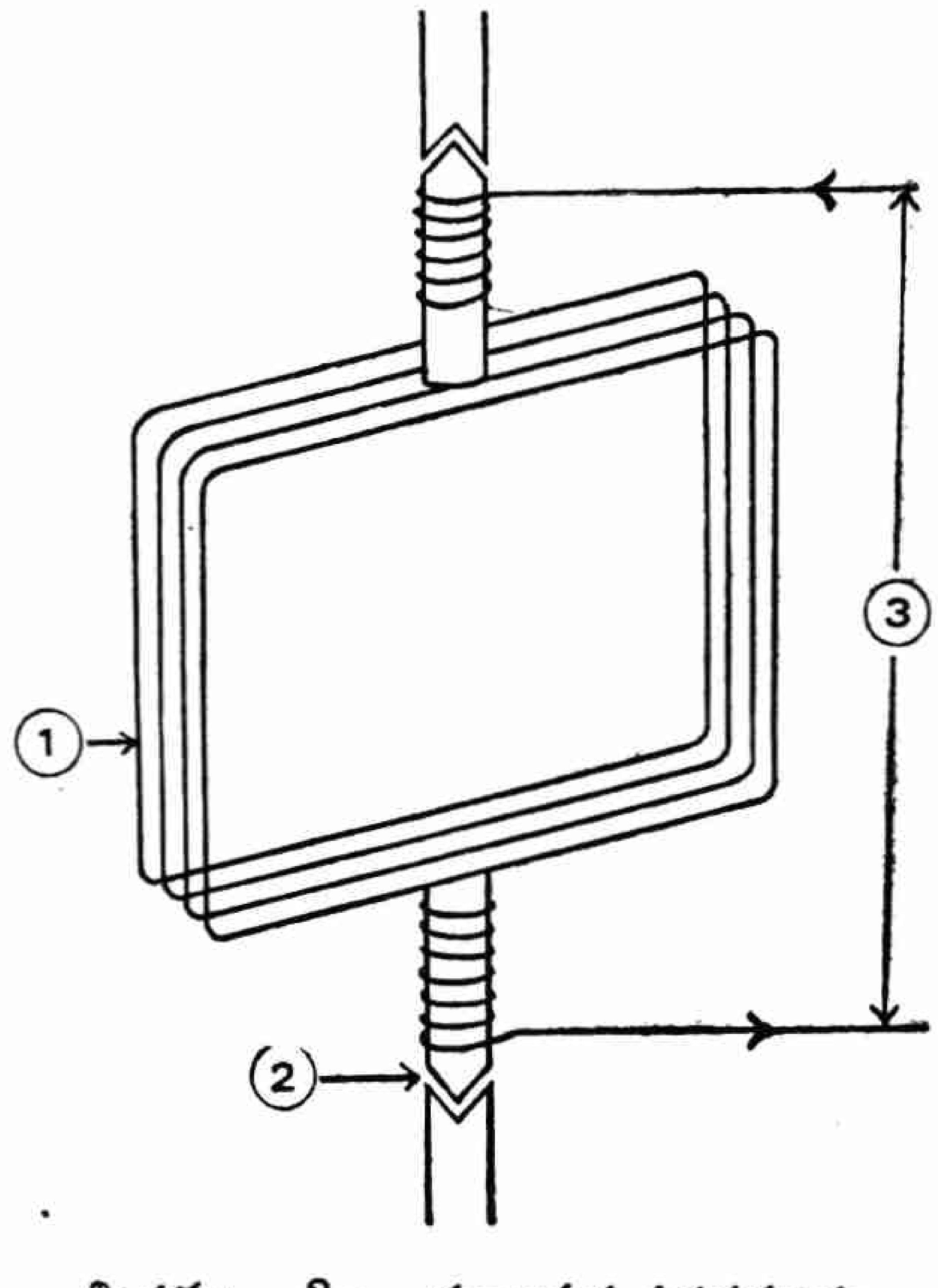
పట్టిక

సంఖ్య	రాశి	ప్రాయోగిక యూనిట్	సంకేతము	పేరు	విజ్ఞాని జాతి
1.	ఇ. ఎమ్. ఎఫ్. లేదా వోల్టేజి (శక్మ) లేదా పి. డి. (E)	వోల్ట్	V	అలిగ్జాండ్రో వోల్టా	ఇటలీ
2.	ప్రవాహము (I)	ఆంపియర్	A	ఆండ్రిమేరీ ఆంపియర్	ఫ్రాన్స్
3.	నిరోధము (R)	ఓమ్	Ω	జార్జి సైమన్ ఓమ్	జర్మనీ
4.	భారము (Q)	కూలూంబ్	C	ఛార్లెస్ అగస్టిన్ డ కూలూంబ్	ఫ్రాన్స్
5.	తాహతు (C)	ఫారద్	F	మైకేల్ ఫారడే	ఇంగ్లండు
6.	ప్రవర్తకత్వము (L)	హెన్రీ	H	జోసఫ్ హెన్రీ	అమెరికా
7.	శక్తి (W)	జౌల్	J	జేమ్స్ ప్రెస్కాట్ జౌల్	ఇంగ్లండు
8.	సామర్థ్యము (P)	వాట్	W	జేమ్స్ వాట్	స్కాట్లాండ్

చాల విద్యుత్తు మాన పరికరములు విద్యుత్తు ప్రవాహము యొక్క అయస్కాంత ఫలమును మాన ప్రక్రియ



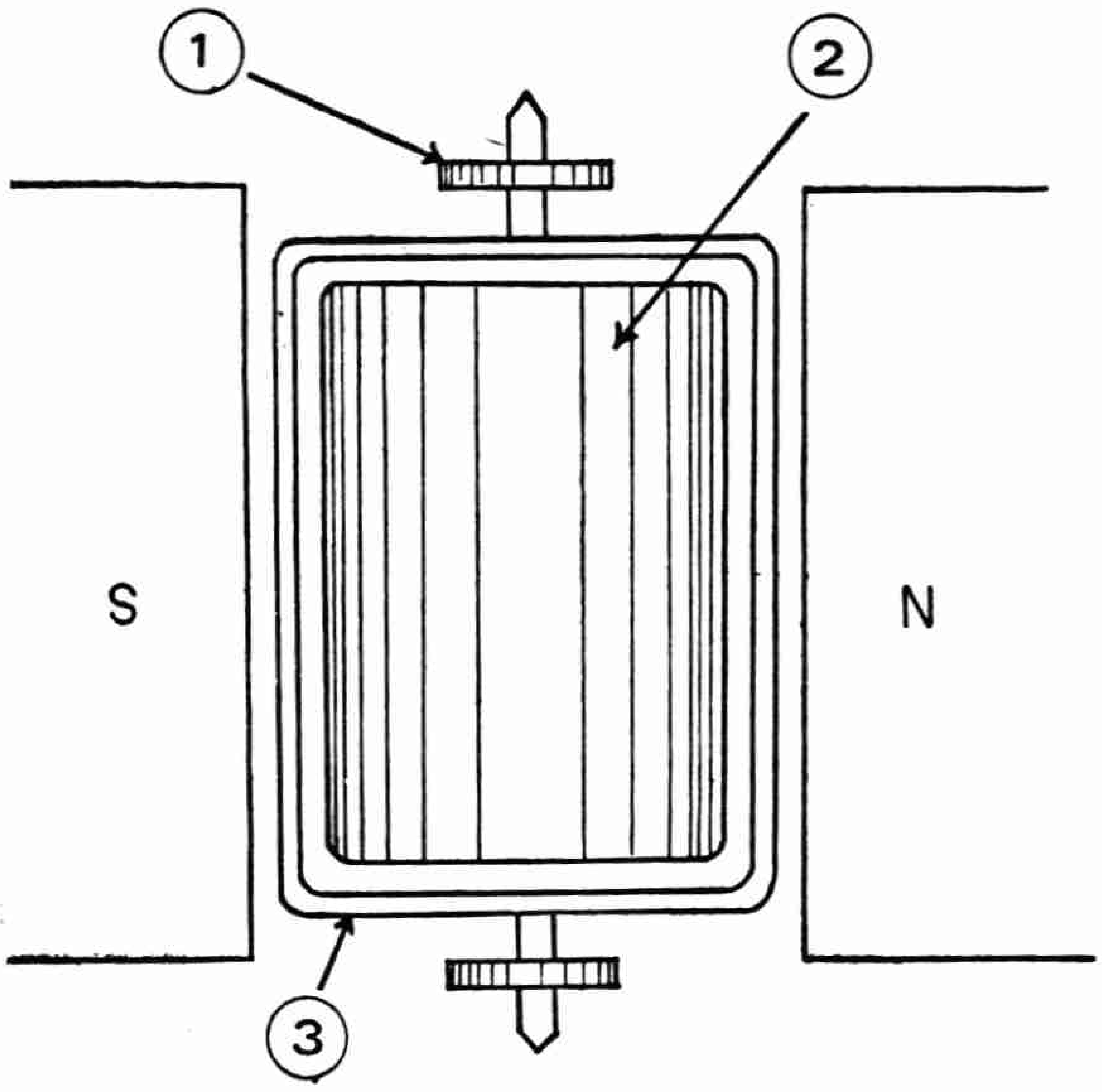
చిత్రము - 1 : చలవలయ ఉపకరణము



చిత్రము - 2 : చలాయన ఉపకరణము

యందు ఉపయోగించును. కొన్ని పరికరములు, వేడి తీగె, తెర్మోకపుల్ మొదలగునవి విద్యుత్తు ప్రవాహ మధ్యము ఉండును. ఒక శాశ్వత అయస్కాంతము యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రములో ఈ చట్రము తిరుగును. వలయాగ్ర

ములకు ప్రయోగించిన ఒక విద్యుత్తు చాలక బలము (E.M.F) కీలమునకు అటు ఇటు చక్రమును ఒక ఆవర్తన బలమునకు (టర్నింగ్ మూమెంటు) గురిచేయును. సర్పిలాకారము గల రెండు స్ప్రింగులు ఘూర్ణన బలముచే ఈ ఆవర్తనము నిరోధించబడును. పరికరము యొక్క సూచి శూన్య (జీరో) స్థానము వద్ద ఉన్నపుడు ఒక స్ప్రింగు జనింప జేసిన ఘూర్ణనము రెండవ దానిచే సమతులిత స్థితికి తేబడును. సూచి విక్షేపము సంభవించినపుడు స్ప్రింగు యొక్క ఘూర్ణనము వలయ భ్రమణ కోణ విస్తారమునకు సమనిష్పత్తిలో ఎక్కువగును. ఈ స్ప్రింగులు వలయము లోనికి విద్యుత్తు ప్రవాహమును ప్రవేశ పెట్టుట, తరువాత బయటకు పంపుట అను కార్యములను నిర్వహించును.



చిత్రము - 3
తప్త తంతువు మాన పరికరము

మైక్రో ఆంపియర్ లు, మిల్లీ ఆంపియర్ లు కన్న పెద్ద విద్యుత్తు ప్రవాహములను కొలువవలసి వచ్చినపుడు వలయముతో ఒక 'షంట్' ను కలుపుదురు. షంట్ అనగా చాల స్వల్పనిరోధము గల ఒక తీగె. దీని నిరోధము మానపరికరపు నిరోధములో ఒక చాల చిన్న భిన్నాంశము ఉండును. ఇట్టి స్థితిలో గాల్వనో మాపకమునకు అడ్డముగా లేదా సమాంతరముగా ఈ షంట్ పెట్టబడినది అందుము. ఈ మాపన పరికరము - అనగా గాల్వనో మీటరు - వోల్టు మీటరుగా కూడ ఉపయోగించ వచ్చును. దానికై పరికరముతో వరుసగా ఒక పెద్ద నిరోధము ప్రవేశ పెట్టబడవలెను.

వరుసలో, సమాంతరముగను అను పదముల బోధ పరచుకొనుటకై విద్యుత్తుశాస్త్రమందు మౌలికమగు నియమము ఒకదానితో - అన ఓమ్ నియమముతో - పరిచయము ఆవశ్యకము.

ఓమ్ నియమము : స్థిర తాపక్రమ పరిస్థితులలో ఒక విద్యుత్తు వాహకము గుండా ప్రవహించు విద్యుత్తు ప్రవాహము, ఆ వాహకపు రెండు చివరల స్థాపించబడిన శక్మల భేదమునకు సమనిష్పత్తిలో ఉండును.

ఒక నియత వాహకమునకు :

$$\frac{\text{శక్మ } (=P.D)}{\text{ప్రవాహము}} = \text{స్థిరాంకము లేదా}$$

$\frac{V}{I}$ = స్థిరాంకము (V = వోల్టేజీ ; I = విద్యుత్తు ప్రవాహము).

ఓమ్ నియమమును క్రింది విధముగ కూడ వ్రాయ వచ్చును :

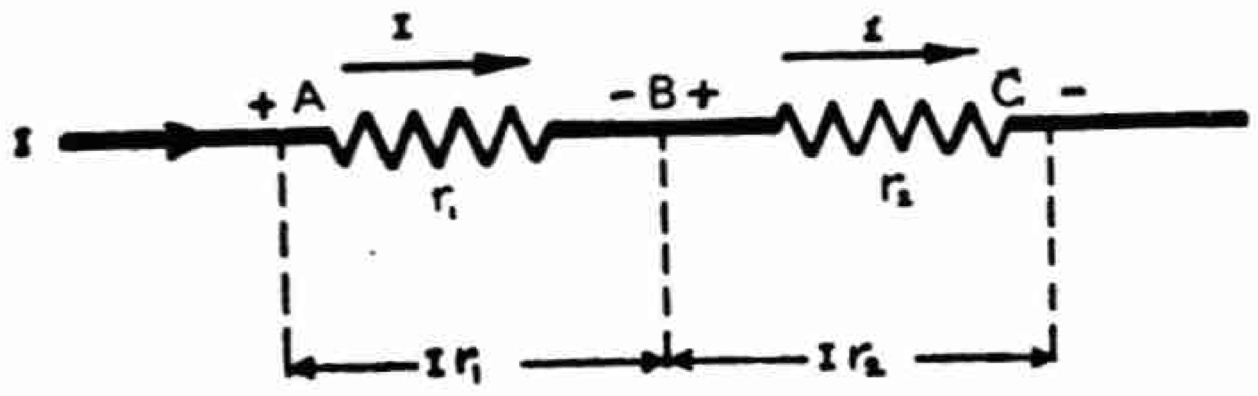
$$\frac{V}{I} = R \text{ లేదా } V = IR.$$

V = శక్మ (వోల్టులలో)

I = ప్రవాహము (ఆంపియర్ లలో)

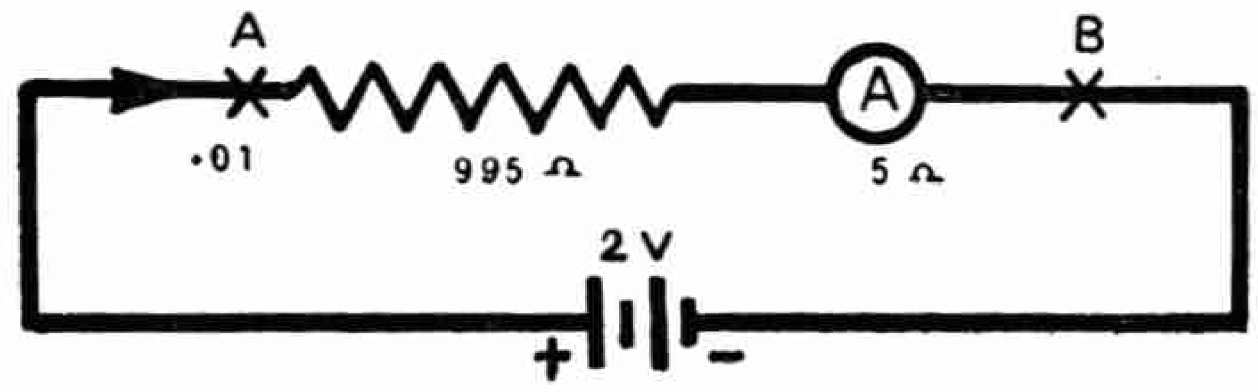
R = నిరోధము (ఓమ్‌లలో)

వరుస (శ్రేణి) లో నిరోధములు : r_1, r_2 అను నిరోధములు చిత్రము - 4 లో చూపినట్లు కలిపితి మేని



చిత్రము - 4 శ్రేణీవిధానమున నిరోధములు

అవి వరుసగా కలుపబడినవి అందుము [చూ. చిత్రము. 4]. ఆ రెండు నిరోధముల ద్వారా ఒకే విద్యుత్తు ప్రవాహము పారును. 4 లో 5 ఓమ్‌లు నిరోధముగల మిల్లిఆమ్మీటరు 995 ఓమ్‌ల నిరోధముతో శ్రేణీ విధానమున కలుపబడినది.

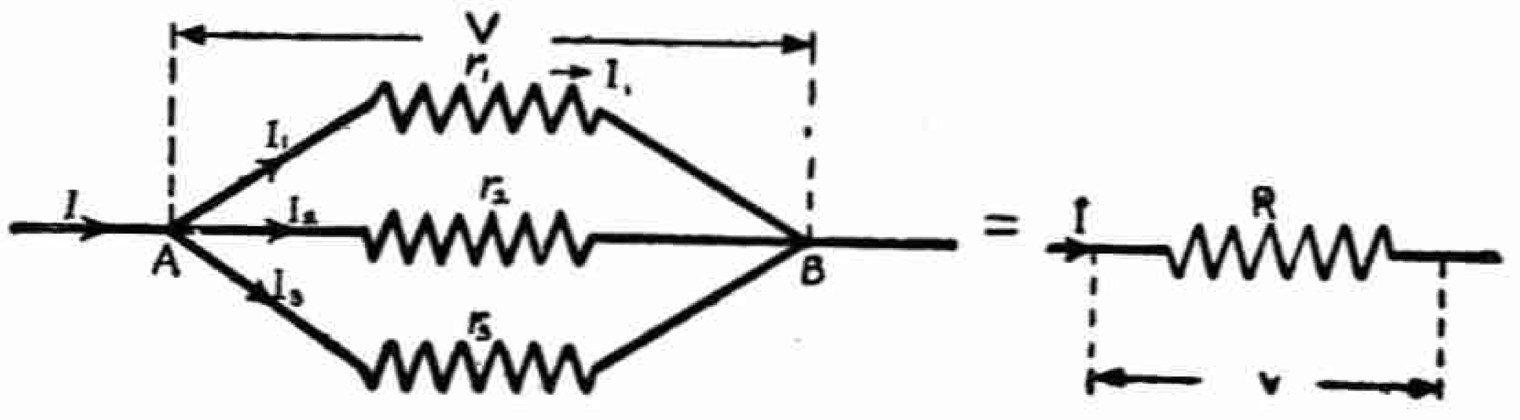


చిత్రము - 5 సమాంతర నిరోధము

సమానాంతర నిరోధములు : r_1, r_2 అను నిరోధములు చిత్రములు 5, 6 లలో చూపినట్లు సంధింపబడినచో అవి సమానాంతరముగ కలుప బడినవి అందుము.

సరళ చలాయన పరికరము : విద్యుత్తు మాన పరికరములు సాధారణముగ విద్యుత్తు ప్రవాహము ప్రదర్శిం

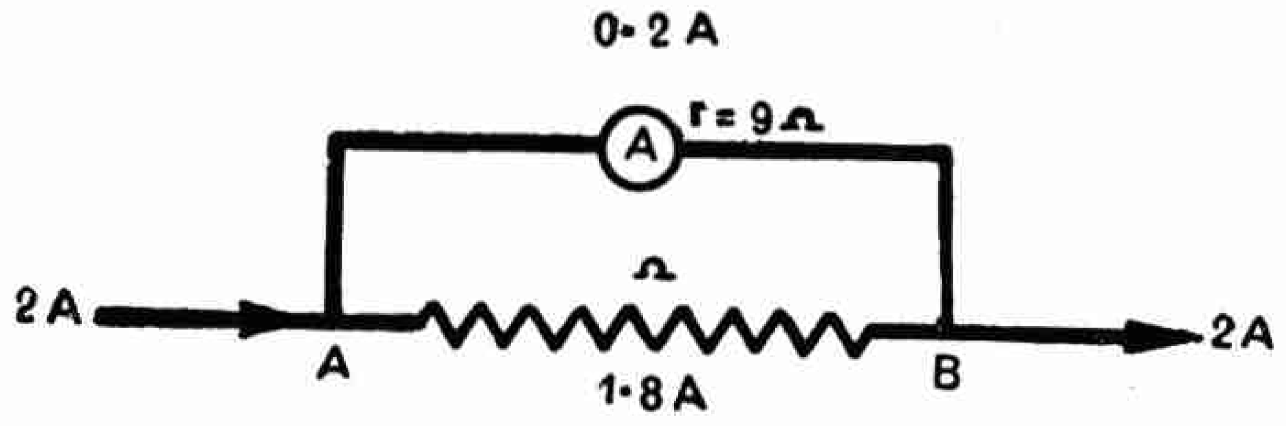
చెడు అయస్కాంత ఫలమును ఆ ప్రవాహమును కొలుచుటకు ఉపయోగింతురు. వీటిలో అతిసరళమైనది పైన



చిత్రము - 6 సమాంతర విధానమున నిరోధములు

పేర్కొనిన పరికరము. చలాయస పరికరము; ఇవి రెండు రకములు: 1. ఆకర్షణ జాతి; 2. వికర్షణ జాతి.

చిత్రము - 7 లో ఈ పరికర నిర్మాణము చూపబడినది. తీగె చుట్ట గుండా ప్రవాహము చలించునపుడు, ఆ



చిత్రము - 7 సరళ చలాయస పరికరము

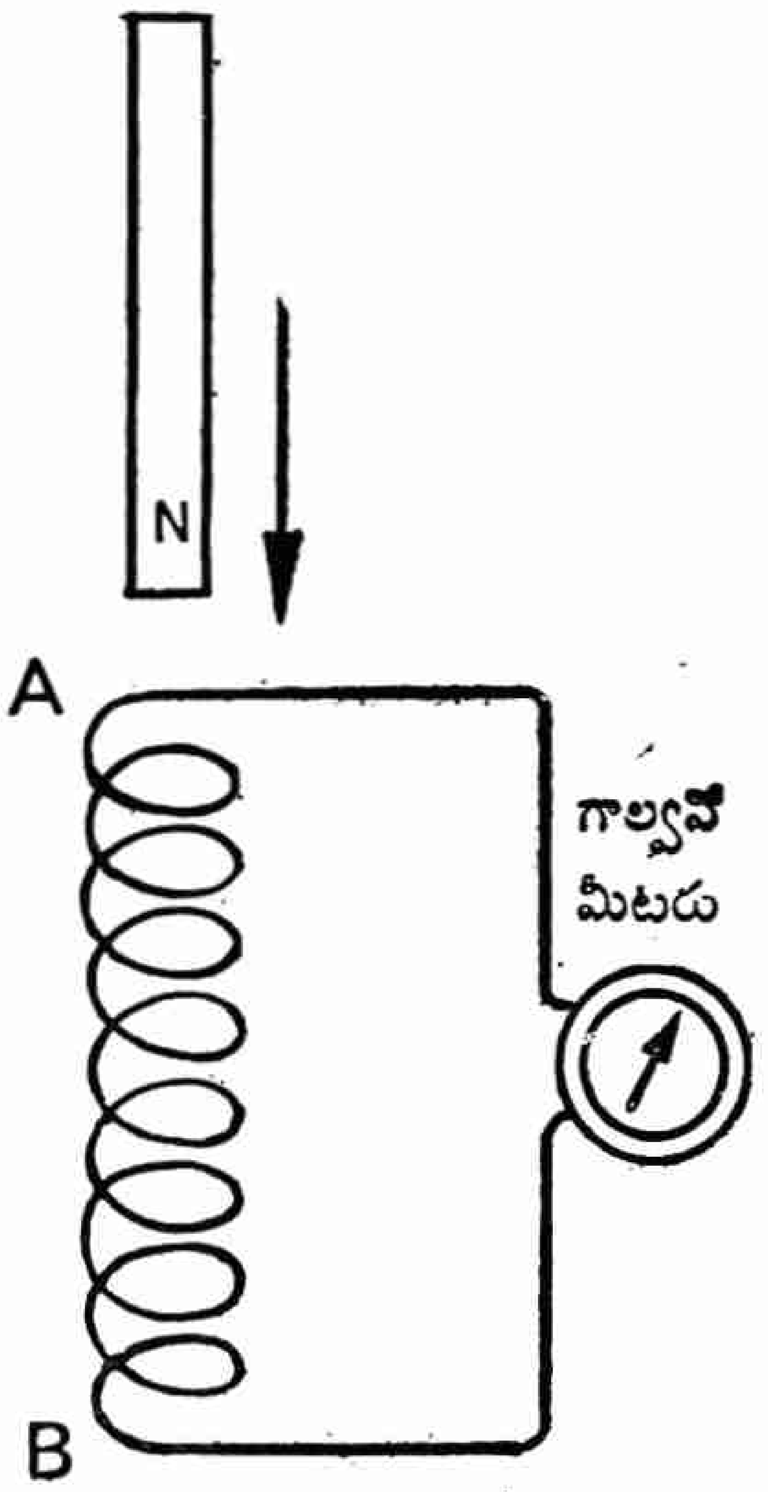
ప్రవాహము కారణముగా జనించిన బలక్షేత్రము మెత్తటి ఇనుముచే చేయబడిన బిళ్లను అయస్కాంతముగా మార్చును. దీని ఫలముగ ఈ బిళ్ల వలయపు కేంద్రమువైపు ఆకర్షింపబడును. కేంద్రమువద్ద అయస్కాంత బలము గరిష్ఠముగా ఉండుటయే ఈ ఆకర్షణకు కారణము. ఇట్లు ఈ బిళ్ల కేంద్రము వైపు కదులునపుడు దానికి తగిలించి ఉన్న సూచి మానాంకావళికి అడ్డుగ విచలించును. ఆకర్షణ బలము అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్క సామర్థ్యమును బట్టి ఉండును; ఈ సామర్థ్యము మరల విద్యుత్తు ప్రవాహ సామర్థ్యమును బట్టి ఉండును. కొల సాధనము యొక్క విచలన విస్తారము ప్రవాహదిశ నిరపేక్షముగ దాని బలము మీద ఆధారపడి ఉండుటచేత ఈ సాధనము పరివర్తిత (A.C.) ప్రవాహమును కొలుచుటకు కూడ ఉపయోగపడును.

చలవలయసాధనము కన్న ఈ పరికరపు ఎక్కువ సౌకర్యము ఏమన - ఇది ఆవర్తి, ఋజు (A. C, D.C) విద్యుత్తు ప్రవాహముల రెండింటిని కొలువవచ్చును. వి. వి. ఎల్. రావు.

విద్యుత్తు జనిత్రములు (ఋజు, ఆవర్తి): ఋజు విద్యుత్తు ఉత్పాదకమునకు ఋజు విద్యుత్తు జనిత్రము (డైనమో) అని పేరు. ఆవర్తి విద్యుత్తు ఉత్పాదకమునకు ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము (ఆవర్తకము) అని పేరు.

డైనమో: ఈ సాధనము యాంత్రికశక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుటకు ఉపయోగపడును. ఒక తీగెగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు - అనగా ఆ తీగె విద్యుద్వాహకముగా పనిచేయునపుడు - ఆ తీగె చుట్టుప్రక్కల ఒక అయస్కాంత క్షేత్రము నెలకొనును. విద్యుత్తు ప్రవాహమును మార్చినచో అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్క బలము కూడ మారును. కాని, ఒక విద్యుద్వాహకమును - అనగా ఒక ధాతు తీగెను ఒక అయస్కాంత క్షేత్రములో - ఆ క్షేత్రము గుండా పోవు తీగెయొక్క బలరేఖలు మారునట్లుగా త్రిప్పినచో ఒక విద్యుత్తు చాలక బలము ఉత్పాదితమగును. ఈ బలమునకు *e.m.f.* అనునది సంగ్రహనామము. ఆ విద్యుత్తు ప్రవాహమును ఆపివేసినచో ఒక ప్రేరిత విద్యుత్తు ప్రవహించును. చలనము కొనసాగుచూ, ప్రేరిత *e.m.f.* యొక్క దిశ విద్యుద్వాహక చలనమునకు విరుద్ధముగా ఉన్నపుడు మాత్రమే విద్యుత్తు చాలకబలము పుట్టును. దీనికి 'లెంజ్ సూత్రము' అని పేరు.

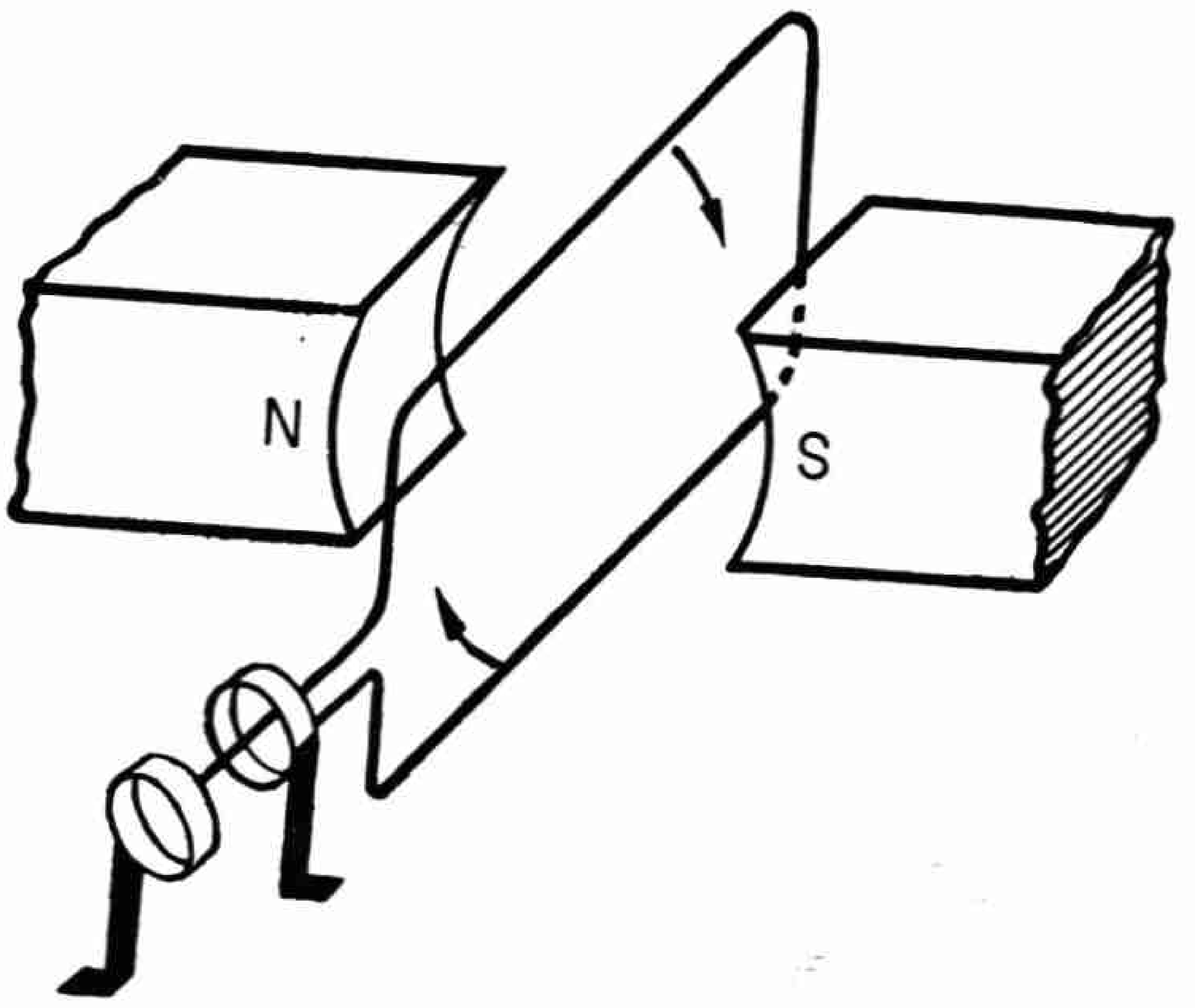
ఉదా: అత్యల్ప విద్యుత్తు ప్రవాహములను కూడ కొలువగల గాల్వనోమీటరు అను పరికరమునకు AB అను ఒక తీగెచుట్టను అనుసంధించి, ఒక అయస్కాంత దండమును (దాని ఉత్తర ధ్రువము క్రిందుగా) తీగెచుట్టలో పెట్టినచో అయస్కాంతము కదులుచున్నంత సేపు గాల్వనోమీటరులో విద్యుత్తు ప్రవాహము ఉత్పాదింపబడును [చూ. చిత్రము - 1]. అయస్కాంతము ఇంకను ఎక్కువ వేగముగా కదిలినచో విద్యుత్తు ప్రవాహము కూడ మరింత ఎక్కువగ జనించును. తీగెచుట్టలో అయస్కాంతము కదలిక లేక యున్నచో గాల్వనోమీటరులో విద్యుత్తు ప్రవహించదు; ఏలన, అయస్కాంతదండమును చుట్టియున్న బలరేఖలు విద్యుద్వాహకము (తీగెచుట్ట) నకు సంబంధించినంతవరకు తమ స్థానములను మార్చుకొనవు. ఉత్తర ధ్రువమును సమీపింపగనే తీగె చుట్ట చివర ఉత్తర ధ్రువము అగునట్లుగా విద్యుత్తు ప్రవాహపు దిశ మారును. రెండు ఉత్తర ధ్రువములు ఒకదాని నొకటి అపకర్షించుకొనును గనుక ప్రేరిత విద్యుత్తు



చిత్రము-1: గాల్వనో మీటరు

చాలకబలము చలనమును ప్రతిఘటించును. ఇదియే గాల్వనోమీటరు లక్షణము [చూ. విద్యుత్తు మోటరు].

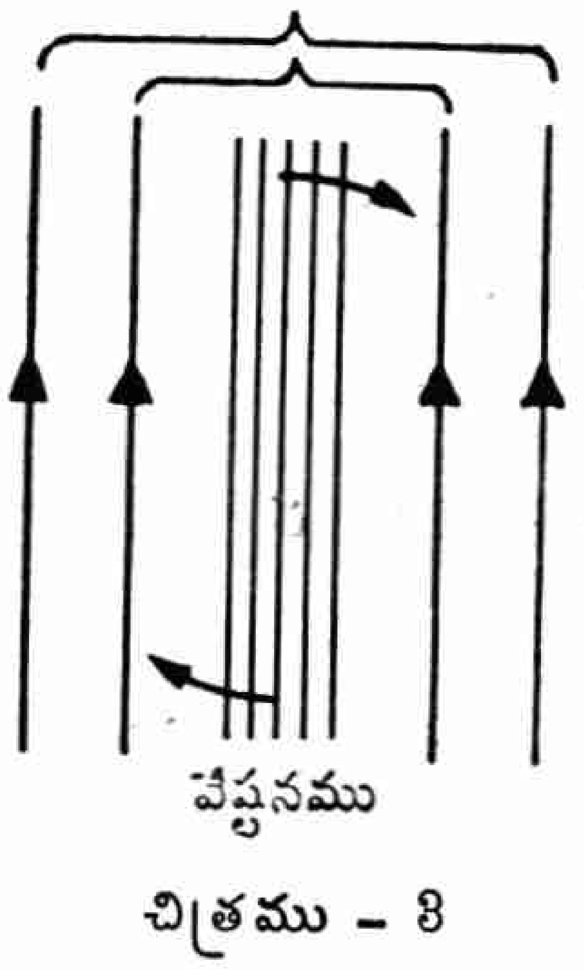
ఒక అయస్కాంతపు (*NS*) ధ్రువముల మధ్య ఒక తీగె మెలికను త్రిప్పినచో ఆ తీగె మెలిక కదులుచున్నంత సేపు ప్రేరిత విద్యుత్తు చాలకబలము ఉత్పాదిత మగును [చూ. చిత్రము - 2]. ఆ తీగెచుట్టలోని మెలికలను బట్టి, దాని



చిత్రము – 2

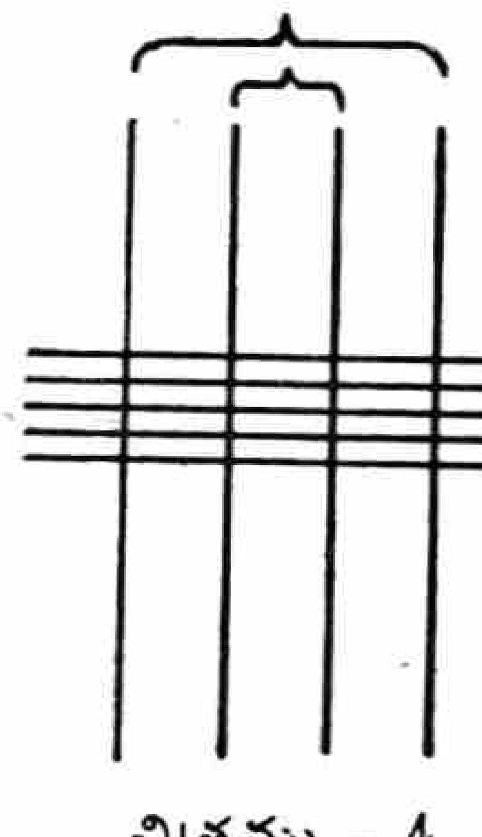
E. M. F. ను ఉత్పాదించు వేష్టనము

వైశాల్యమునుబట్టి, అది చలించు రేటునుబట్టి, అయస్కాంత క్షేత్రపు బలమును బట్టి ప్రేరిత విద్యుత్తుచాలకబలము మారుచుండును. విద్యుత్తు చాలకబలము తీగెచుట్ట అయస్కాంత క్షేత్రమునకు సమాంతరముగా ఉన్నప్పుడు గరిష్ఠ స్థాయిలోను [చూ. చిత్రము - 3], తీగెచుట్ట క్షేత్రమునకు



చిత్రము – 3

గరిష్ఠ E. M. F.

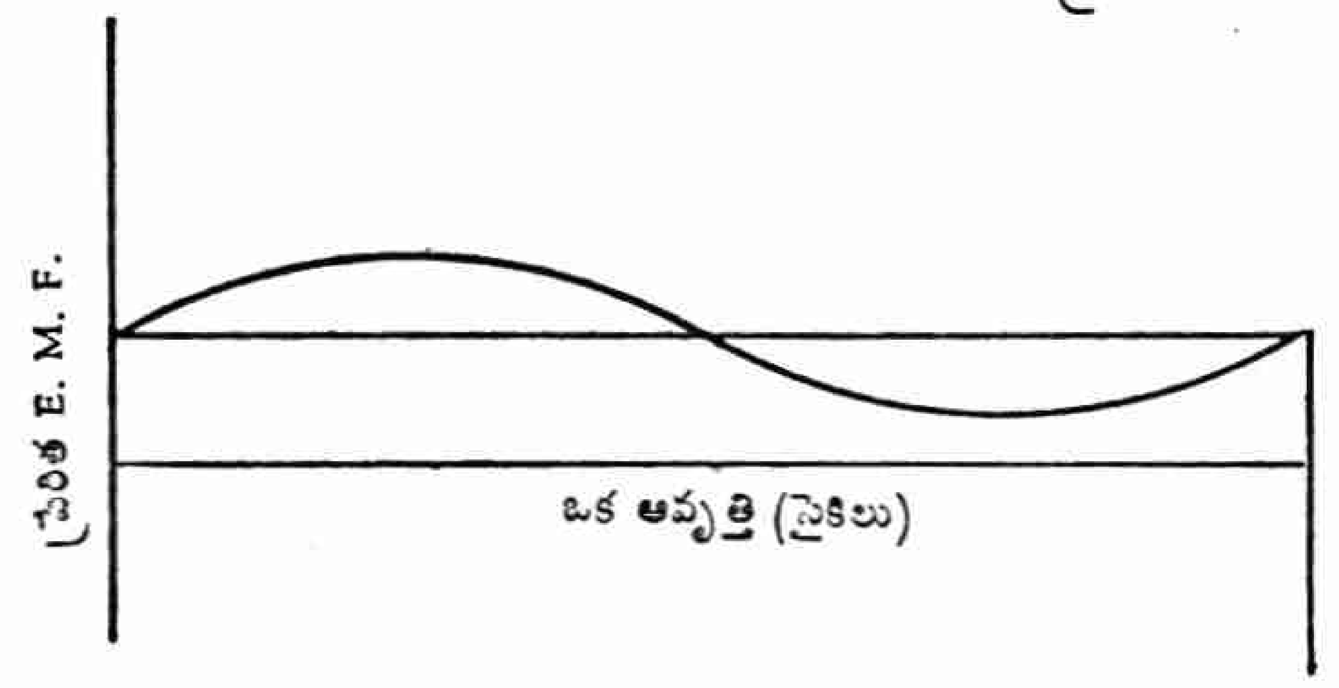


చిత్రము – 4

కనిష్ఠ E. M. F.

లంబముగా ఉన్నప్పుడు కనిష్ఠ స్థాయిలోను [చూ. చిత్రములు - 3, 4, 5] ఉండును.

ఇటుల తీగెచుట్ట ఒక భ్రమణము పూర్తిచేయుచుండగా విద్యుత్తు చాలకబలము వరుసగా మొదట శూన్యము అగును; తరువాత గరిష్ఠ స్థాయికి పెరుగును; శూన్యమునకు తగ్గును; తరువాత విరుద్ధ దిశలో మరల గరిష్ఠ స్థాయికి పెరుగును; తరువాత శూన్యమునకు తగ్గిపోవును. విద్యుత్తు వలయము గనుక సంవృతము అయినచో ఇది ఒక ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహమును ఉత్పాదించును. అనగా, ప్రవాహము ఒక స్థిరాంకముగా ఉండదు; అది మొదట ఒక దిశలోను, తరువాత మరొక దిశలోను ప్రవహించును.

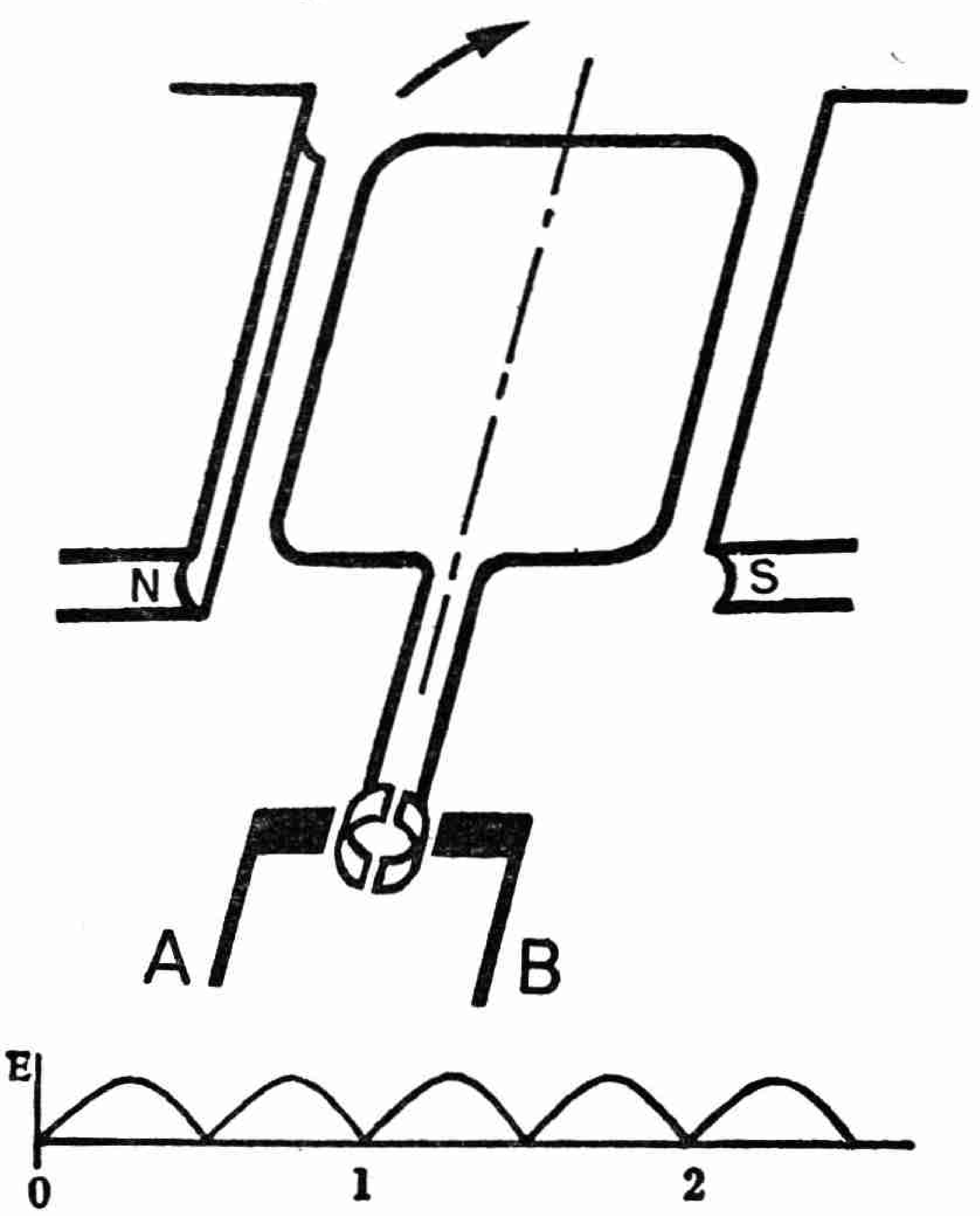


చిత్రము – 5 : ప్రేరిత E. M. F.

ఋజు విద్యుత్తు ప్రవాహమును చిత్రము - 6 లో చూపిన ఏర్పాటును వినియోగించి ఉత్పాదింపవచ్చును. చీలిక వలయములో ఒక అర్ధభ్రమణ సమయమున ఒక కుంచెను, మిగిలిన అర్ధభ్రమణ సమయమున రెండవ కుంచెను తాకును. ఇటుల విద్యుత్తు ఒకే దిశలో ప్రవహింపజేయబడి, ఋజు విద్యుత్తుగా రూపొందింపబడును. అయితే, అది ఒక నిలుకడగా ప్రవహింప లేదు.

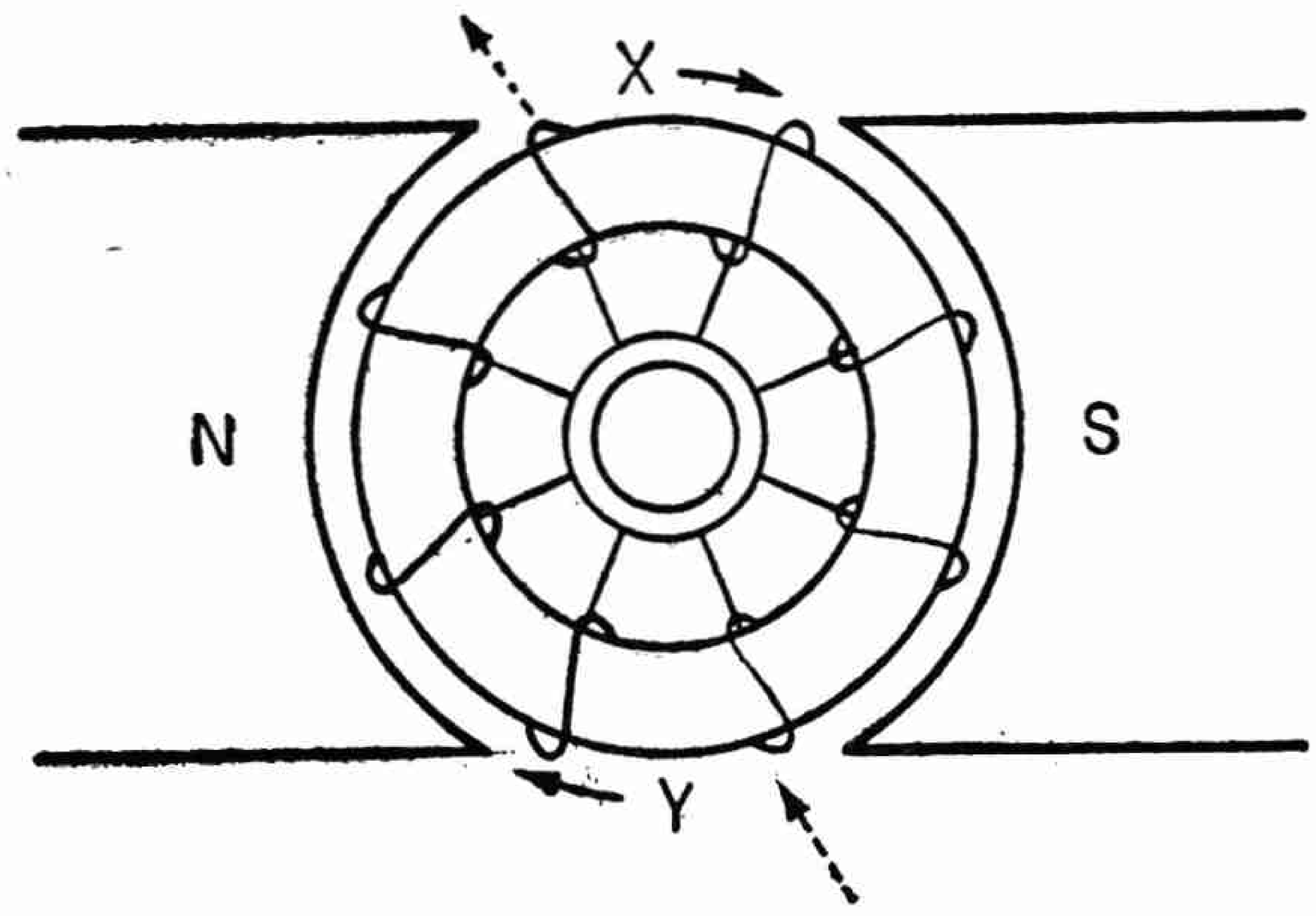
అయస్కాంత క్షేత్రములోని తీగెచుట్టయొక్క స్థానమును బట్టి విద్యుత్తు చాలకబలము తన దిశను మార్చుకొనిన తక్షణమే చీలికవలయములోని ప్రతి సగము దానికి ఎదురుగా ఉన్న కుంచెను తాకుటకు వీలుండునట్లుగా కుంచెల స్థానములను ఏర్పరుతురు. చీలిక వలయమును, తీగెచుట్టను పెక్కు విభాగములక్రింద విభజించినచో ఋజు విద్యుత్తు ఉత్పాదన నిలుకడగా కొనసాగును. చిత్రము - 7లో ఒక తీగె చుట్ట ఒక ఇనుప వలయము పై ఎనిమిది విభాగములపై ఎడ తెరిపిలేకుండా చుట్టబడినది. 'కామ్యుటేటరు' కూడ ఎనిమిది విభాగములలోనే ఉన్నది. కామ్యుటేటర్ యొక్క ప్రతిదండము వలయములో ఒక్కొక చుట్టల జతకు అనుసంధింపబడినది. బోధక సౌలభ్యమునకై చిత్రములో ఒకేమారు చుట్టబడిన తీగెచుట్ట చూపబడినది. కామ్యుటేటర్ విభాగములు ఒకదానినుండి ఒకటి, అక్షమునుండి అన్నియు విద్యుత్తు బంధితము చేయబడినవి. రెండు కుంచెలును, అవి అయస్కాంత క్షేత్రమునకు లంబముగా ఉన్నపుడు ఎదురెదురుగా ఉన్న X, Y తీగె చుట్టలను తాకును. ఆ క్షణమున వాటిలో విద్యుత్తు చాలకబలము జనింపదు. తీగె చుట్టలు అయస్కాంత క్షేత్రమునకు సమాంతరముగ ఉన్నపుడు అవి గరిష్ఠ విద్యుత్తు చాలకబలమును ఉత్పాదించును. తీగె

చుట్టలు ఒక దాని తరువాత ఒకటి ఉన్నది కాబట్టి వేర్వేరు తీగెచుట్టలు ఉత్పాదించిన విద్యుత్తు చాలక



చిత్రము - 6 : కామ్యుటేటర్

బలమును కలిపినచో మొత్తము విద్యుత్తు చాలకబలము లభించును. తీగె చుట్టలో విభాగములు ఎక్కువైన కొలది స్థిరమైన విద్యుత్తు చాలకబలము, అందువలన నిలుకడగల విద్యుత్తు ప్రవాహము లభించును [చూ. చిత్రములు - 6, 7].



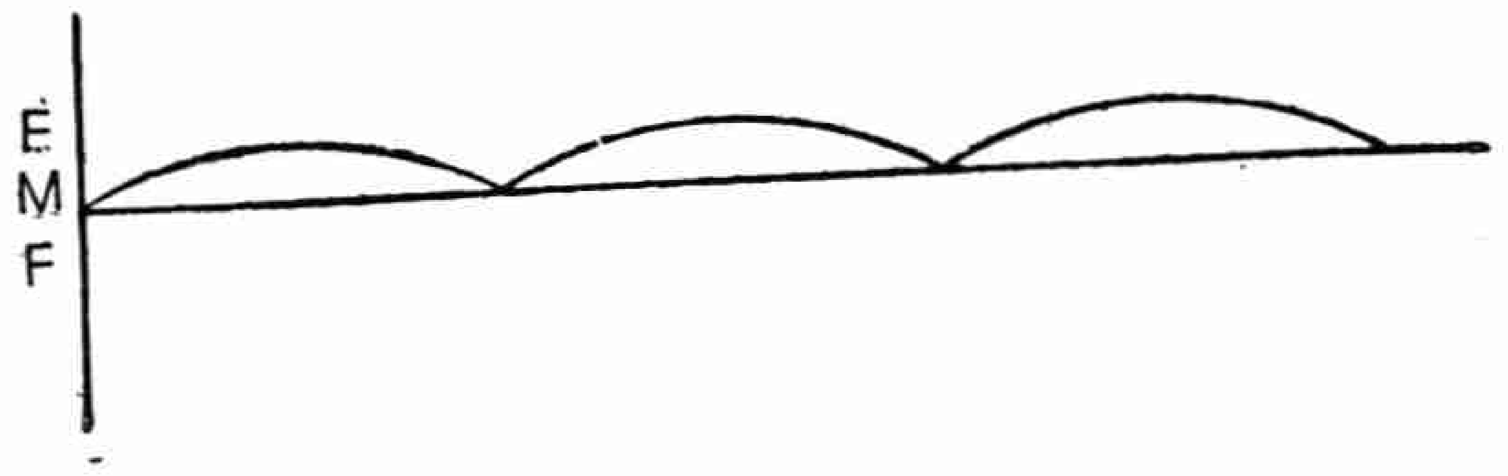
చిత్రము - 7

ఎనిమిది భాగములుగా చుట్టబడిన కామ్యుటేటరు

విద్యుత్తును భారీ ఎత్తున ఉత్పాదించుటకు డైనమో యొక్క ఆర్మేచరును (తీగెచుట్టలను) పెట్రోలు లేదా చమురు లేదా ఆవిరి ఇంజనుల సాయమున త్రిప్పుదురు. ఇటుల ఉత్పాదించిన విద్యుత్తును కుంచెల సాయమున కామ్యుటేటర్ నుండి వేరుపరచి నేరుగా కర్మాగారములకు, గృహములకు సరఫరా చేయుదురు [చూ. విద్యుత్తు ప్రసారము].

ఆచరణలో విద్యుత్తు అయస్కాంతము ద్వారా అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పరుపబడును; అందులో ఆర్మేచరు భ్రమించుచుండును. అది సాధారణముగ డైనమోచేతనే ప్రేరితమగును. క్షేత్ర తీగె చుట్ట - అనగా విద్యుత్తు అయస్కాంతపు తీగెచుట్ట - డైనమోతో వరుసగా గాని, సమానాంతరముగా గాని చుట్టబడవచ్చును. కాంపౌండ్ వైండింగు గల డైనమో చాల ప్రయోజనములకు అనువైనది. ఇందు కాయిల్ (తీగెచుట్ట) డైనమోకు సమానాంతరముగ వైండింగు చేయబడును. అయితే, దానికి వెలుపల కొన్ని వరుసల వైండింగులు కూడ ఉండును.

సరళ ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము (ఆవర్తకము): ఒక విద్యుద్వాహక తీగె మెలికను ఒక ధ్రువయుగళము మధ్య భ్రమింపజేసినచో దానిలో వోల్టేజి ప్రేరేపితమగునని ఇంతకుముందే చెప్పితిమి. ఇటుల లభించిన విద్యుత్తును తీగె మెలికనుండి (ఋజు విద్యుత్తు జనిత్రములో వలె కామ్యుటేటర్ల ద్వారా కాక) స్లిప్ వలయముల

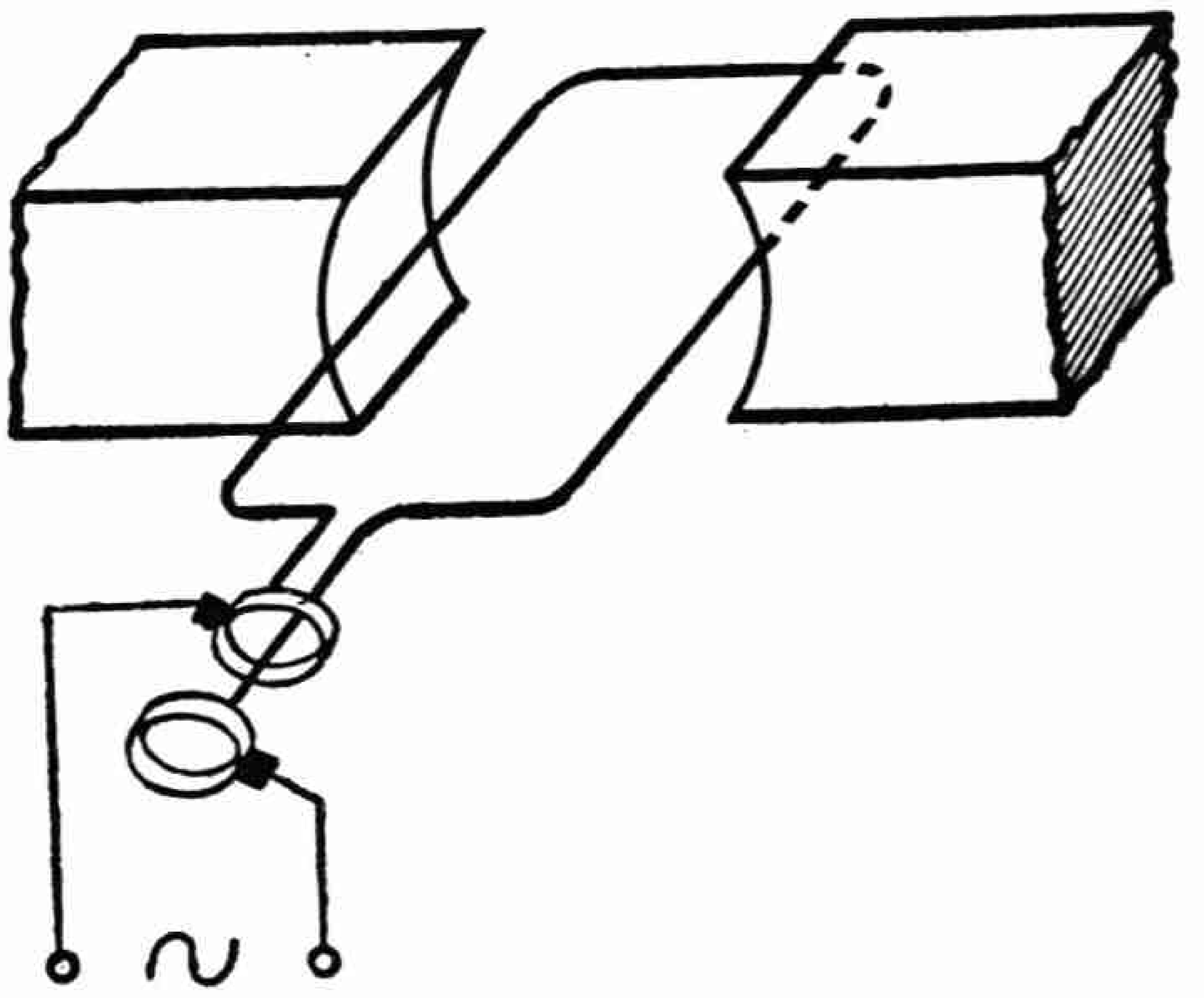


చిత్రము - 8 : సరళ ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము

సహాయమున గ్రహించవచ్చును. ఇది దిశలోను, పరిమాణములోను అవిచ్ఛిన్నముగ మారుచుండును [చూ. చిత్రము - 8].

ఏకకల (సింగిల్ ఫేజ్) కల ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము యొక్క మౌలిక సర్క్యూట్ ను 731 వ పుటలోని చిత్రము - 9 లో చూడవచ్చును. ఇందు భ్రమించుచున్న విద్యుత్తు అయస్కాంతమునకు బయటనుండి ఋజు విద్యుత్తును (ప్రేరేపక విద్యుత్తును) సరఫరా చేయుదురు. ఇటుల ఒకే దిశ గల విద్యుత్తు అయస్కాంతము రోటార్ లో తయారగును. ఈ రోటార్ భ్రమణమునకు గురిచేయబడినపుడు అందలి అయస్కాంతక్షేత్రము క్షేత్రవిద్యుద్వాహకమును ఖండించి, వాటిలో ఆవర్తి విద్యుత్తు చాలకబలమును ఉత్పాదింపజేయును. దీనికి 'భ్రమణక క్షేత్ర ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము' అని పేరు.

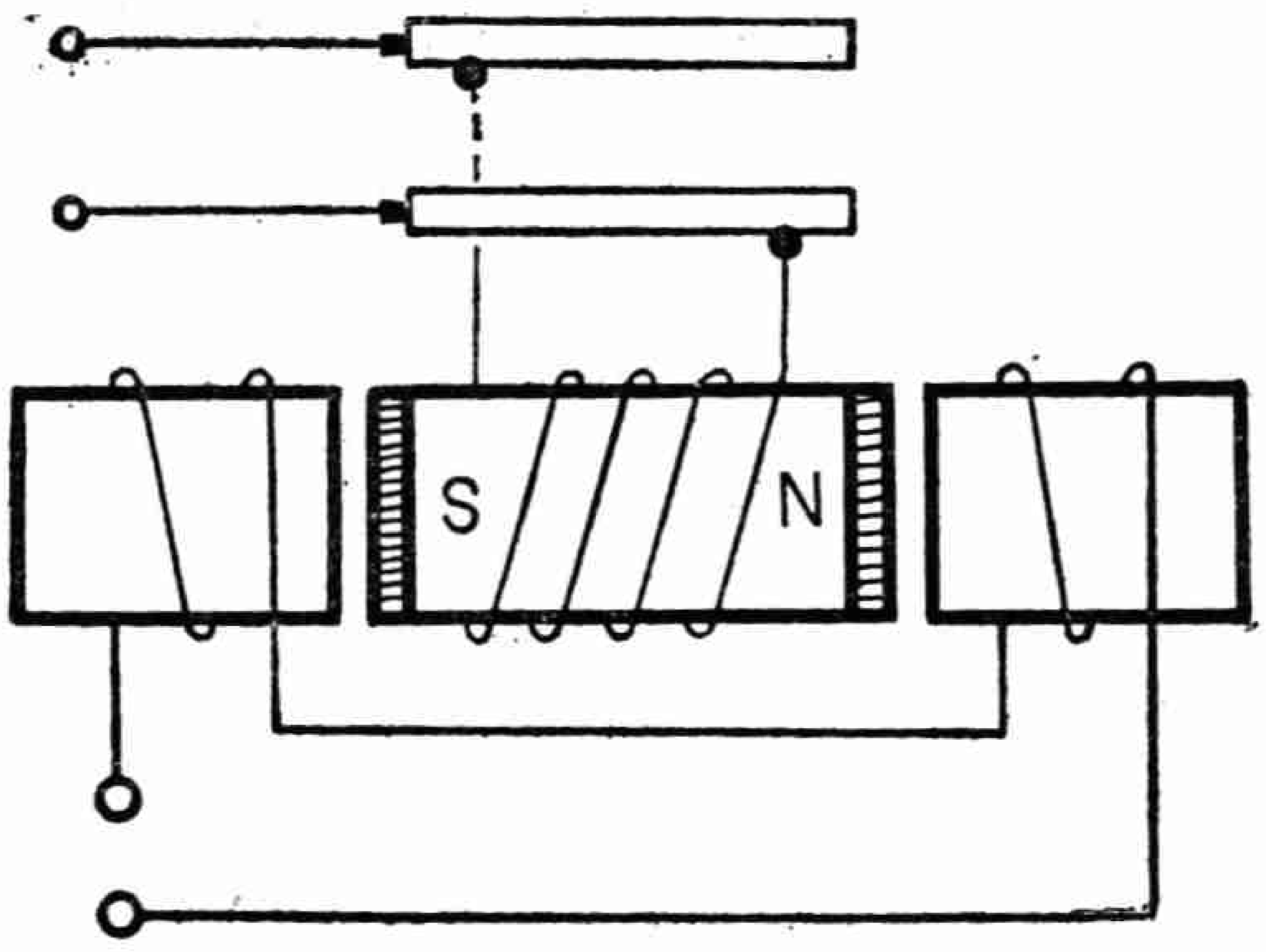
ప్రస్తుతము విద్యుత్తు కేంద్రములలో వినియోగింపబడు ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రములు దాదాపు అన్నియును త్రికల ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రములే. వాటి ఆవర్తన పౌనః



చిత్రము - 9

A. C. జనరేటరు పనిచేయు విధానము

పున్యము సెకనుకు 50 సైకిలులు. ఇటువంటి ఏర్పాటును చిత్రము - 10 లో ఏకకల ఆవర్తకములో [చూ. చిత్రము - 9] వలెనే చూడవచ్చును. అయితే, ఒక తీగె

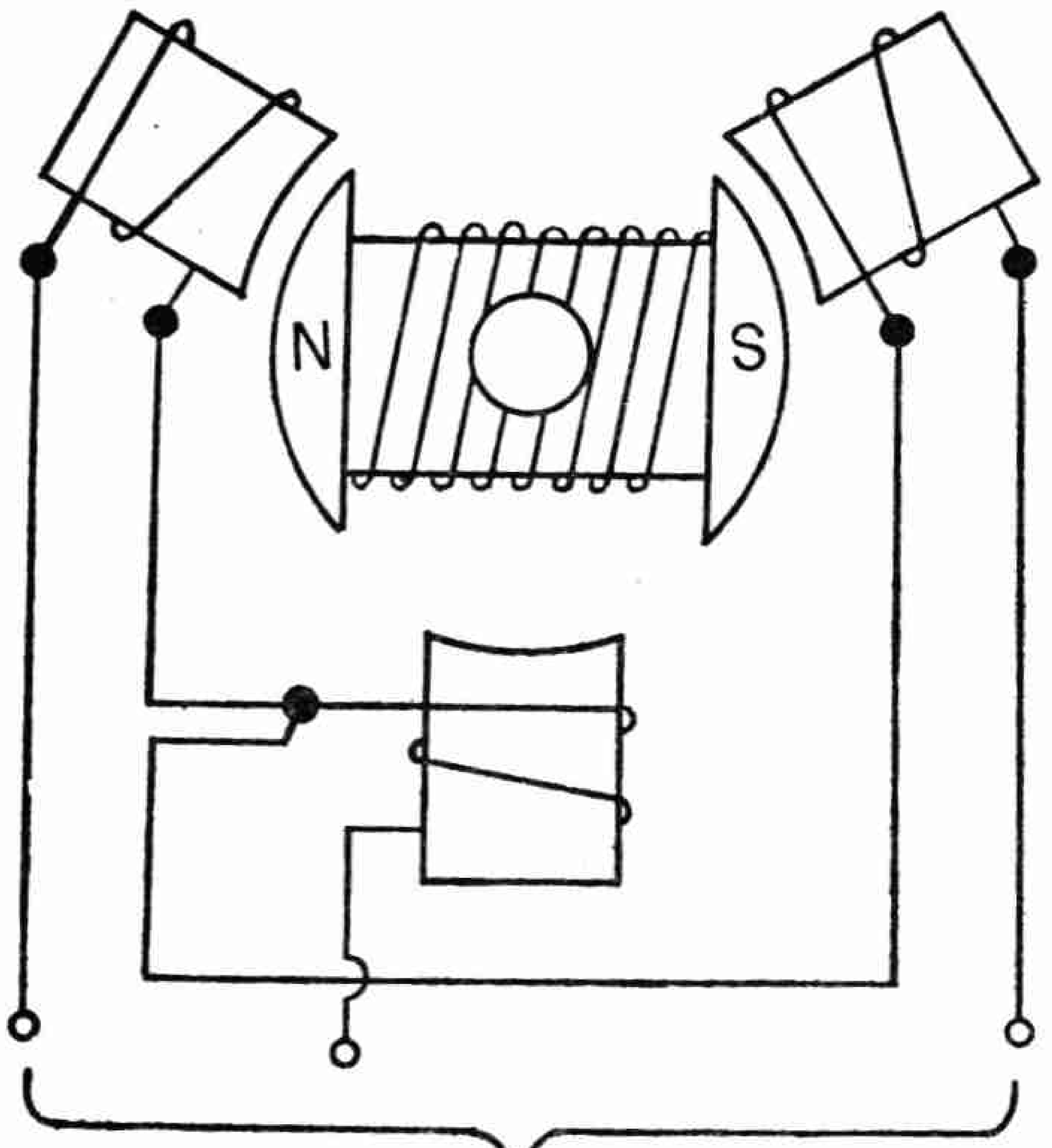


చిత్రము - 10

ఏకకల (సింగిల్ ఫేజు) జనరేటరు స్థూలస్వరూపము

చుట్టల జతకు బదులు ఇందు మూడు జతల తీగెచుట్టలు కలవు.

పౌనఃపున్యము : ఆవర్తకమున ఉత్పత్తియగు పౌనఃపున్యము (f) రెండు అంశములపై ఆధారపడి ఉండును. అవి : 1. ధ్రువయుగళముల సంఖ్య (P); 2. భ్రమణములలో సెకనుకు భ్రమణవేగము (r. P. s). ఈ మూటి సంబంధము క్రింది సరళ సాంకేతికము ద్వారా [చూ. చిత్రము - 10, 11] తెలియపరచవచ్చును.



త్రీ ఫేజు విద్యుత్తు ఉత్పత్తి

చిత్రము - 11

త్రికల (త్రీ ఫేజు) జనరేటరు స్థూలస్వరూపము

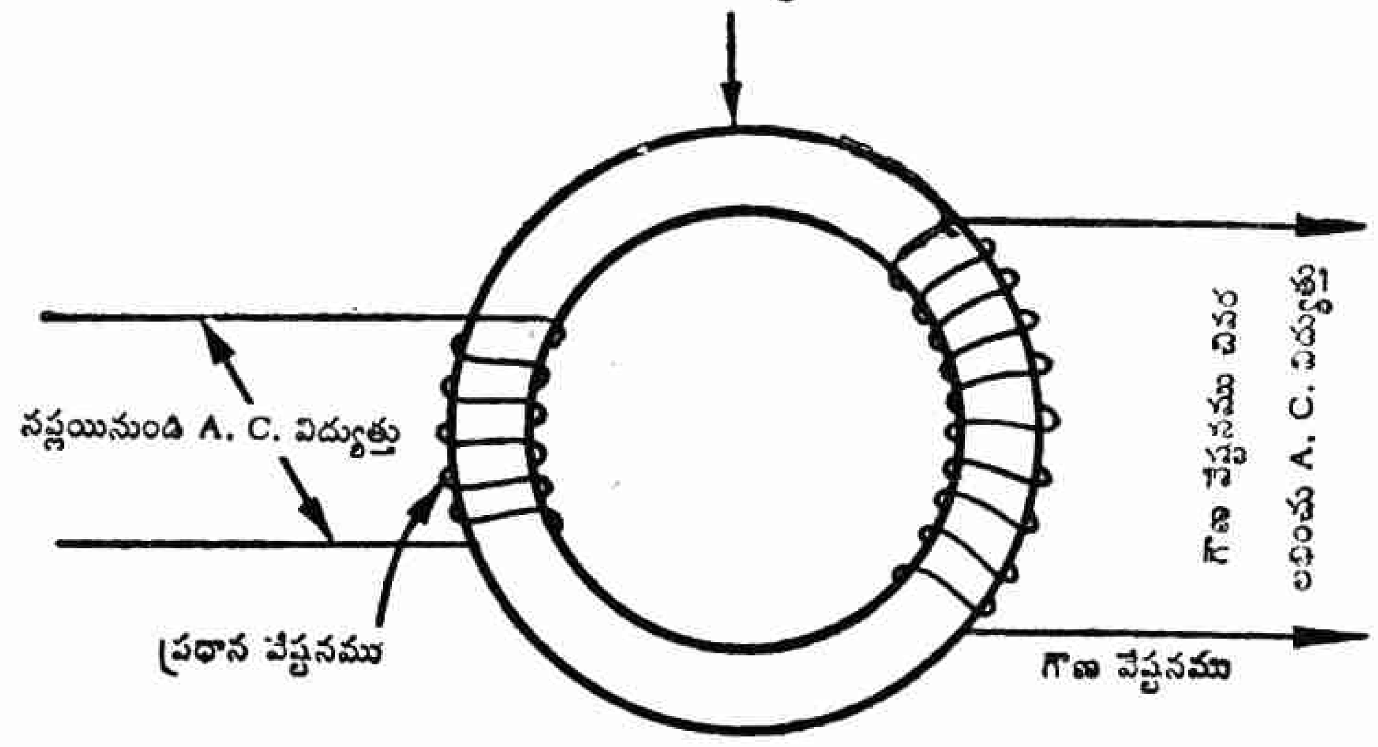
f (ఒక సెకనులోని సైకిలులు) = P (ధ్రువముల జనిత్రములు $\times$ N(ఒక సెకనుకు భ్రమణములు). వి. వి. ఎల్. రావు.

విద్యుత్తు ట్రాన్స్ ఫార్మరు : విద్యుత్తు ప్రవాహములోని వోల్టేజి విలువలను మార్చుటకు వినియోగించు పరికరమునకు 'ట్రాన్స్ ఫార్మరు' అని పేరు. ఈ మార్పును ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహపు అయస్కాంత ఫలితమును ఆధారమున సాధించవచ్చును.

ట్రాన్స్ ఫార్మరులను ఉపయోగించి విద్యుచ్ఛక్తిని తక్కువ ఖర్చుతో సుదూర ప్రాంతములకు ప్రసారము చేయవచ్చును. ఉన్నత వోల్టేజిలో ఉన్న అల్ప విద్యుత్తు ప్రవాహమును ప్రసరింపజేయుటకు పలుచని రాగి తీగెలు చాలును. అల్ప వోల్టేజితో కూడిన భారీ విద్యుత్తును మిక్కిలి లావుపాటి రాగి తీగెలపై గాని ప్రసారము చేయ వీలు పడదు. సాధారణముగా ఉత్పాదక కేంద్రమునుండి విద్యుత్తును 110 లేదా 132 కిలోవోల్టుల వంటి ఉన్నత వోల్టేజిలో ప్రసారము చేయుట జరుగును. వినియోగదారులకు పంపిణీ చేయునపుడు తగ్గింపు ట్రాన్స్‌ఫార్మరుల సాయమున వోల్టేజిని తగ్గింతురు. గృహప్రయోజనములకు దానిని 230 లేదా 250 వోల్టేజిలకు తగ్గించుట పరిపాటి. ఇటుల ఒక వోల్టేజిలో సరఫరా చేయబడిన ఆవర్తి విద్యుత్తును ట్రాన్స్‌ఫార్మరు సాయమున మరొక

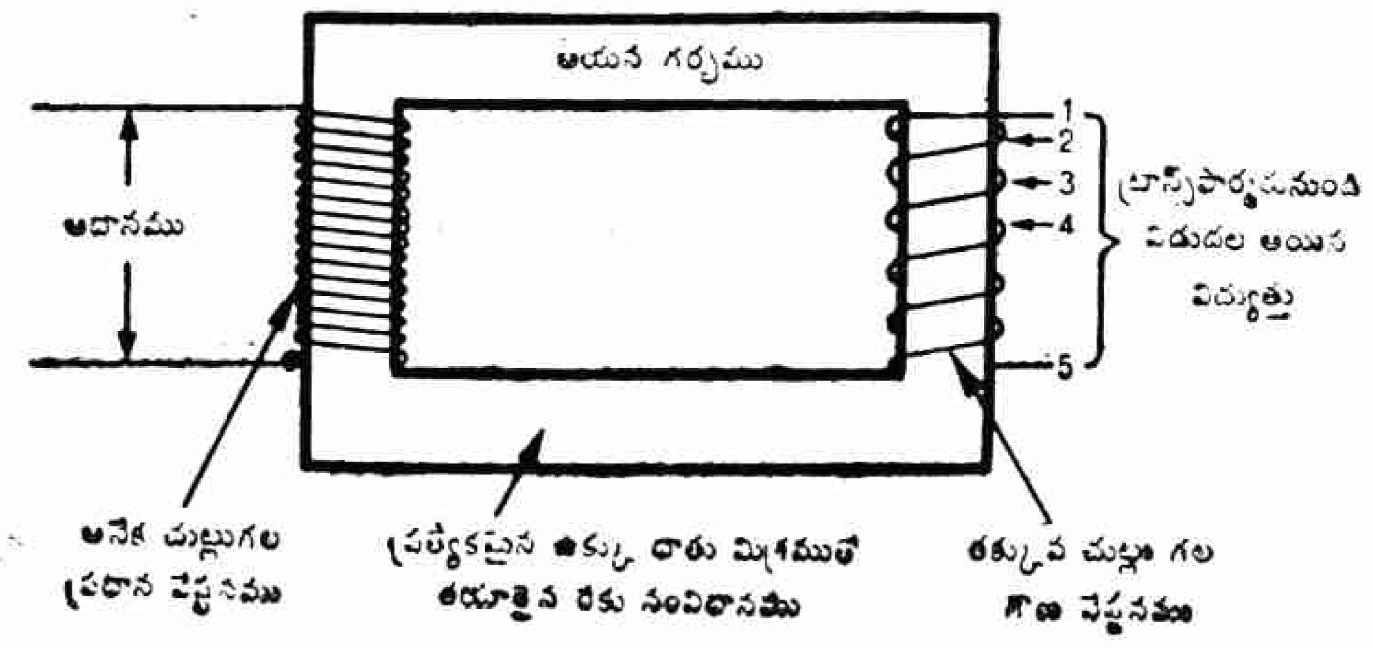
వోల్టేజికి మార్చవచ్చును. ట్రాన్స్‌ఫార్మరులలో రెండు ప్రధాన రకములు కలవు. అవి: హెచ్చింపు, తగ్గింపు ట్రాన్స్ ఫార్మరులు. హెచ్చింపు ట్రాన్స్‌ఫార్మరులలో వోల్టేజిని పెంచి, తదనుగుణముగా విద్యుత్తును తగ్గింతురు. తగ్గింపు ట్రాన్స్‌ఫార్మరులలో వోల్టేజిని తగ్గించి, విద్యుత్తురాశిని హెచ్చింతురు. అయితే, ఆవర్తి విద్యుత్తు యొక్క పౌనః పున్యములో మాత్రము మార్పు ఉండదు.

ట్రాన్స్ ఫార్మరు నిర్మాణము: అతి సరళ రకమునకు చెందిన ట్రాన్స్‌ఫార్మరులో అంతర్భాగముగ ఒక ఇనుప తీగె, దానిచుట్టు చుట్టబడిన రెండు తీగెచుట్టలు ఉండును. తీగె చుట్టలలో ఒకటి ప్రాథమికము, రెండవది గౌణము. హెచ్చింపు ట్రాన్స్‌ఫార్మరులో కొద్ది చుట్లు మాత్రమే చుట్టబడిన దళసరి రాగితీగె ప్రాథమిక తీగె



చిత్రము - 1: ట్రాన్స్‌ఫార్మరు స్థూలస్వరూపము

చుట్టగ ఉండును; పెక్కు చుట్లు చుట్టబడిన సన్నని రాగి తీగె గౌణ తీగె చుట్టగ ఆచరించును. రెండు రాగి తీగెలు కూడ విద్యుత్తు బంధకములతో ఆచ్ఛాదింపబడి ఉండును. చిత్రము - 1 ట్రాన్స్‌ఫార్మరు పని చేయు సాధారణ



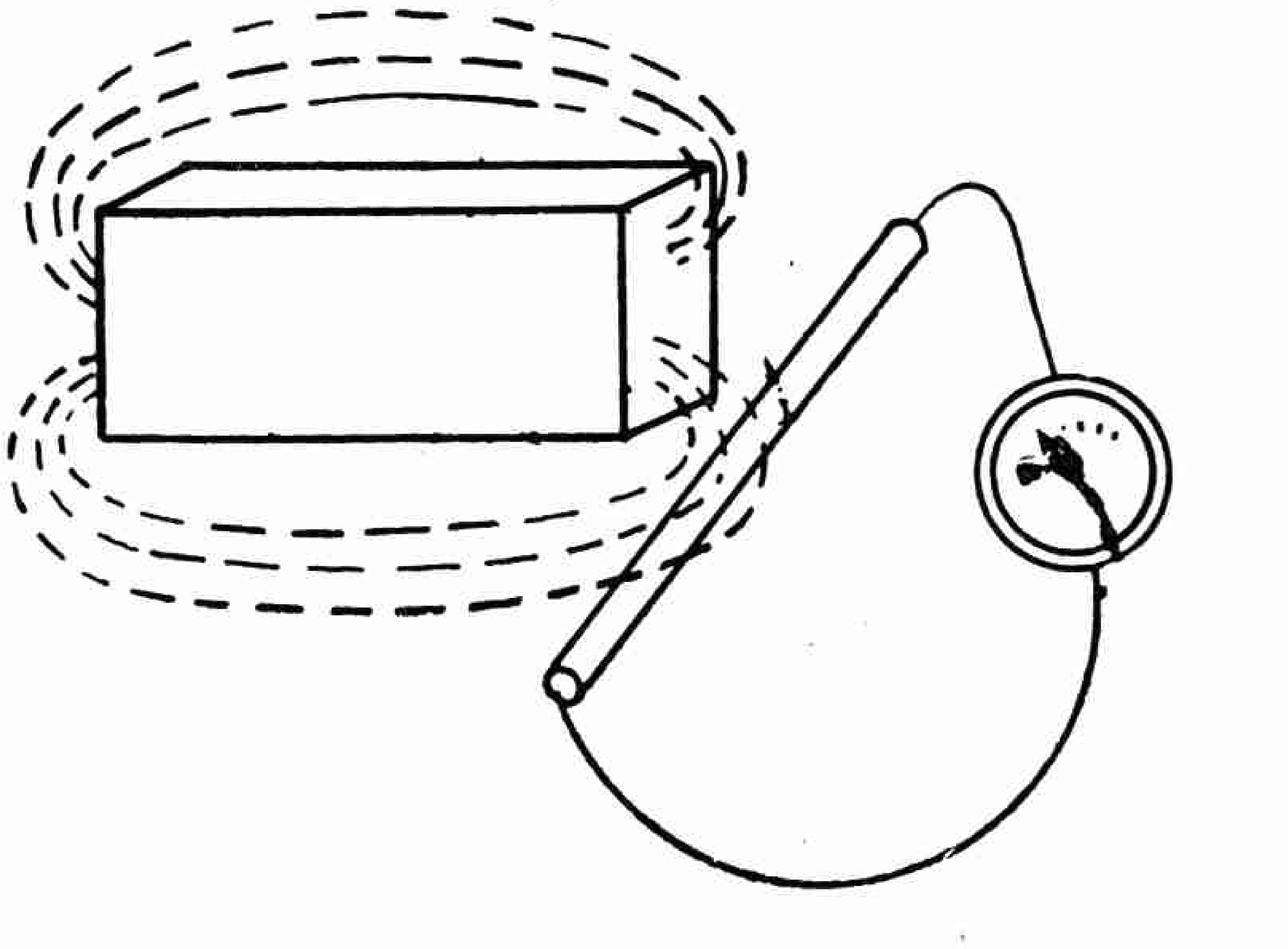
చిత్రము - 2

సరళమగు తగ్గింపు ట్రాన్స్‌ఫార్మరు నిర్మాణ పద్ధతి

సూత్రమును, చిత్రము - 2 సరళమగు తగ్గింపు ట్రాన్స్ ఫార్మరు నిర్మాణ పద్ధతిని తెలియపరచును.

పనిచేయు విధానము - సూత్రము: ట్రాన్స్ ఫార్మరు పనిచేయు విధానమును, సూత్రమును బోధపరచుకొనుటకు క్రింద చెప్పిన సాంకేతిక పదముల అర్థమును గ్రహించుము.

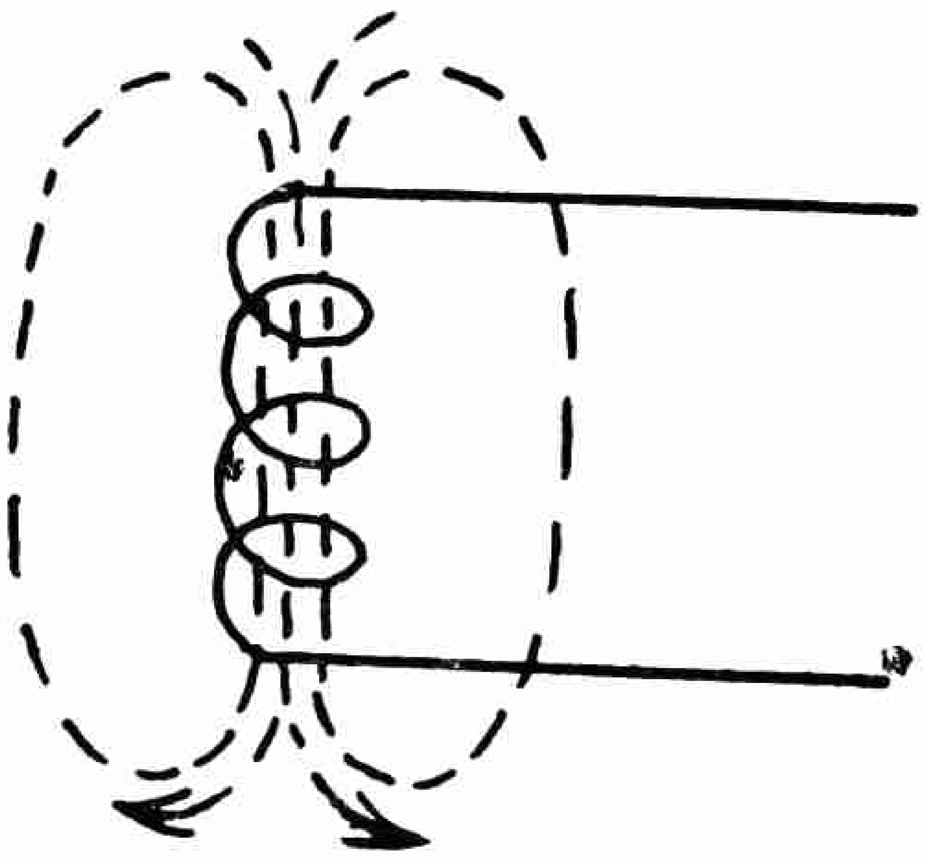
ప్రేరిత విద్యుత్తు చాలకబలము (ఇండ్యూస్‌డ్ E. M. F) ఒక విద్యుద్వాహకము అయస్కాంత బల రేఖలను ఖండింప



చిత్రము - 3: ప్రేరిత E. M. F.

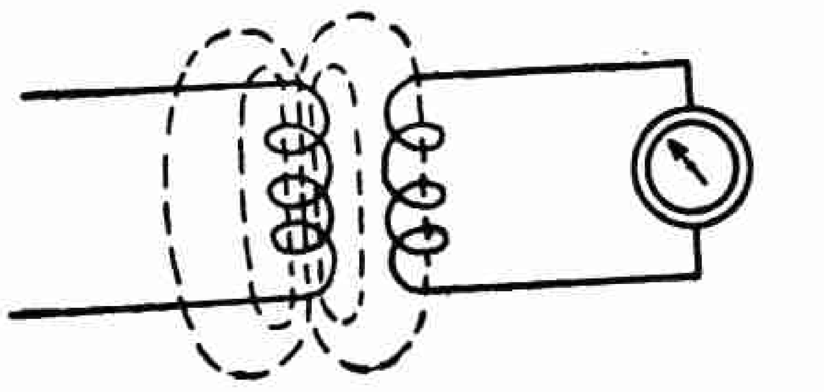
బడునపుడు లేదా ఆ రేఖలచే ఖండింపబడునపుడు విద్యుత్తు చాలకబలము (వోల్టేజి) ఆ విద్యుద్వాహకములో ప్రేరిత మగును [చూ. చిత్రము - 3].

స్వయం ప్రేరిత విద్యుత్తు చాలకబలము: ఇది లెంజ్ సూత్రము ప్రకారము ఉత్పాదింపబడి పనిచేయును [చూ. చిత్రము - 4]. [చూ. విద్యుత్తు జనిత్రములు, ఆవర్తి, ఋజు- పు. 728].



చిత్రము - 4
స్వయం ప్రేరిత E. M. F.

పరస్పర ప్రరోచన జన్య విద్యుత్తు చాలక బలము: ఆవర్తి విద్యుత్తునకు వాహకముగా పని చేయుచున్న ఒక తీగె చుట్ట A ను, మరొక తీగెచుట్ట B ప్రక్కన ఉంచినచో తీగెచుట్ట B లో ప్రేరిత విద్యుత్తు చాలకబలము గోచరించును. దీనికి 'పరస్పర ప్రరోచన జన్య విద్యుత్తు చాలక బలము' అని పేరు. ఇది తన్ను ఉత్పాదించు ఆవర్తి విద్యుత్తుకు ప్రతికూలముగా ఉండును [చూ. చిత్రము - 5].



చిత్రము - 5: పరస్పర ప్రరోచన జన్య విద్యుత్తు చాలక బలము

ప్రాథమిక, గౌణ వోల్టేజిల నిష్పత్తిని క్రింది సమీకరణము తెలియపరచును.

$$\frac{\text{గౌణ వోల్టేజి}}{\text{ప్రాథమిక వోల్టేజి}} = \frac{\text{గౌణ తీగెచుట్టలోని చుట్ల సంఖ్య}}{\text{ప్రాథమిక తీగెచుట్టలోని చుట్లసంఖ్య}}$$

ప్రధాన వోల్టేజి (ప్రాథమిక వోల్టేజి V_A) కి, ఆదాన వోల్టేజి (V_A) కి గల నిష్పత్తిని తీగెచుట్టలోని చుట్ల యొక్క నిష్పత్తిని బట్టి నిర్ణయింపవచ్చును. ఉదా : ప్రాథమిక వైండింగులో 500 చుట్లు, ద్వితీయ వైండింగులో 1000 చుట్లు ఉన్నచో పై సమీకరణము ప్రకారము ఆ నిష్పత్తి 1000/500 = 2 : 1 (హెచ్చింపు). ఇటుల ప్రాథమిక తీగె చుట్టకు పంపిన 100 వోల్టులు ద్వితీయ తీగె చుట్టలో 200 వోల్టులుగ హెచ్చును.

తగ్గింపు ట్రాన్స్‌ఫార్మరులో పెక్కు చుట్లు చుట్టబడిన సన్నని రాగి తీగె ప్రాథమిక తీగెచుట్టగను, కొద్ది చుట్లు మాత్రమే చుట్టబడిన దళసరి రాగితీగె గౌణ తీగెచుట్టగను ఉండును. చిత్రము - 2 లో సూచించిన ప్రకారము ద్వితీయ తీగెచుట్టలో సరిసమానముగాని దూరము వద్ద నుండి గ్రహించినచో, పూర్తి తీగె చుట్టకు బదులు ఒకటి లేదా ఎక్కువ ఖండములను వినియోగించి అనేక వోల్టేజిలను పొందవీలగును.

రూపకల్పన : వైండింగులోని చుట్టల సంఖ్యను వైండింగు వోల్టేజిచే భాగించి, ఒక్కొక్క చుట్టకు వోల్టులను లెక్క కట్టవచ్చును. రెండు తీగెల చుట్టలకు ఒక్కొక్క వోల్టుకు ఉండు చుట్టల సంఖ్య సమానముగా ఉండును. అది అంతర్భాగపు తీగెయొక్క గర్భపు అడ్డుకోత సైజుపై ఆధారపడి ఉండును. ఒక చదరపు అంగుళము (25·4 మి. మీ. × 25·4 మి. మీ.) గర్భము కల అంతర్భాగపు తీగెకు రమారమి వోల్టుకు 7 చుట్లు అవసరమగును. అనగా 240 వోల్టులు గనుక 12 వోల్టులకు బదలాయించుటకు 1680 ప్రాథమిక, 84 గౌణ చుట్టలు కావలసి ఉండును.

రేడియో ట్రాన్స్ ఫార్మరు : రేడియో సెట్టులో ఉపయోగింపబడు కొన్ని ట్రాన్స్‌ఫార్మరులలో తీగెకు బదులు గాలి గర్భము (కోర్) గ ఉండును. రేడియో తరంగములు ఉన్నత పౌనఃపున్యము కల విద్యుత్తు ప్రసారములను ఉత్పాదించును. ఇనుము ధాతువులోని అణు అయస్కాంతములు ఉన్నత పౌనఃపున్య విద్యుత్తు ప్రవాహములు అయస్కాంత క్షేత్రములో ఉత్పాదించు వ్యత్యాసములకు తగినంత వేగముగ ప్రతికరింప లేవు. కాబట్టి, ఇనుమును గర్భ ద్రవ్యముగ వినియోగించుటకు వీలులేదు. వి. వి. ఎల్. రావు.

విద్యుత్తు పొయ్యి : చూ. గృహపరికరములు - పు. 335.

విద్యుత్తు ప్రసారము : విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగ ప్రాంతములకు చాల దూరముగా నెలకొల్పబడిన విద్యుత్తు కేంద్రము వద్ద ఉత్పాదింపబడి, తరువాత కావలసిన ప్రదేశమునకు ప్రసారముచేయబడి, అక్కడ అందులో కొంతభాగము వినియోగదారులకు పంపిణీ చేయబడును. సాధారణముగా ఉత్పాదకకేంద్రమువద్ద విద్యుచ్ఛక్తి 11 కిలోవోల్టుల స్థాయిలో ఉత్పాదింపబడును. తరువాత అది హెచ్చింపు (స్టెప్ అప్) ట్రాన్స్ ఫార్మరుల సహాయమున 66 లేదా 110 లేదా 132 లేదా అంతకు పైబడిన కిలో వోల్టుల స్థాయికి హెచ్చింపబడి, ప్రసారకతంత్రుల ద్వారా సుదూర ప్రాంతములకు ప్రసరింపబడును. తరువాత అది గ్రాహక కేంద్రమువద్ద తగ్గింపు (స్టెప్ డౌన్) ట్రాన్స్ ఫార్మరుల సహాయమున తక్కువ వోల్టేజి స్థాయికి తగ్గింపబడి కర్మాగారములకు, గృహ వినియోగములకు పంపకము చేయబడును [చూ. విద్యుత్తు ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ - పు. 731].

విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పాదించుటకు ప్రధాన శక్త్యాధారములు పెక్కుకలవు [చూ. పు. 663]. నేలబొగ్గును కాని, చమురును కాని, నీటిని కాని, పరమాణువిదళనమును కాని ఉపయోగించి ప్రధానచాలకము (ప్రైమ్ మువర్) ను పనిచేయింపవచ్చును. ఈ ప్రధానచాలకమును ఒక విద్యుత్తు జనిత్రము (జనరేటర్) తో (తరుచుగా ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రముతో) జత చేయుదురు [చూ. విద్యుత్తు జనిత్రములు, ఆవర్తి, ఋజు-పు. 728]. అప్పుడు విద్యుచ్ఛక్తి కొంతవరకు ఎక్కువ వాల్టేజి లోనే (అనగా 11 కిలోవోల్టుల స్థాయిలోనే) ఉత్పాదితమగును. అయితే, అది సుదూర ప్రాంతములకు ప్రసరింపబడుటకు ముఖ్యముగా వాడబడు అత్యధిక వోల్టేజి స్థాయిని అందుకొనును. అట్టి వోల్టేజికి ఎక్స్‌ట్రా హై టెన్షన్ (ఇ. హెచ్. టి.) అని పేరు. ప్రస్తుతము ఋజు విద్యుత్తు ప్రసారమునకు 1000 కిలోవోల్టుల వరకు ఉన్నత వోల్టేజిలు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. అయితే, ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రసారములో 750 కిలో వోల్టుల వోల్టేజి కూడ సాధారణముగా వాడబడుటలేదు. భారత దేశములో 110, 132, 220 కిలో వోల్టులును, బ్రిటన్‌లో బ్రిటిష్ సూపర్ గ్రిడ్‌లో 275 కిలో వోల్టులును, సోవియట్ రష్యాలో 750 కిలో వోల్టులును ఇ. హెచ్. టి. ప్రసారక వోల్టేజిలుగా ఆమోదింపబడినవి [చూ. జలవిద్యుత్తు కేంద్రములు - పు 353; థెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములు - పు. 437; పరమాణు శక్తి-పు. 557; మాగ్నటో హైడ్రో డైనమిక్స్].

దాదాపు అన్ని పారిశ్రామిక దేశములలోను విద్యుత్తు వినియోగము సాలీనా 7 — 10% పెరుగుచున్నది. కాబట్టి, అట్టి దేశములలోను, అభివృద్ధిచెందుచున్న దేశములలోను

విద్యుచ్ఛక్తికి సంబంధించిన ఉత్పాదనము, ప్రసారము, పంపకము వంటి రంగములలో విస్తార కృషి జరుగుచున్నది. ఏ దేశములోనైన సగటు తలసరి వార్షిక విద్యుత్తు వినియోగము ఆ దేశాభ్యుదయమునకు సూచికగా స్వీకరింపబడును. భారతదేశముతోసహా ఆరు దేశముల తలసరి విద్యుత్తు వినియోగము క్రింది పట్టికలో చూపబడినది.

దేశము	జనాభా (కోట్లలో)	తలసరి వినియోగం (కి.వాట్టుగం॥లలో)
యునైటెడ్ స్టేట్స్	18	5,000
బ్రిటన్	5·3	3,000
స్వీడెన్	0·8	6,000
ఫ్రాన్స్	4·6	1,840
జపాన్	9·4	138
భారతదేశము	44	52

ఉత్పాదక కేంద్రమునుండి సుదూర ప్రాంతములకు ప్రసరింపబడు విద్యుత్తు రాశి అధికమగు కొలది సాంకేతిక కారణముల రీత్యా అధికతర ప్రసారక వోల్టేజిలను వినియోగింపక తప్పదు.

$$\left.\begin{array}{c}\text{ఉజ్జాయింపు పొదుపరి వోల్టేజి} \\ \text{(కిలో వోల్టులలో)}\end{array}\right\} = 5\cdot5\sqrt{\frac{\text{దూరము (కిలో మీటరులలో)}}{1\cdot6} + \frac{KVA}{150}}$$

విద్యుత్తు ఉత్పాదన, ప్రసారణ, పంపకముల - 132, 275 కిలోవోల్టుల ఉన్నత తన్యతా తంత్రులతో సహా - పద్ధతిని 735 వ పుటలోని చిత్రము - 1 లో చూడవచ్చును.

విద్యుత్తు ఉత్పత్తి ప్రసారణములు : ట్రాన్స్‌ఫార్మరుల సాయమున విద్యుత్తును మొదట ఉన్నతస్థాయి వోల్టేజికి లేదా ఎక్కువ ప్రేషమునకు (H. T) మార్చి, దానిని సుదూర ప్రాంతములకు అల్పనష్టముతో ప్రసరింపజేయ వచ్చును. తరువాత దానిని మరల తక్కువ వోల్టేజికి లేదా తక్కువ ప్రేషమునకు దించి నిరపాయకరముగా వాడకపు దారులకు సరఫరా చేయుదురు. ఇంజనీరులు ఈ ప్రేషములను ఉన్నత ప్రేష (H. T.) అనియు, అల్పప్రేష (L. T.) అనియు వ్యవహరింతురు.

భారీ విద్యుత్తు జనిత్రము సరళ ఆవర్తకము (ఆల్టర్నేటర్) కాదు. అది మూడు ఆవర్తకములతో కూడిన ఒకే యంత్రవ్యవస్థ. అది ఉత్పాదించు విద్యుత్తు 'త్రికల ఆవర్తివిద్యుత్తు' అని పేర్కొనబడును. దీనిని ప్రసారము చేయుటకు మూడు తీగెలు, ఒక తటస్థ తీగె కావలెను. సరళ ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రముల [చూ. పు. 730] కన్న సులువుగా త్రికల జనిత్రములను ఎక్కువ విద్యుత్తు ఉత్పాదనకు వీలుగా నిర్మింపవచ్చును ; వాటి మోటారులను కూడ సులభముగా నియంత్రింపవచ్చును.

విద్యుత్తు ఉత్పాదనకు ఆధారములు పెక్కు ఉన్నచో, ఆ విద్యుత్తు కేంద్రములనన్నిటిని కలిపి ఒక ఉమ్మడి జాతీయవ్యవస్థను నెలకొల్పవచ్చును. విద్యుత్తు వోల్టేజిని మార్చు హెచ్చింపు లేదా తగ్గింపు ట్రాన్స్‌ఫార్మరులు నెలకొల్పబడు కేంద్రములకు ఉపకేంద్రములు అని పేరు.

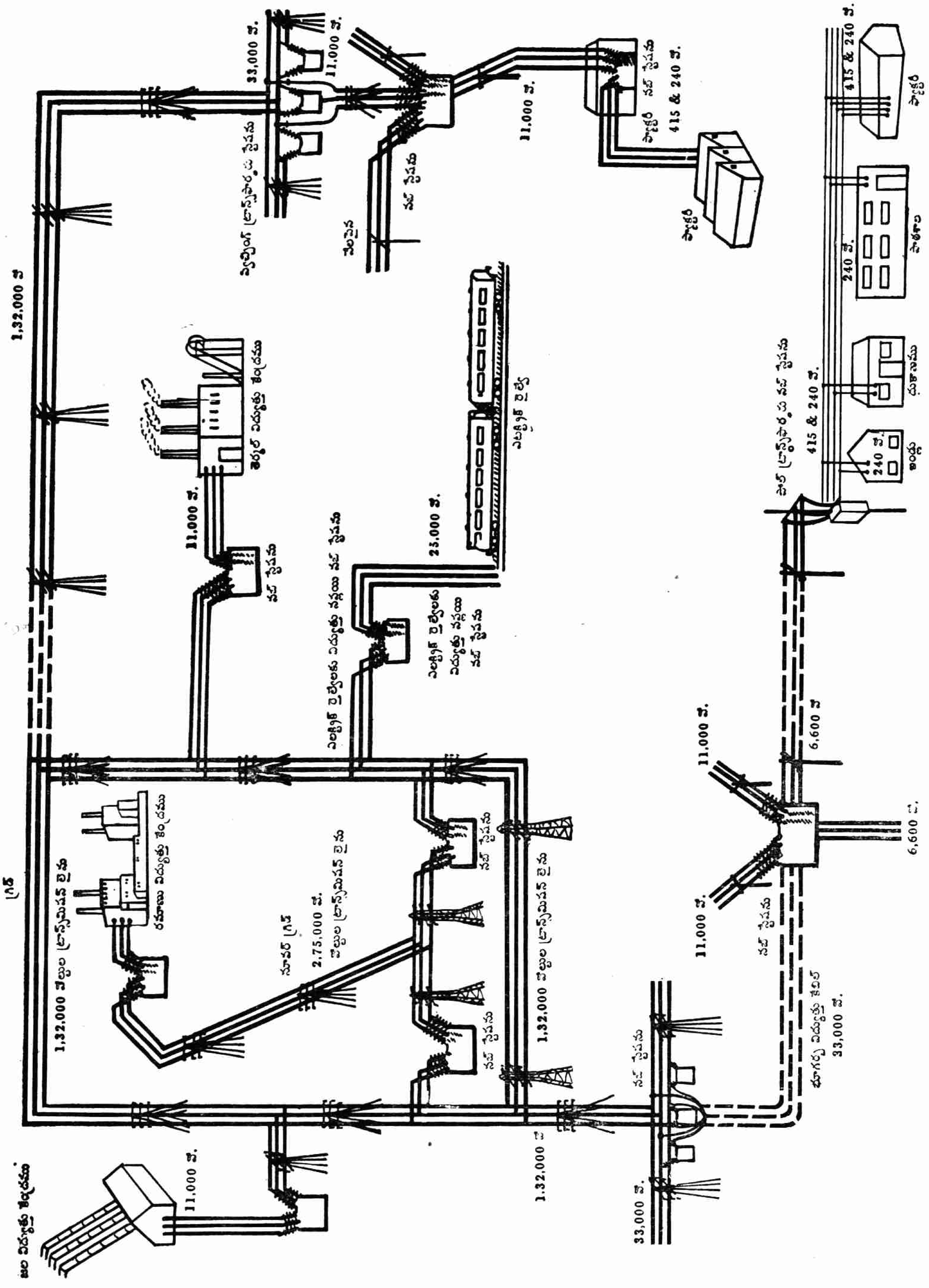
చిత్రము 1 లో రెండు ఉత్పాదక కేంద్రములు కలవు. అవి ఒక్కొక్కటి 11,000 వోల్టుల ఆవర్తివిద్యుత్తును ఉత్పాదించును. అవి ఉపకేంద్రముల ద్వారా తమ విద్యుత్తును ఉమ్మడి కేంద్రమునకు పంపును. ఉపకేంద్రములు ప్రసారణకు వీలుగా విద్యుత్తును 1,32,000 వోల్టులకు హెచ్చించును. చిత్రము - 1 లో మూడవ కేంద్రము కూడ కలదు. అది విద్యుత్తును మరల 2,75,000 వోల్టులకు హెచ్చించును. మొదటి ఉమ్మడి పద్ధతి లేదా సర్క్యూట్‌కు గ్రిడ్ అనియు, రెండవదానికి సూపర్ గ్రిడ్ అనియు పేరులు.

విద్యుత్తు నేడు విరివిగా వినియోగింపబడుటకు మూల కారణము దాని ప్రసారణ సౌలభ్యము. అయితే, దానిని అట్టే నష్టము లేకుండ ప్రసరింప జేయుట చాలా ముఖ్యము. విద్యుత్తు ఒక విద్యుద్వాహకము గుండా ప్రవహించునపుడు కొంత ఉష్ణశక్తిని తప్పక ఉత్పాదించును. I ఆంపియరుల విద్యుత్తు R ఓమ్‌ల నిరోధక శక్తి గల విద్యుద్వాహకము గుండా t సెకనుల కాలము ప్రవహించినపుడు జనించు ఉష్ణశక్తి h ని క్రింది సమీకరణము తెలియజేయును :

$$h = I^2Rt$$

కాబట్టి, ఉష్ణరూపమున వ్యర్థమగు విద్యుచ్ఛక్తి నిష్పత్తిని తగ్గింపవలెనన్న విద్యుత్తుయొక్క, విద్యుద్వాహక నిరోధము యొక్క పరిమాణమును వీలగునంతవరకు తగ్గింపవలెను. విద్యుచ్ఛక్తి విద్యుత్తుచాలక బలము (వోల్టులలో) యొక్క, విద్యుత్తు ప్రవాహము (ఆంపియరులలో) యొక్క గణన ఫలమైన వాట్టులలో కొలుచుట పరిపాటి. 1000 వాట్టులను కిలోవాట్టు (kW) అనియు, పది లక్షల వాట్టులను మెగావాట్టు (MW) అనియు వ్యవహరింతురు. 10,00,000 వాట్టుల విద్యుచ్ఛక్తిని ప్రసారము చేయుటకు మనము ఒక వోల్టు విద్యుచ్చాలకబలముచే నడపబడు

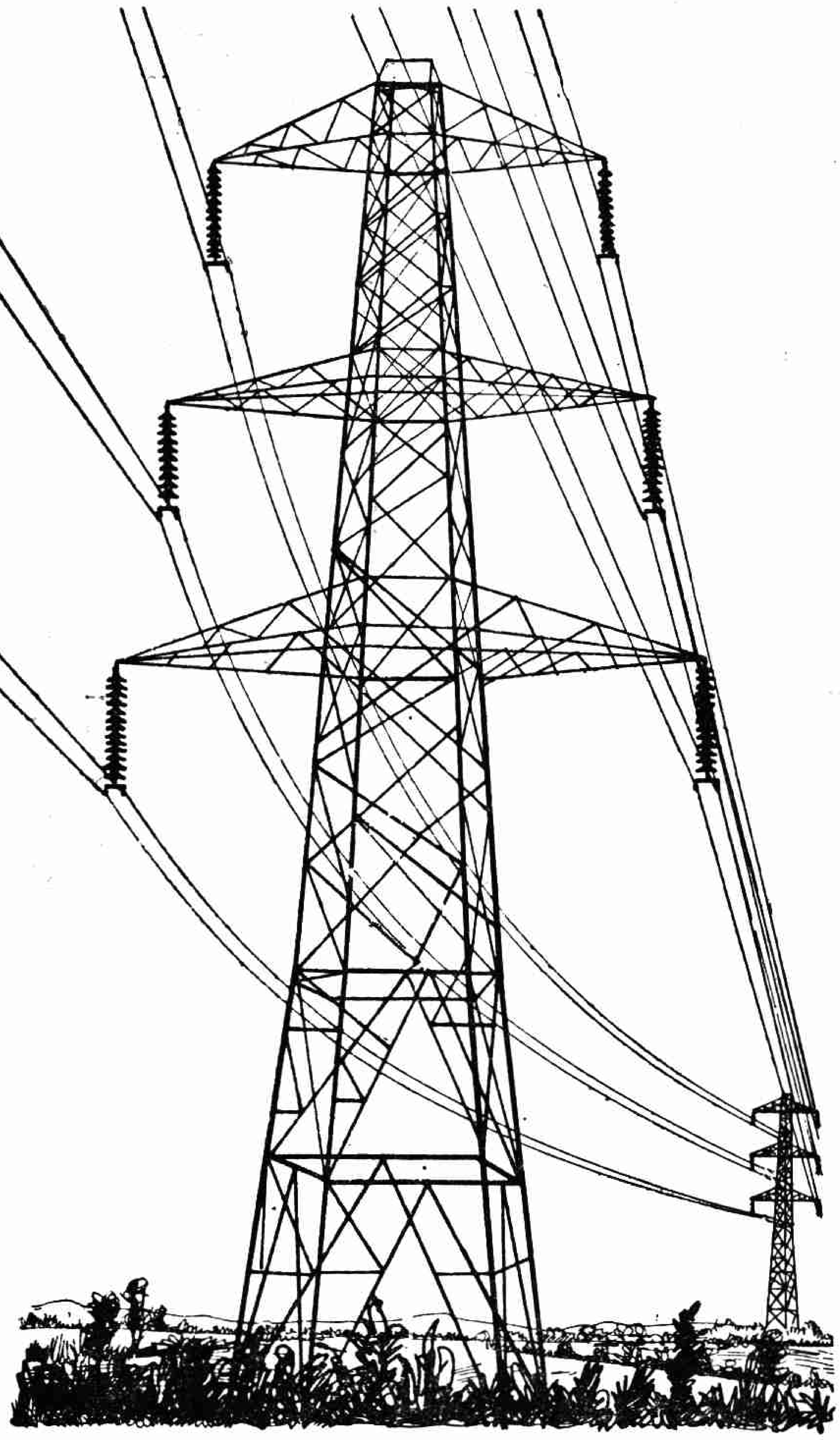
10,00,000 ఆంపియరుల విద్యుత్తు ప్రవాహమునుగాని, 1,000 వోల్టుల విద్యుత్తు చాలకబలము కల 1,000 ఆంపియరుల



చిత్రము - 1
విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదన, ప్రసారణ, పంపకముల పద్ధతి.

విద్యుత్తు ప్రవాహమునుగాని, 10,00,000 వోల్టుల విద్యుత్తు చాలకబలము కల ఒక ఆంపియరు విద్యుత్తు ప్రవాహమునుగాని ఉపయోగింప వచ్చును. విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క తాపన గుణము ఆంపియరుల మీదనే గాని వోల్టులపై ఆధారపడదు. ఇందువలన విద్యుత్తు యొక్క వోల్టేజిని హెచ్చించిన కొలది ప్రసారణ సమయమున

అది ఉష్ణరూపమున నష్టపడు నిష్పత్తి తగ్గునని విదితము కాగలదు. అయితే, ఒక పరిమితిని దాటి వోల్టేజిని హెచ్చించుట అసాధ్యము. అట్లు హెచ్చించినచో విద్యుత్తు గాలి ద్వారా, విద్యుత్తు బంధకముల ద్వారా వ్యర్థమయిపోవ నుంకించును. ప్రస్తుతము ప్రపంచ దేశములలో విద్యుత్తు ప్రసారమునకు 11 - 400 కిలోవోల్టులు వినియుక్తములు అగుచున్నవి. వీటికి ఉన్నత ప్రేష వోల్టేజిలు అని పేరు.



చిత్రము - 2

దూర ప్రాంతములకు, ఒక రాష్ట్రమునుండి మరొక రాష్ట్రమునకు విద్యుత్తును సప్లయి చేయ వీలగు భారీ విద్యుత్తు ప్రసార సంవిధానము. ఈ నిర్మాణము ఎత్తు 41 · 42 మీ. (136′) ఉండి, బరువు సుమారు 11 టన్నిలు కలిగి, 2,75,000 వోల్టుల విద్యుత్తును గొని పోగలదు.

ప్రసారక తంత్రులు : విద్యుత్తును పైన చెప్పిన ఉన్నత ప్రేష వోల్టేజిలలో పైలాన్‌లు అనబడు ఉక్కు గోపురములపై వ్రేలాడు విద్యుత్తు తంత్రుల ద్వారా ప్రసరింప జేయుదురు [చూ. చిత్రము - 2]. ఈ గోపురములు ఉక్కు నిర్మాణములతో నిర్మింపబడును. వాటిని మంచి కాంక్రీటు పునాదులు కల చదరపు మట్టము (బేస్) లపై నిలబెట్టుదురు. అందువలన అవి గాలి ఒత్తిడికి, విద్యుద్వాహక తంత్రుల భార తన్యతలను తట్టుకొనగలవు. అవి ప్రమాదవశమున ఒకటి రెండు తంత్రులు తెగిపోవునపుడు ఉత్పన్నమగు అతౌల్యబలములకు కూడ తట్టుకొనగల యాంత్రికశక్తిని కూడ కలవిగ ఉండవలెను.

ప్రసారక తంత్రులు సాధారణముగ త్రి-కల (త్రీఫేజ్) ఆవర్తి విద్యుత్తును తీసికొనిపోవును. కాబట్టి, ఏక సర్క్యూట్ లైన్‌కు కనీసము మూడు వేర్వేరు విద్యుద్వాహక తంత్రులును, జంట సర్క్యూటుకు ఆరు తంత్రులును కావలయును. ఈ శిరోపరి విద్యుద్వాహక తంత్రులను రాగితోగాని, రాగిధాతు మిశ్రము (కాడ్మియమ్-రాగి) తోగాని, రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ అల్యూమినియము ఉక్కుతో గాని, మెలిపెట్టిన ఉక్కుతోగాని తయారుచేయుదురు.

రెండు ఉక్కు గోపురముల మధ్యదూరము సాధారణముగ 228.6 — 304.8 మీ (750′-1,000′) వరకు ఉండును. కాని, నదులను దాటు చోటు ఆ దూరము 1,524 మీ. (5,000′) వరకు కూడ ఉండవచ్చును. విద్యుద్వాహక తంత్రులనుండి విద్యుత్తు ఉక్కు గోపురముల అడ్డు కడ్డీలకు ప్రసరింపకుండా రెండింటికి మధ్య చీనామట్టితో గాని, గాజుతో గాని నిర్మింపబడిన విద్యుత్తు బంధకములు ఏర్పాటు చేయుబడును [చూ. 737 వ పుటలోని చిత్రము - 3].

విద్యుత్తు ప్రసారము - ఆర్థికాంశములు : విద్యుత్తు ప్రసారక తంత్రుల రూప కల్పనలో మితవ్యయము మిక్కిలి ప్రధాన విషయము. ఇందుకు కెల్విన్ సూత్రము సహాయకారి. ప్రపంచములోని వివిధ దేశముల స్థానిక పరిస్థితులకు అనుగుణముగా కెల్విన్ ప్రతిపాదించిన సూత్రమున కొన్ని సవరణలు చేయబడినవి. 'విద్యుత్తు ప్రసారణ కృషి గరిష్ఠ మితవ్యయముతో కొనసాగవలెనన్న రాగి తంత్రుల పెట్టుబడిపై వడ్డీరూపమున, అరుగుదల-తరుగుదల ఖర్చురూపమున చెల్లింపవలసిన సాలుసరి ఖర్చు విద్యుద్వాహక తంత్రుల ప్రతిఘటనచే వ్యర్థమగు విద్యుత్తు మూలమున సంభవించు సాలుసరి నష్టమునకు సమానము కావలెను' అని కెల్విన్ సూత్రము చెప్పుచున్నది.

విద్యుద్వాహకము యొక్క తిర్యక్ ఛేద వైశాల్యము *a* అని తీసికొనినచో సాలుసరివడ్డీ, అరుగుదల - తరుగుదల ఖర్చుల మొత్తము *a* లేదా *pa* కును ; వ్యర్థమైన విద్యుత్తు

వలన వచ్చునష్టము $\frac{I}{a}$ లేదా $\frac{Q}{a}$ కును సమానముగ ఉండును. ఇచ్చట P,Q అనునవి స్థిరాంకములు. ప్రసారణ వ్యయము కనిష్ఠముగా ఉండవలెనన్న కెల్విన్ సూత్రమును అనుసరించి $P \times a = \frac{Q}{a}$ లేదా $a = \sqrt{Q/P}$ కావలెను.

P, Q స్థిరాంకముల విలువలను ముందుగా నిర్ణయింప వలసి ఉండును. పిదప కెల్విన్ సాంకేతికమును బట్టి విద్యుద్వాహక తంతియొక్క తిర్యక్ ఛేదవైశాల్యమును కనుగొనవచ్చును. విద్యుత్తు ప్రవాహ సాంద్రతను బట్టిగాని, విద్యుద్వాహకము యొక్క విద్యుద్వహన సామర్థ్యమును బట్టిగాని తిర్యక్ ఛేదవైశాల్యమును నిర్ణయింప వలెను. తిర్యక్ ఛేదము పెద్దదగు కొలది ధాతువును ఎక్కువగా వాడవలసి ఉండును. అందు వలన విద్యుద్వాహకము వెల పెరుగును.

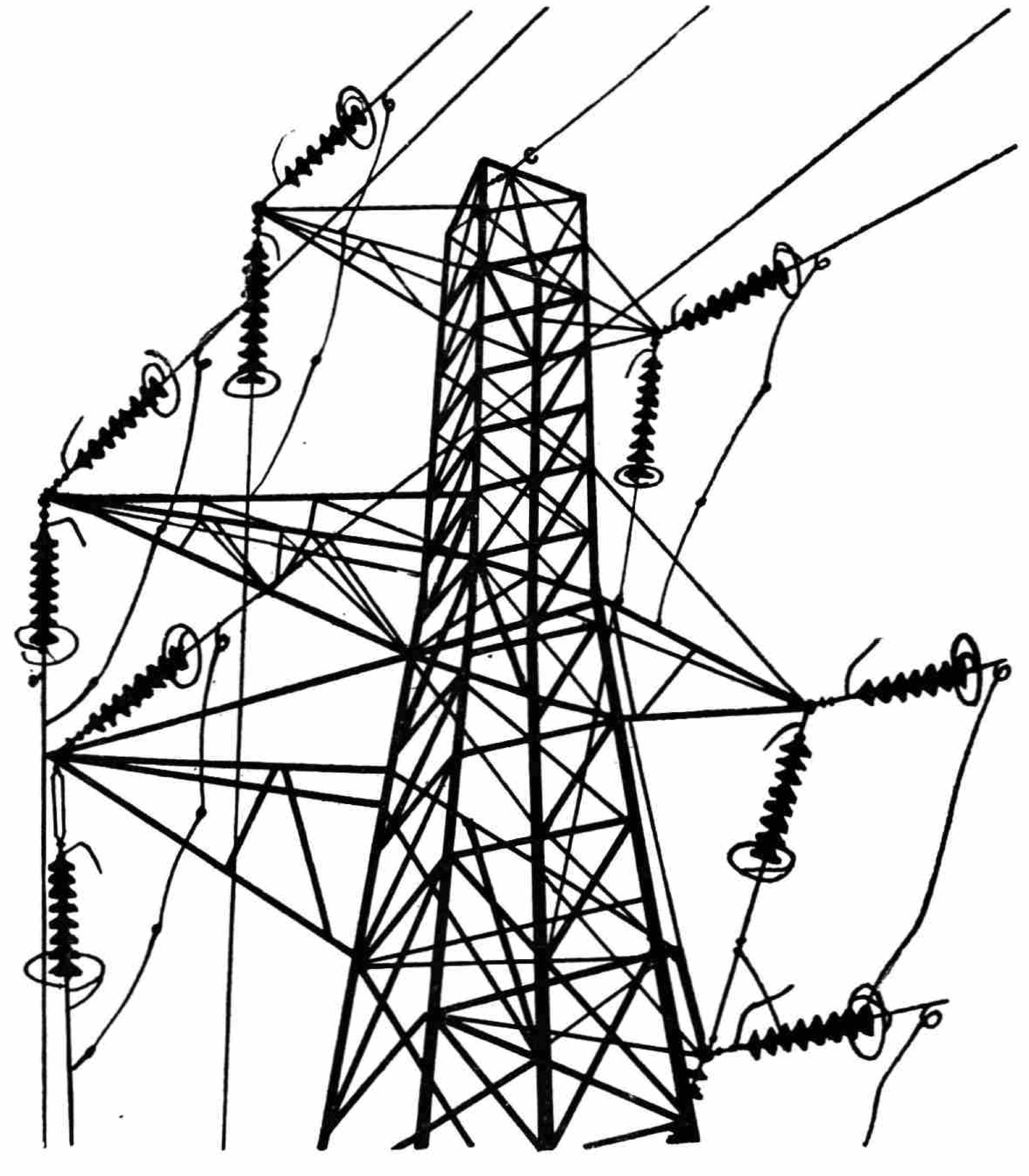
ఇటుల విద్యుత్తు ప్రసారణములో సాంకేతిక సమస్యలతో బాటు ఆర్థిక సమస్యలు కూడ ఎదురగును. కాబట్టి ఈ రెండు సమస్యల మధ్య సమన్వయము సాధించి, గోపురముల, వాహక తీగెల, తదితర సామగ్రుల ఖర్చును తగ్గించి ప్రసారణ సమయమున తారసిల్లు విద్యుత్తు నష్టములను కనీసపరచవలెను. అప్పుడుకాని ఉత్పాదక కేంద్రమునుండి సుదూర ప్రాంతములకు విద్యుత్తును భారీ రాశులలో పొదుపుగా ప్రసారము చేయుట సాధ్యపడదు.

ప్రసారక వోల్టేజిలకు సంబంధించిన ప్రధాన సమాచార వివరములు :

గరిష్ఠ ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రసారక వోల్టేజి :

1. దక్షిణ భారతదేశము	230 k. V.
2. భారతదేశము	230 k. V.
3. బ్రిటిష్ గ్రిడ్	400 k. V.
4. ప్రపంచము (నేడు)	750 k. V.
5. సోవియట్ రష్యాలో 1921 నాటికి లభ్యమగు డి. సి. ప్రసారణము +	750 k. V.
6. ఏ. సి. ప్రసారణము	750 k. V.

దక్షిణ గ్రిడ్ : దక్షిణ భారతదేశమున ఆంధ్ర ప్రదేశ్, కేరళ, తమిళనాడు, మైసూరు అను నాలుగు దక్షిణాది రాష్ట్రములకు కలిపి ఒక విద్యుత్తు గ్రిడ్ ఏర్పాటు చేయబడినది. ఇది 230 కిలో వోల్టులపై పని చేయుచున్నది. ఇట్టి ఉన్నత వోల్టేజితో ప్రసారక తంత్రుల ద్వారా ఆయా రాష్ట్రములకు - వాటి అవసరములను బట్టి - విద్యుత్తును సరఫరా చేయుటకు వీలు కలుగుచున్నది. అనగా, ఈ నాలుగు రాష్ట్రములు పరస్పరము విద్యుత్తును ఇచ్చి పుచ్చుకొనుటకు అవకాశము కల్పింపబడినది.



చిత్రము - 3 : అత్యధిక వోల్టేజి 1,32,000 వోల్టులు విద్యుత్తును ప్రసారము చేయుటకు పింగాణీ ఇన్సులేటరులతో తయారైన నిర్మాణ సంవిధానము.

ఆంధ్రప్రదేశ్ గ్రిడ్ : సమీపమున ఉన్న దక్షిణాది రాష్ట్రములలో గల గ్రిడ్‌లతో ఆంధ్రప్రదేశ్ గ్రిడ్ కలుపబడి ఉన్నది. రాష్ట్రమున వినియుక్తములు అగుచున్న ప్రసారక తంతి వోల్టేజిలు 33 కిలో వోల్టులనుండి (ఒంట సర్క్యూట్ లైన్) 220 కిలో వోల్టులు (ఒంటి సర్క్యూట్ లైన్) వరకు మారుచున్నవి [చూ. పట్టిక - పు. 738].

పట్టిక - ఆంధ్రప్రదేశ్ గ్రిడ్ వివరములు

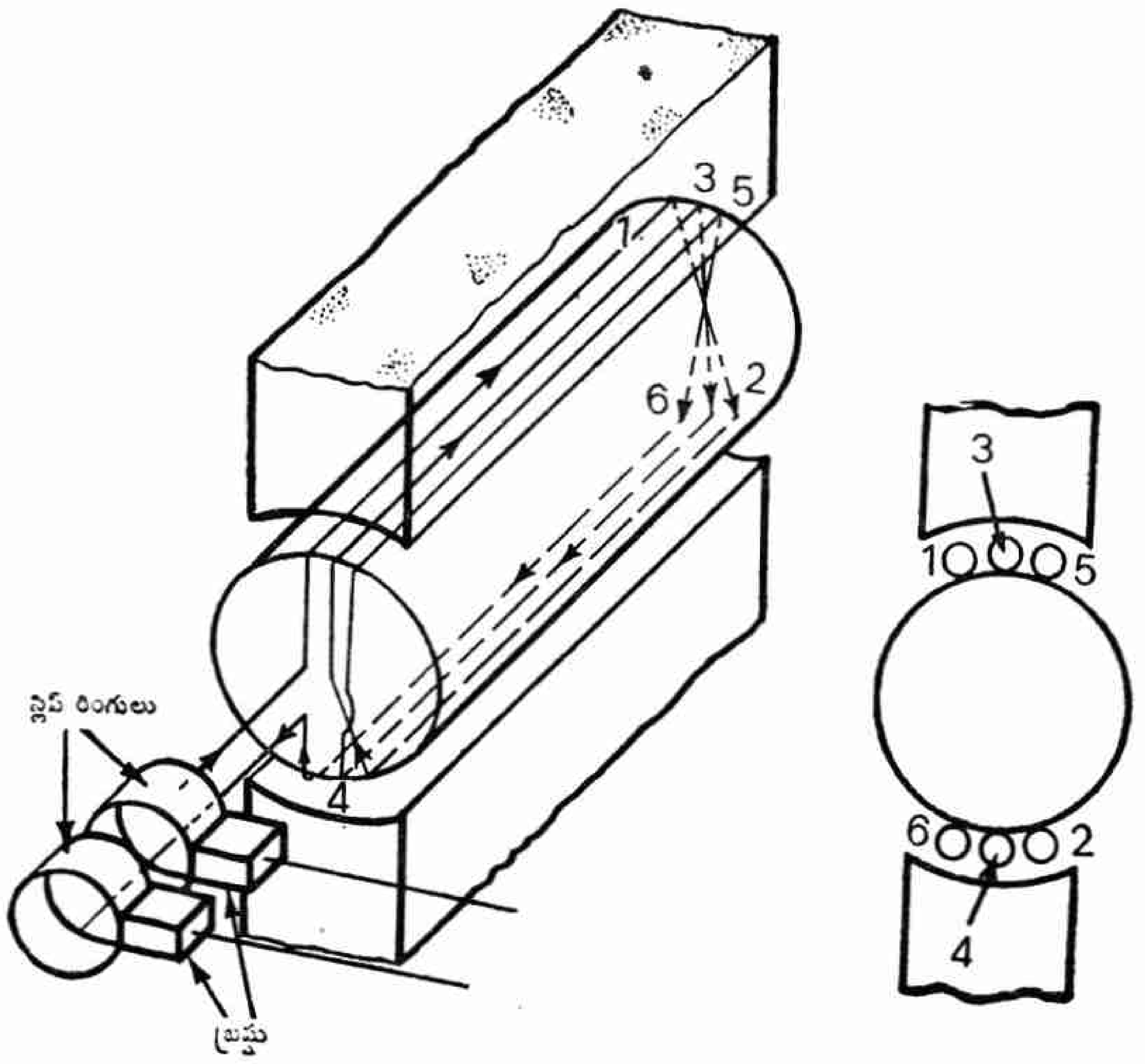
వరుస సంఖ్య	వివరములు	31-3-68 నాటికి	31-3-69 నాటికి
1.	EHT లైనుల పొడవు (కి. మీ)	4,711·55	
2.	HT లైనుల పొడవు ,,	26,148·42	
3.	LT లైనుల పొడవు ,,	28,214·78	
4.	విద్యుత్తు ట్రాన్స్‌ఫార్మరు MVA	2,660MVA	
5.	11kV/400 V ట్రాన్స్‌ఫార్మరు సామర్థ్యము MVA	790·4MVA	
6.	సర్వీసుల సంఖ్య		
	H T	740	813
	L T	6,83,868	827,649
7.	ప్రతిష్ఠాపిత సామర్థ్యము		
	జల విద్యుత్తు MW	272 9	272·9
	థెర్మల్ విద్యుత్తు MW	332·1	332·1
	డీసెల్, గాస్ టర్బో సైట్ లు MW	29·0	26·0
	మొత్తము MW	634 0	631·0
8.	పీక్ లోడ్ MW	356·0	440·8
9.	మొత్తము ఉత్పత్తి (10 లక్షలు కిలోవాట్టు గంటలలో)	1,902·2	2,227·5
10.	విద్యుదీకరింపబడిన గ్రామములు	4,950	5,792
	మొత్తములో శాతము	8·3	20·95
11.	పంపు సెట్లు	91,406	1,23,803

వి. వి. ఎల్. రావు.

విద్యుత్తు మోటారు : విద్యుత్తు మోటారులు రెండు రకములు : 1. ఋజు (D. C) విద్యుత్తు మోటారు - ఇది ఋజు విద్యుచ్ఛక్తి మూలమున పనిచేయును ; 2. ఆవర్తి (A. C) విద్యుత్తు మోటారు - ఇది ఆవర్తి విద్యుచ్ఛక్తి మూలమున పని చేయును. ప్రతి రకమునందును తిరిగి వివిధములైన మోటారులు కలవు.

ఋజు విద్యుత్తు మోటారు : సాధారణ ఋజు విద్యుత్తు జనకయంత్రము [చూ. విద్యుత్తు జనిత్రములు, ఆవర్తి - ఋజు - పు. 728] ఆర్మేచరును త్రిప్పుటకు వినియోగింపబడిన యాంత్రికశక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చును. ఇదే త్రిప్పి చెప్పవలెనన్న ఒకే సాధములో ఋజు విద్యుత్తును పంపినపుడు యాంత్రికశక్తిని జనింపజేయుచూ ఆర్మేచరు తిరుగును. ఇదే ఋజు విద్యుత్తు మోటారు అనబడును. ఇప్పుడు భ్రమణమార్గమును వినిమయము చేసినపుడు ఫ్లెమింగ్ వామహస్త సూత్రము వర్తించును.

ఫ్లెమింగ్ వామహస్త సూత్రము : ఇది మోటారు భావము సుబోధము చేయుటకు ఉపయోగపడును. ఉదా : ఒక విద్యుత్తు వాహక తీగె అయస్కాంతపు బాహ్య క్షేత్రమునందు ఉంచినపుడు యాంత్రికశక్తిని అనుభవించును [చూ. చిత్రము - 1].



చిత్రము - 1

ఫ్లెమింగ్ వామహస్త సూత్రము

సరళమైన తీగె : వామహస్తము యొక్క మొదటి రెండవ వేళ్ళు వరుసగా అయస్కాంతపు ఫ్లక్స్ మరియు విద్యుత్తు ప్రవాహమును తెలియజేయునపుడు, ఇది ఒక దానికొకటి 90° కోణమునందుండి బొటనవ్రేలికి కూడ 90° కోణమునందు ఉండినపుడు విద్యుత్తు వాహినియందు శక్తి యొక్క దిక్కును బొటన వ్రేలు సూచించును. ఇది ఫ్లెమింగ్ వామ సూత్రము.

తీగెచుట్ట : ఒక సరళమైన తీగెకు బదులు చుట్టను ఉపయోగించిన యుగ్మశక్తి జనించును. దీనికిని పై సూత్రములు వర్తించును.

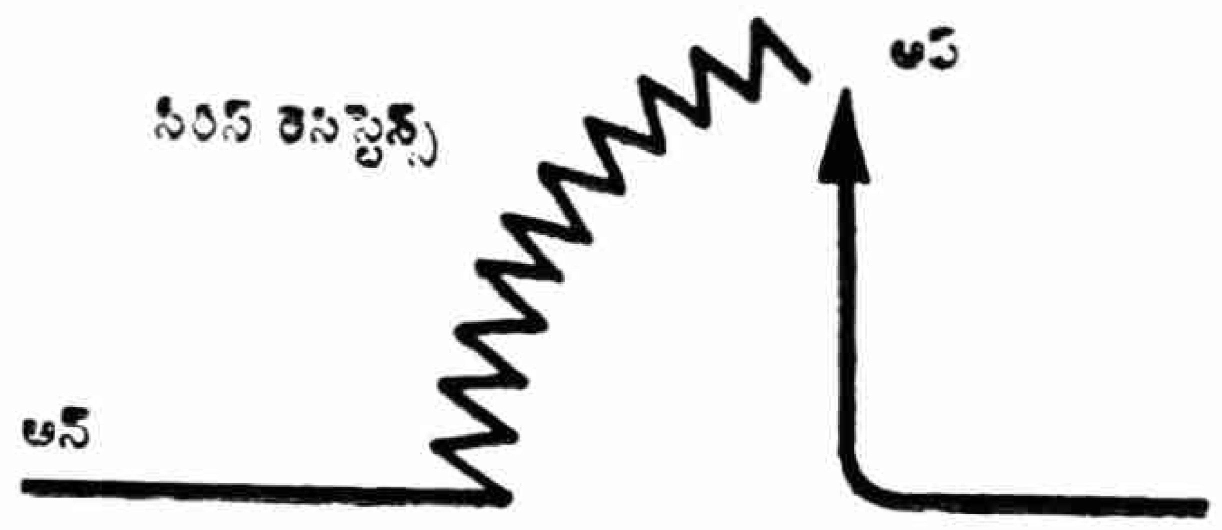
జనరేటరునందు బ్యాక్ మోటారు ఫలము : ఆర్మేచరును త్రిప్పుటకు వినియోగింపబడిన యాంత్రికశక్తి టెర్మినల్స్ మీదుగా విద్యుచ్ఛక్తిగా పరిణమించును. ఈ ప్రవాహము అసంపూర్ణమైనపుడు విద్యుత్తు ప్రవహింపదు ; విద్యుచ్ఛక్తి లభింపదు. అప్పుడు ఎక్కువ రాపిడితో చుట్టమాత్రము తిరుగుచుండును. కాని, టెర్మినల్స్‌కు నిరోధక భారమును తగ్గించినపుడు విద్యుత్తుప్రవాహము ప్రవహించును. రాపిడి శక్తే గాక, అనుక్షణము అయస్కాంతపు యుగ్మశక్తి జనించి గతిని నిరోధించుచుండును. ఇదే బ్యాక్ మోటారు ఫలము. విద్యుత్తుప్రవాహము హెచ్చిన కొలది ఈ మోటారు ఫలము అధికమగును ; ఆర్మేచరు బిరుసుగా తిరుగును. అత్యధికముగా విద్యుచ్ఛక్తి లభించుచుండుటచే అధికముగా

యాంత్రికశక్తిని సప్లయి చేయవలెను. పెద్ద జనరేటరులందు సామర్థ్యము 90%. సామర్థ్యమునకు కారణభూతములు : 1. ఇనుము - మందయానము (హిస్టెరిసస్) ; 2 రాగి - ఉష్ణము ; 3. రాపిడివలన కలుగు నష్టములు.

మోటారు యంత్రములో బ్యాక్ జనరేటరు ఫలము : మోటారు స్విచ్చి వేసీవేయుటతోనే I విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించును. ఇక్కడ $E = IR$; E విద్యుద్వాహకబలము ముందుకు పోవునది ; R వాహిక పూర్తి నిరోధక శక్తి. ఆర్మేచరు శక్తి అధికమగుకొలది తిరిగెచుట్టలో ఫ్లక్స్ అధిక వేగములో జనించి వెనుకకు పోవు విద్యుద్వాహకబలము $(emf)\ E^1 = \frac{d\phi}{dt}$ ఆర్మేచరు టెర్మినల్స్ మధ్య జనించును. $E - E^1 = IR$ కావున భ్రమణ వేగము అధికము అగుకొలది విద్యుత్తు ప్రవాహము I తగ్గును. యాంత్రిక భారము లేనపుడు, రాపిడి లోపించినపుడు $E = E^1$ అగు వరకు వేగము అధికమగును ; విద్యుత్తు ప్రవాహము శూన్యమగును ; విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగింపబడదు ; యాంత్రిక శక్తి ఉత్పత్తి కాదు. ఇట్టి సమయములో ఆర్మేచరుకు యాంత్రికభారమును తగిలించినపుడు వేగము తగ్గి, E^1 తగ్గును ; I అధికమగును. యాంత్రిక భారాధిక్యతను అనుసరించి విద్యుత్తు ప్రవాహమును అధికముగా తీసికొనును. సామాన్యముగా విద్యుచ్ఛక్తికి సమీకరణము $E = E^1 I + I^2 R$. ఇందు $E\,I$ సరఫరా చేయబడిన విద్యుత్తు ప్రవాహము కాగా, $E^1\,I$ యాంత్రికశక్తి మరియు రాపిడి శక్తి, $I^2\,R$ అనునది విద్యుత్తు ప్రవాహమునందు ఉష్ణముగా మార్చబడిన శక్తి.

బ్యాక్ విద్యుద్వాహకఫలము అను పదము క్రింద వివరింపబడినది. విద్యుచ్ఛక్తి మూలముగా విద్యుత్తు ప్రవాహమునకు అనువర్తించినపుడు మొత్తము పొటెన్షియల్ ఆధిక్యత E ఆర్మేచరు మీదుగా (విద్యుచ్ఛక్తి యాంత్రిక శక్తిగా మారునపుడు) ఏర్పడు పొటెన్షియల్ తగ్గుదల (బ్యాక్ విద్యుద్వాహక) ఫలము 'E' విద్యుచ్ఛక్తి ఉష్ణముగాగాను, యాంత్రికశక్తిగాను మారునపుడు విద్యుత్తు ప్రవాహములో ఏర్పడు పొటెన్షియల్ తగ్గుదల $I\ R$ ల మొత్తము.

మోటారులో స్టార్టింగునందు కలుగు నిరోధము : బ్యాక్ విద్యుద్వాహక ఫలము ఏర్పడుటకు ముందే ఉష్ణపు తగ్గుదలలను నివారించుటకు మోటారులో ఆర్మేచరు చుట్ట యొక్క నిరోధకము R అత్యల్పము ; ప్రారంభ దశలో I చాల అధికముగా ఉండును. ఈ విద్యుత్తు ప్రవాహము అతి సులభముగా ఆర్మేచరును కాల్చివేయును. అందుచేత, వేగము అధికమగుకొలది అదనముగా ఏర్పాటు చేయబడిన స్టార్టింగు నిరోధక శక్తి మెల్లమెల్లగా తగ్గిపోవును [చూ. చిత్రము - 2].



చిత్రము - 2

మోటారులో స్టార్టింగు నందు కలుగు నిరోధము.

విద్యుత్తు క్షేత్రపు చుట్టలు : చిన్న చిన్న డైనమోలు మోటారులందు తప్ప ఆర్మేచరు భ్రమించు క్షేత్రము విద్యుత్తు అయస్కాంతముచే ఏర్పడుచున్నది. క్షేత్రము నందలి చుట్టలు (i) సర్వీసులలోను, (ii) ఆర్మేచరు చుట్టలకు సమానాంతరముగాను లేదా (iii) కాంపౌండు చుట్టు (i) ఆ (ii) ల చేరికవలన ఆర్మేచరు విద్యుత్తు ప్రవాహము నుండి క్షేత్ర విద్యుత్తు ప్రవాహము పొందబడుచున్నది. సీరీస్‌లో చుట్టబడిన మోటారులో ప్రారంభించునపుడు ప్రాతిపదిక మోటనము (టార్క్) పెద్దదిగా ఉండును. కాబట్టి, ఎక్కువ వేగము కావలసినపుడు ఇది అనువుగా ఉండును. ముఖ్యముగా భూసారంగములలో రైళ్ళు ఉదాహరణము. షంటు విధానములో చుట్టబడు మోటారులో నిశ్చలమైన టార్క్ జనించును. ఇది వేగము భారనిమిత్తము లేనపుడు వినియోగపడును. ఉదా : లిఫ్టులు.

ఆవర్తి మోటారులు : ఇవి తిరిగి 1. ఏకముఖ ; 2. త్రిముఖ ఫేజులుగా విభజించబడినవి. మొదటిది : ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహము యొక్క ఒక దిశగా మాత్రమే పని చేయును ; రెండవది : ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహపు మూడు దిశలుగా పని చేయును [చూ. విద్యుత్తు జనిత్రములు, ఆవర్తి - ఋజు, - పు. 728]. సాధారణ ఉపయోగములో 3 - ఫేజుల మోటారుల ప్రాముఖ్యత : 1. ఇండక్షన్ మోటారు ; 3. సింక్రోనస్ మోటారు.

విద్యుత్తు మోటారుల ఉపయోగము : విద్యుత్తు పంకాలు, కుట్టు యంత్రములు, వాక్యూమ్ క్లీనర్‌లు, ట్రామ్‌కారులు, ఎలక్ట్రిక్ రైల్వేలు, నీటి పంపు సెట్లు, ఫ్యాక్టరీలలో ఉపయోగపడును.

వి. వి. ఎల్. రావు.

విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమ :

ఇందు రెండు విభాగములు కలవు : 1. విద్యుత్తు కారణమున ఉత్పాద్యమగు కార్యములు ; 2. రాసాయనిక ప్రక్రియలచే విద్యుత్తు ఉత్పాదన. ఇంకను ఈ పరిశ్రమములను మూడు

ముఖ్య తరగతులుగా విభజించినను : 1. విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమ; 2. విద్యుత్తు ఘటములు; 3. విద్యుత్తు నిక్షేపము, సంబంధి పరిశ్రమలు. ఈ పై తరగతుల అవాంతర విభజనము, వాటి వ్యాప్తి క్రింద చూపబడినవి.

విద్యుత్తు తాపధాతుసాధన: ఇనుము, ఉక్కు, మాంగనీస్, క్రోమియమ్, సిలికన్ మొదలగునవి. ఇనుముతో తక్కిన ధాతువుల మిశ్రమలు, ఇతర విశిష్ట ధాతు మిశ్రములు కలవు.

తాపద్రుత విద్యుత్తు విశ్లేషణము: 1. అల్యూమినియము, మగ్నీషియమ్, బెరిలియమ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, కాల్సియమ్, బేరియమ్, స్ట్రాన్షియమ్; 2. లిథియమ్, తోరియమ్, జిర్కోనియమ్, సిరియమ్, యురేనియమ్.

అధాతువుల విద్యుత్తు తాపసాధన: 1. ఘర్షణ ద్రవ్యములు, తాప నిరోధకములు, గ్రాఫైట్; 2. కాల్సియమ్ కార్బైడ్, సైనమైడ్, సైనైడ్‌లు; 3. కార్బన్ బైసల్ఫైడ్, భాస్వరము, ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్.

విద్యుత్తు విశ్లేషణ ఘటములు: హేలైడ్‌ల, సల్ఫేట్‌ల విశ్లేషణ: 1. కాస్టిక్‌సోడా, క్లోరీన్; 2. ఫ్లోరీన్; 3. రీ సల్ఫేట్ విశ్లేషణ; ఉదా: సోడియమ్ సల్ఫేట్.

ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణ విద్యుత్తు ఘటకములు: కార్బన్ విద్యుత్తు రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పాదన: పోలీ హైడ్రిక్ ఆల్కహోల్‌లు, ఉదా: సార్బిటాల్, మేనిటాల్, క్లోరోఫార్మ్, అయిడోఫార్మ్, మందులు, రంగులు, కృత్రిమ ఆహార ద్రవ్యములు, వాసన ద్రవ్యములు, ఫోటోగ్రాఫిక్ రాసాయనిక ద్రవ్యములు.

అకర్బన సంబంధమైన ఎలక్ట్రోలైట్ ద్రవోత్పత్తి: పెర్ సాల్ట్‌లు, పెర్ ఆసిడ్‌లు, హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్, కొన్ని పూతరంగుల ఘటకములు.

నీటి నుంచి విద్యుత్తు విశ్లేషణ వలన సాధ్యములు: హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ (వాయువులు); డోయిటీరియమ్, బరువైన నీరు (పరమాణు శక్తి కేంద్రముల ప్రయోజనమునకు).

విద్యుత్తు బ్యాటరీలు (ఘటములు): 1. ప్రాథమిక ఘటములు 2. గౌణ ఘటములు (సెకండరీ).

విద్యుదగ్రములు, తత్సంబంధి వస్తువులు - ధాతువుల, అధాతువుల విద్యుత్తు విలేపనము: 1. రాగి, నికెల్, క్రోమియమ్, జింకు, తగరము, సీసము, కాడ్మియమ్, వెండి, బంగారము; 2. ఇత్తడి, కంచు, సీసము - తగరము ధాతు మిశ్రములు, కాడ్మియమ్ - వెండి ధాతు మిశ్రములు, మరక కట్టని ధాతు మిశ్రములు, గట్టి బంగారము, ఇతర విశిష్ట ప్రయోజనములకై ఆవశ్యకమగు ధాతు మిశ్రములు.

ధాతువుల విద్యుత్తు సాధన, శోధనలు: 1. రాగి, జింకు, తగరము, సీసము, బంగారము; 2. మాంగనీస్, క్రోమియమ్.

పై వాటికి సంబంధించిన వస్తువులు, సాంకేతిక శాస్త్ర ప్రాముఖ్యము గల ఉత్పత్తులు: 1. ధాతు చూర్ణములు - రాగి, ఇనుము, జింకు, అల్యూమినియము, నికెల్, చూర్ణ ధాతు సాధన, రాకెట్‌లలో వినియోగమునకు ఘనేంధన ఉత్పాదన; 2 ముద్రిత విద్యుద్వలయము (ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్) ల తయారు చేయుటకై, విద్యుత్తు నిక్షేపకరణము; 3. ప్లాస్టిక్కులు, కఱ్ఱ వంటి అధాతు ద్రవ్యముల పై ధాతువుల విద్యుత్తు నిక్షేపణ; 4. అధాతు ద్రవ్యముల విద్యుత్తు నిక్షేపము - ఉదా: ధాతువుల పై రబ్బరు; విడదీయ వీలైన విద్యుత్తు నిక్షేపములు: ఎలక్ట్రోఫార్మింగ్; ఎలక్ట్రో టైపింగ్; 6. ధాతువుల పై రంగు వేయుట - అనగా 'కంచు' పూతల తయారీ; 7. ధనాగ్ర ఆక్సీకరణము; అల్యూమినియము, దాని ధాతుమిశ్రముల ధనాగ్రీ కరణము (ఏనడైజింగ్), రంగువేయుట, ఫోటోగ్రాఫిక్ పరిశ్రమ, బహు వర్ణ రంజనము; 8. ధాతువుల విశిష్ట సంస్కారము - ఉదా: ఫాస్ఫేటీకరణము, సల్ఫేటీకరణము, క్రోమేటీ కరణము, తటస్థీకరణము, ధాతువు ద్రవముల ప్రభావమున క్షయించకుండా సంరక్షించుట, అట్టి క్షయము జరుగు రేటును మందగించుట; 9. విద్యుత్తు సహాయమున ధాతువుపై ఇంకొక ధాతువును పూయుటకు ఆవశ్యకమగు ధనాగ్రముల ఉత్పత్తి; 10. విద్యుత్తు రాసాయనిక అనుశీలన వలన లభ్యమగు మౌలికమగు అనుభవమును విద్యుత్తు రాసాయనిక విశ్లేషణ మొదలగు సాంకేతిక ప్రక్రియలకు ఉపయోగించుట.

విద్యుత్తు రసాయన శాస్త్రము బహు వ్యాప్తి గలది అగుటచే రసాయన శాస్త్రము, భౌతిక శాస్త్రము, ఇంజనీరింగు, ఎలక్ట్రానిక్స్, ధాతు సాధనశాస్త్రము ఇవన్నియు దీని సరిహద్దుల నంటి ఉండును. అందువలన ఈ విషయము అపార పారిశ్రామిక సార్థక్యము కలది. కాన, నూతన వినియోగ క్షేత్రములను ఆవిష్కరించుటకు, ఇదివరకు ఉన్న వాటిని వృద్ధి పరచుటకు సంగత, మౌలిక, వినియుక్త పరిశోధన కార్య ప్రణాళికల విస్తరణ ఆవశ్యకము. అనేక దేశములందు సర్వకళా పరిషత్తులయందు, పరిశోధన సమితులందు, వీటికి సంబంధించిన సంస్థలయందు విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశోధన సంస్థలు ఉన్నను, భారత దేశమందు - బహుశః మరి కొద్ది దేశములందు - పరిపూర్ణ

అభివృద్ధికన్న పరిశోధన సంస్థలు విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమకు, సాంకేతిక సమస్యలకు సంపూర్ణముగ అంకిత మైనవి కలవు. తమిళనాడులో కారైక్కుడిలో దేశ స్వాతంత్ర్యము చేకూరిన వెంటనే స్థాపించబడిన అట్టి సంస్థ ఒకటి చాల దక్షముగను, ఉపయోగ జనకముగను పని చేయుచు, విదేశములందు గల అగ్రేసర సంస్థల మెప్పును పడయుచున్నది.

దేశము శీఘ్రగతిని పారిశ్రామికాభ్యుదయము చెంద వలెనన్న చౌకగాను, పుష్కలముగాను లభించు శక్తి ఆధారములు ఉండవలయును. ఏ పరిశ్రమ అయినను విద్యుచ్ఛక్తి ముఖ్య ఆధారముగా నేడు పరిణమించినది. విద్యుత్తు రసాయన ఉత్పత్తులకు ఆధారము విద్యుచ్ఛక్తియే. మాటవరసకు: విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలలో ఉత్పత్తి అయిన వస్తువు ఖరీదులో 10 మొదలు 15 శాతము వరకు విద్యుచ్ఛక్తి పంచుకొనుచున్నది (ఇచ్చట యూనిట్ విద్యుచ్ఛక్తి ధర 1 మొదలు 2 పైసలు వరకు అంచనా వేయబడినది). ఇక ఇతర పరిశ్రమలలో విద్యుచ్ఛక్తి పాలు 2 మొదలు 3 శాతము. విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలలో ఉత్పాదితమైన ప్రతి టన్ను ద్రవ్యమునకు 2,000 మొదలు 24,000 యూనిట్లు విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగమగుచున్నది. అందుచేతనే విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలలో 'ముడి' సరుకుల జాబితా లోనికి విద్యుచ్ఛక్తి కూడా చేరినది.

భారతదేశము వంటి దేశములలో నేలబొగ్గు నిధులు గాని, తైలసంపద గాని పుష్కలముగా లేని చోట్ల - ఉన్నను ఏదో కొన్ని ప్రదేశములకు మాత్రమే పరిమిత మైన చోట్ల - జల విద్యుచ్ఛక్తిని గాని, పరమాణు విద్యుచ్ఛక్తిని గాని ఆధారముగా గొనవలసి ఉన్నది. కొన్ని చోట్ల విద్యుచ్ఛక్తి పుష్కలముగా ఉన్నను ముడి సరుకులు, కార్మికులు, మార్కెట్లు, రవాణా వంటి పారిశ్రామిక సౌకర్యములు అందుబాటులో లేవు. యునైటెడ్ స్టేట్స్, సోవియట్ రష్యా, ఫ్రాన్స్, ఇటలీ, స్కాట్‌లాండ్, జపాను, స్కాండినేవియా వంటి దేశములందు జల విద్యుచ్ఛక్తి చౌక గాను, పుష్కలముగాను లభించు ప్రదేశములలో విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలు నెలకొనినవి. అట్లే ఫ్రెంచి ఆల్ఫ్స్ సమీపమునను, సోవియట్ రష్యాలోని నీప్రోస్ట్రాయ్ అను చోటను ఉన్న విద్యుత్తు కేంద్రముల సమీపమున విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలు నెలకొని పనిచేయు చున్నవి. భారతదేశమున కూడ దక్షిణాదిని తమిళనాడు, మైసూరు, కేరళరాష్ట్రములలో - ముఖ్యముగా విద్యుచ్ఛక్తి టారిఫ్ రేట్లు అనుకూలముగా ఉన్న చోట్ల - విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలు నెలకొని జయప్రదముగా పని చేయుచున్నవి. భారతదేశమున నేడు విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలకు వినియోగమగు విద్యుచ్ఛక్తి మొత్తము వినియోగములోని సంఖ్య 10 శాతము. నార్వే, స్వీడెన్, కెనడా, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌వంటి దేశములలో ఈ సంఖ్య 30 శాతము. ఈ దేశములలో విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలకు లభింపజేయు విద్యుచ్ఛక్తికి ప్రత్యేకధర కలదు. అది చాల తక్కువ, ఒక యూనిట్ ఒకపైస కంటె తక్కువ.

అల్యూమినియము, ఫెర్రో - సిలికన్, కాల్సియమ్ కార్బైడ్, ఘర్షణ ద్రవ్యములు, ఇంకను అనేక రాసాయనిక ద్రవ్యములను విద్యుత్తు రాసాయనిక పద్ధతులను ఆధారముగా గొని చౌకగా ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి. సుమారు 30, 40 ఏండ్ల క్రిందట భారతదేశమున ఎలక్ట్రో థెర్మల్ పరిశ్రమలకు నాందీ ప్రస్తావన జరిగినది. అవి శీఘ్రగతిని అభివృద్ధిచెంది నేడు భావి పరిశ్రమలుగా పరిణమించినవి. కాస్టిక్ సోడా, క్లోరిన్, ఎలక్ట్రో లైటిక్ హైడ్రోజన్, ఉత్తమశ్రేణి ఉక్కు, ఇనుప ధాతు మిశ్రములు, అల్యూమినియము, కాల్సియమ్ కార్బైడ్ బహుళ ప్రయోజన కారులైన కార్బన్, అకర్బన విద్యుత్తు రాసాయనిక ద్రవ్యములు, బ్యాటరీల ఉత్పత్తి, విద్యుత్తు మలామా వంటి కర్మాగారములు శీఘ్రగతిని పురోగమించు చున్నవి.

సీసము, జింకు, మాంగనీస్ మొదలగు ధాతువుల విద్యుత్తు సాధన భారతదేశమునందు ఆశ్చర్యకరమైన అభివృద్ధిని అందుకొనినది. అందు మాంగనీస్ విషయములో భారతదేశము సోవియట్ రష్యా తరువాత జగత్తులో కల్లా పెద్ద ఉత్పత్తి దేశము. ఈ కారణమున ఈ దేశము నందు అత్యంతముగ పరిశుద్ధమైన మాంగనీస్ ధాతువు మాంగనీస్ ధాతు మిశ్రముల పరిశ్రమకు, మాంగనీస్ పై ఆధారపడిన పరిశ్రమలకు లభ్యమగుచున్నది. మాంగనీస్ ఖనిజము కూడ నాగపూర్, మైసూరు, గదివిడి, రాయగడ మొదలగు ప్రదేశములలో మెండుగా దొరుకుచున్నది. రాజస్థాన్‌లో జువార్ వద్ద ఉన్న సీస - తుత్తునాగ మిశ్ర ఖనిజపు నిల్వలు ఈ ధాతువులకు భారతదేశమునందున్న ఒకే ఒక ప్రభవ స్థానము.

ఇది గాక, అముఖ్య ధాతువులను పరిశుద్ధముగా చేయుటకు, విసర్జిత ఖనిజ ద్రవ్య రాశులనుండి అట్టి ధాతువులను వేరుపరచి సాధించుట అను ప్రక్రియ, తగరము, ఆంటిమోని, జింకు, రాగి మొదలగు యుద్ధోపయోగ్య ధాతువులు విరివిగా దొరకని భారత దేశమునందు అత్యంత ప్రధానమైనది [చూ. పట్టిక - 1, 2 పు - 742]. ఆ. జో.

పట్టిక - 1

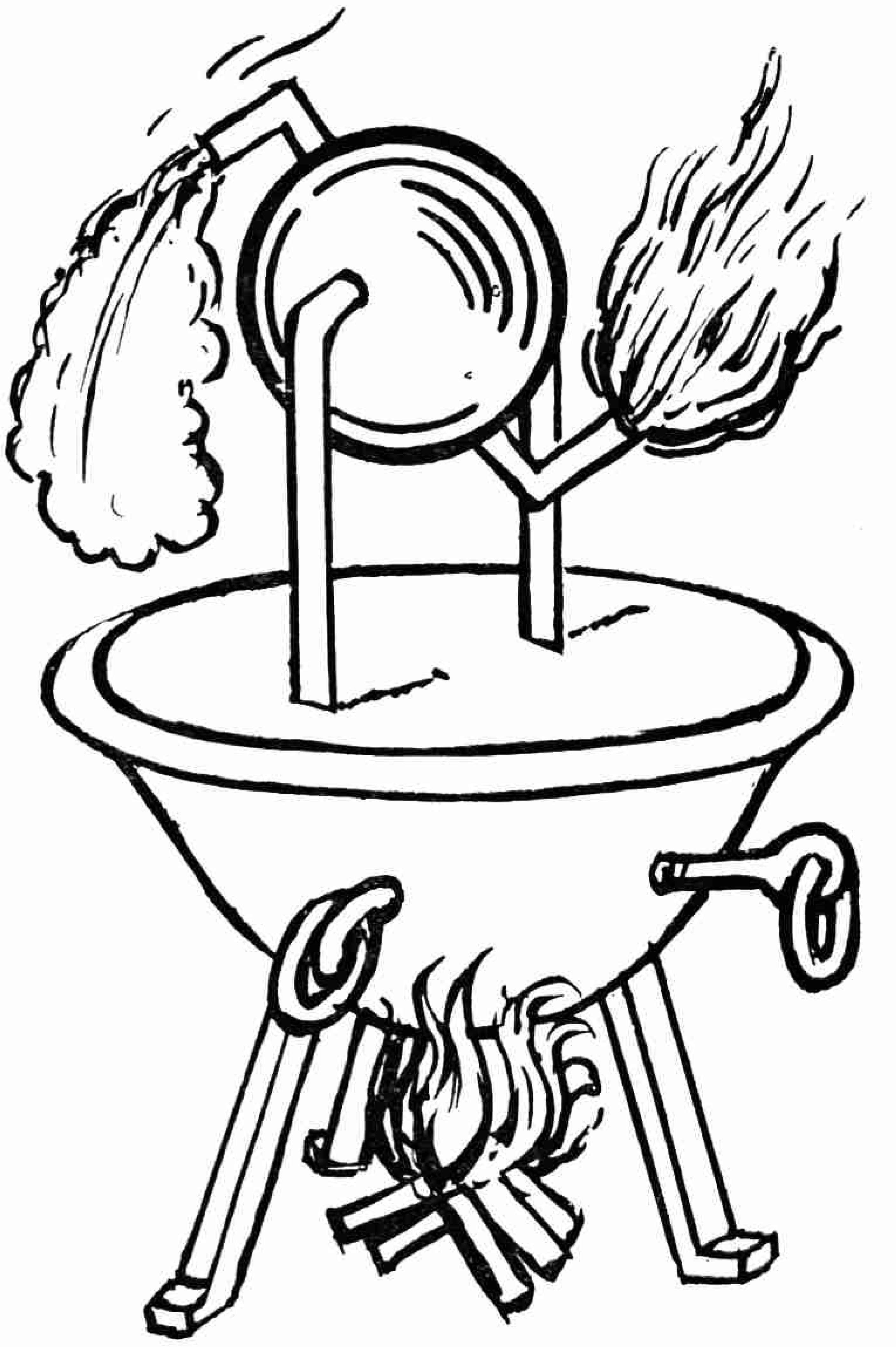
భారత దేశమున విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమలు

ద్రవ్యము	ప్రస్తుతము ఉన్న పారిశ్రామిక సాధన	అవకాశములో ఉన్న విద్యుచ్ఛక్తి సరఫరా	ముడి సరుకు
1. అల్యూమినియము.	జబల్‌పూర్ పరిసరాలలో అసన్‌సాల్, ఆల్వాయి, డండేలీ, కరాడ్.	దామోదర్ వాలీ, హీరాకుడ్, పల్లివాసల్, కలినాడి, కొయానా.	బాక్సైటు (50%) కాస్టిక్ సోడా, క్రయొలైట్, ల్యూమినిఅయము ఫ్లోరైడ్, బొగ్గు.
2. మగ్నీషియమ్.	భద్రావతి, హీరాకుడ్, దామోదర్ లోయ, బొంబాయి.	జోగ్ జలపాతము, హీరాకుడ్, దామోదర్ వాలీ, కొయానా.	మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్, సున్నము లేదా కాల్‌సైట్, డోలమైట్, ఫెర్రో-సిలికన్.
3. కాల్సియమ్ కార్బైడ్.	భద్రావతి, డండేలీ, కరాడ్, బీహార్, తాలైయుత్తు (తిరునల్వేలి జిల్లా) బిర్లాపూర్ (కలకత్తా).	కలినాడి, కొయానా, జోగ్ జలపాతము, హీరాకుడ్, దామోదర్ వాలీ.	కాల్చిన సున్నము, నేల బొగ్గు, బొగ్గు, పెట్రోలియమ్ కోకు (తక్కువగా).
4. కార్బన్ బై సల్ఫైడ్.	డండేలీ, కల్యాణ్, భద్రావతి, ఆల్వాయి.	కలినాడి, కొయానా, జోగ్ జలపాతము, పల్లివాసల్.	గంధకము, కోకు లేదా బొగ్గు.
5. భాస్వరము (ఫాస్ఫేటు ఫెర్టిలైజర్ల ఉత్పత్తికి).	సింద్రి, తిరుచిరాపల్లి, షిమోగా, డండేలీ, కరాడ్.	దామోదర్ వాలీ, మొయార్, జోగ్ జలపాతము, కలినాడి.	ఫాస్ఫేట్ రాయి, కోకు, క్వార్ట్జ్ (ఇసుక).
6. ఫాస్ఫేట్‌లు. 1. అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్.	బీహార్, తిరుచిరాపల్లి, బెళగుల, సింద్రి, ఆల్వాయి, కరాడ్, డండేలీ.	దామోదర్ వాలీ, మొయార్, శివసముద్రము, సింద్రి, పల్లివాసల్, కొయానా.	ఫాస్ఫేట్‌లు, ఫాస్ఫరస్ అమోనియా.
2. కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్‌లు.	,,	,,	,,
7. కార్బొరండమ్ (సిలికన్ కార్బైడ్).	మెట్టూరు, కోయంబత్తూరు, భద్రావతి, డండేలీ, కరాడ్, దామోదర్ లోయ, హీరాకుడ్.	మెట్టూరు, మొయార్, జోగ్ జలపాతము, కలినాడి, కొయానా, దామోదర్ లోయ, హీరాకుడ్.	క్వార్ట్జ్ (మంచి ఇసుక), సిలికా, కోకు, బొగ్గు, రంపపు పొట్టు, ఉప్పు.
8. అలండమ్ (ఫ్యూస్డ్ అల్యూమినా).	దామోదర్ లోయ, కరాడ్, డండేలీ, హీరాకుడ్.	దామోదర్ లోయ, కొయానా, కలినాడి, హీరాకుడ్.	బాక్సైట్, కోకు, పాత ఇనుము,
9. ఫెర్రో-సిలికన్ (75% Si)	భద్రావతి, డండేలి, కరాడ్.	జోగ్ జలపాతము, కలినాడి లేదా కొయానా.	క్వార్ట్జ్ లేదా ఇసుక బొగ్గు లేదా కోకు, పాతఉక్కు.
10. ఫెర్రో-కోకు (60%Cr).	భద్రావతి, మెట్టూరు, డండేలీ లేదా కరాడ్.	జోగ్ జలపాతము, మెట్టూరు, కలినాడి, కొయానా,	ముడి క్రోమైట్ (40%Cr) కోకు లేదా బొగ్గు.
11. ఫెర్రో-మాంగనీసు.	భద్రావతి, సాండూరు, హీరాకుడ్, డండేలీ, కరాడ్, గరివిడి, రాయఘడ, బోడా,	జోగ్ జలపాతము, కలినాడి, తుంగభద్ర, హీరాకుడ్, కొయానా.	మాంగనీస్ - ఇనుము, ముడి లోహము, కోకు లేదా బొగ్గు, సున్నపు రాయి.
12. విద్యుత్తు పిగ్ ఐరన్.	భద్రావతి, హీరాకుడ్, డండేలి, కరాడ్.	జోగ్ జలపాతము, హీరాకుడ్, కలనాడి, కొయానా.	ముడి ఇనుము, కోకు లేదా రాక్షసి బొగ్గు సున్నపు రాయి.
13. ప్రత్యేకపు ఉక్కులు.	భద్రావతి, జమ్‌షడ్‌పూర్, బొంబాయి.	జోగ్ జలపాతము, దామోదర్ లోయ, కొయానా.	ఇనుప ధాతు మిశ్రములు.
14. గ్రాఫైటు మరియు కార్బన్ ఎలక్ట్రోడ్‌లు.	ఆల్వాయి, డండేలీ, సింధ్రి, భద్రావతి.	పల్లివాసల్, కలినాడి, కొయానా, దామోదర్ లోయ, జోగ్ జలపాతము.	బూడిద, అంత్రసైట్, పెట్రోలియమ్ కోకు (దిగ్‌బాయి-అస్సామ్).
15. కాస్టిక్ సోడా, క్లోరిన్.	మెట్టూరు, కోయంబత్తూరు, బొంబాయి, అహమ్మదాబాదు, భద్రావతి, కలకత్తా.	మెట్టూరు, మొయార్, కొయనా, కాక్రపరా, జోగ్ జలపాతము, కలకత్తా.	సముద్రపుటుప్పు, రాతి ఉప్పు, కాల్చిన సున్నము, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్.

పట్టిక - 2
విద్యుత్తు రసాయనిక పరిశ్రమలలో విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగము

పరిశ్రమ/ద్రవ్యము	టన్నికి ఖర్చగు యూనిట్లు	టాంక్/సెల్ వోల్టేజిలు
విద్యుత్తు పొయ్యికి సంబంధించిన సామగ్రి		
అల్యూమినియము	22,400-27,000	5·5-7
మగ్నిషియమ్ (క్లోరైడ్ పద్ధతి)	17,920-19,100	6-6
మగ్నిషియమ్ (ఆక్సైడ్ పద్ధతి)	31,400-56,300	9-16
సోడియమ్	15,900-16,850	,,
ఫ్యూస్డ్ ఎలక్ట్రొలైట్లు		
కాల్సియమ్ కార్బైడ్	2,910-3,410	,,
కార్బన్ బై సల్ఫైడ్	900-1,120	60
ఫాస్ఫరస్	9,000-12,360	,,
సిలికన్ కార్బైడ్	7,160-8,620	75-200
ఫ్యూస్డ్ అల్యూమినా	2,240-3,360	100-110
ఫెర్రో సిలికన్ 50%	4,480-7,840	75-150
ఫెర్రో - మాంగనీస్ 80%	3,360-6,720	90-115
ఫెర్రో క్రోమియమ్ 70%	4,480-6,720	90-120
ఫెర్రో - మొలిబ్డినమ్ 50%	6,720-8,960	50-150
ఫెర్రో - టంగ్స్టన్ 70%	3,360-4,480	90-120
ఫెర్రో - వెనేడియమ్	4,480-7,840	150-250
ద్రవ ఎలక్ట్రొలైట్లు		
కాస్టిక్ (మార్క్యురీ ఘటములు)	3,250	4·1-4·3
ఎలక్ట్రొ విన్నింగ్		
రాగి	2,240-3,660	1·0-2·4
జింకు	3,140-3,500	3·5-3·7
విద్యుత్తు శోధన		
రాగి (బహుళ పద్ధతి)	200-360	0·18-0 4
రాగి (శ్రేణీ పద్ధతి)	165	16-18
సీసము	90-100	0·35-0·6
బంగారము	336	1·3-1·6

విమాన చలనము : అంతర్దహన ఇంజను (ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను) [చూ. పు. 152] నిర్మించుటవలననే యాంత్రికశక్తిని ఉపయోగించి విమాన యానము సాగించుట సాధ్యమైనది. రైట్ సోదరులు కిట్టీ హాక్ వద్ద జరిపిన ప్రప్రథమ ఆకాశగమన ప్రయోగములో విమాన యంత్రమును చలింపజేయుటకు అవసరమగు ప్రఘాతము (త్రస్ట్) కొరకు ప్రొపెల్లరును మోటారు సైకిలు యంత్రముతో భ్రమింపజేసిరి. ఈ ప్రయోగము 1903 లో జరిగినది. ఆ వెనుకవచ్చిన సరుకులను రవాణా చేయు కిరాయి విమానములు రెండు ముఖ్యకారణముల వలన వాడుకలోనికి రాగలిగినవి. ఇందులో మొదటి కారణము అత్యధికశక్తిని కలిగిన యంత్రములను ఉపయోగించుట; రెండవది - ఈ అధికశక్తి యంత్రములతో పాటు సంజనితమైన యానవేగముయొక్క ఒక హార్స్పవరుకు ప్రతిగా, యంత్రముయొక్క బరువును అత్యల్పమగు పరిమాణమునకు తగ్గించుట జరిగినది. ఈ విధానము విమానచలనమునకు అవసరమగు శక్తి సాధనమును నిలుపు విధానములో ఒక వినూతన వికాసమును వెలయించినది. శక్తిసాధనము యొక్క అభివృద్ధిలో ప్రాథమిక దశయందు ముషలకము (పిస్టన్) తో పనిచేయు యంత్రమే వాడుకలో ఉండెడిది. ఈ పరిస్థితులలో ఇంగ్లండు, జర్మనీ దేశములలో విమానచలనమునకు గాస్టర్బయిన్ యంత్రమును ఉపయోగించుటను గూర్చి సునిశితముగా పరిశీలింపబడినది. ఈ పరిశీలన సార్థకమై



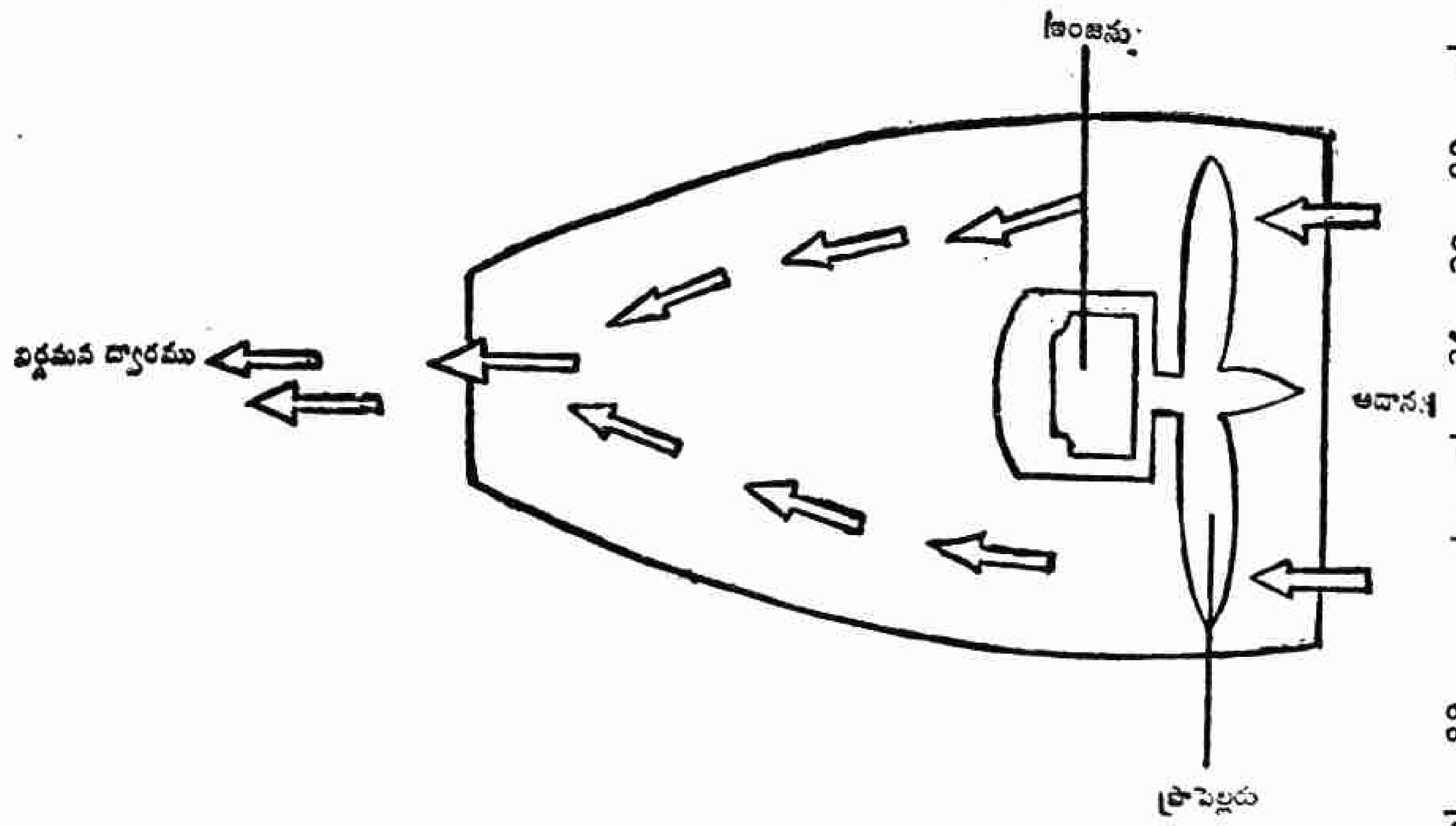
చిత్రము - 1 జెట్ చలనమును సమర్థవంతముగా సూచించు 'హీరో' ప్రయోగము.

1937 లో మొట్టమొదటి గాస్టర్బయిన్ యంత్రము నిర్మింపబడినది. 1942 లో ఈ యంత్రముతో మొట్టమొదటి విమానగమనప్రయోగము జరిగినది.

ఆలిగ్జాండ్రియాలోని హీరో క్రీ. పూ. 150 లో ఒక విశిష్టమైన పాత్రికను నిర్మించెను. ఈ పాత్రిక యొక్క బేరింగ్స్‌ను వహించు సహాయకములవలన లోనికి నీటి ఆవిరిని పంపించెను. భ్రమణాక్షమునకు సమకోణములో నీటి ఆవిరిని బయటకు పంపుటవలన కలుగు ప్రతిక్రియ ద్వారా ఈ పాత్ర చలించెడిది. నేటికి కూడ ఈ యంత్రము జెట్ చలనము యొక్క సూత్రమును సమర్థవంతముగా నిరూపించుచున్నది [చూ. 743 వ పుటలోని చిత్రము - 1].

యునైటెడ్ కింగ్‌డమ్‌లోని న్యూనిటూల్ నివాసియగు జాన్ బార్బర్ 1791 లో గాస్‌టర్బయినుగా వెల్లడియైన యంత్రవిధానమునకు ప్రత్యేకహక్కును సంపాదించుకొనెను. తరువాత సంవత్సరములలో ఈ గాస్‌టర్బయిను యంత్రము ఎక్కువ ఆసక్తిని కలిగించ లేదు. ఈనాడు వాడుకలో ఉన్న గాస్‌టర్బయిను విధానము నిర్మించిన గౌరవము ఫ్రాంక్ విటిల్‌కు కలిగినది. ఆయన 1930 లో తాను నిర్మించిన విధానముపై ప్రత్యేక హక్కును సంపాదించుకొనెను. సమధిక వ్యాపారము కలిగిన విమానమును సృష్టించవలయునను ఆయన నిశ్చయము జెట్ ప్రొపెల్షన్ వలన సాధ్యమైనది.

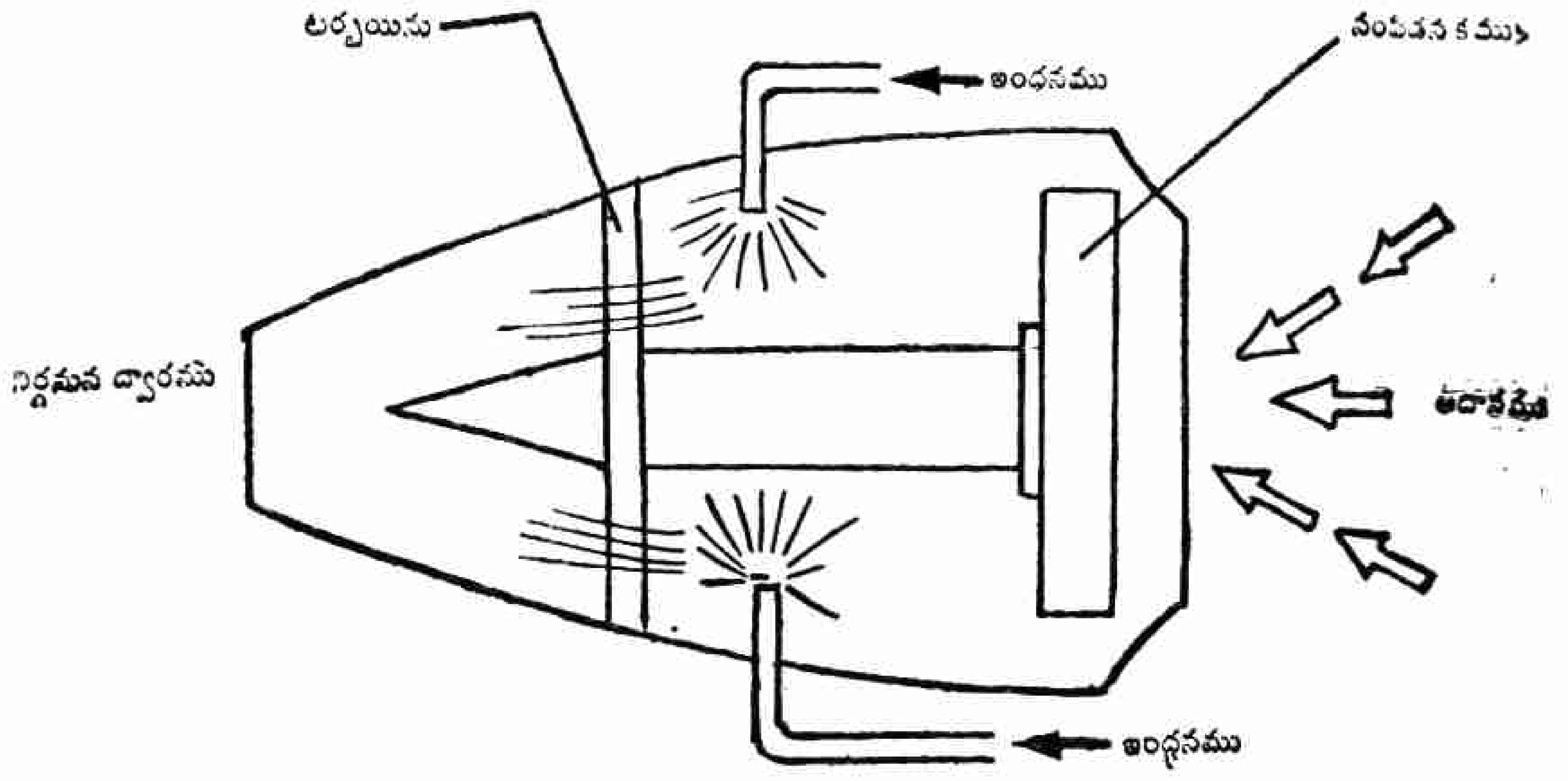
గాస్ టర్బయిను పనిచేయు విధానము : సామాన్యమైన విమానములో ప్రొపెల్లర్ చక్రము యొక్క ఆకులు ముందు గాలిని వెనుక భాగమునకు నెట్టును. ఈ వ్యాపారము నిరంతరముగా జరుగును. దీనివలన, ఒక పెద్ద పళ్లెమును విసిరినట్లుగా ప్రొపెల్లరు వాతావరణము లోనికి చొచ్చుకొని పోవును. ఇది - అత్యంత వేగముగా



చిత్రము - 2

సంప్రదాయసిద్ధమైన విమానయంత్రము, ప్రొపెల్లర్ చక్రము

ముందు గాలిని నరికి వెనుకకు నెట్టుక్రియకు - ప్రతిక్రియా విధానమువలన జరుగును. కాని, ఈ విధానములో ప్రొపెల్లరు చక్రము యొక్క పరిభ్రమణములకు ఒక అవధి ఉన్నది. ఈ అవధియే విమాన వేగమునకు కూడ అవధిగా పరిణమించును. జెట్ ప్రొపెల్షన్ వలన ఈ అవధిని అతిక్రమించవచ్చును. కాని, ఇది సాధించవలెనన్న సంప్రదాయసిద్ధమైన విమానములోను, విమానము యొక్క ప్రొపెల్లరు చక్రములోను మార్పులు చేయక తప్పదు. సంప్రదాయ సిద్ధమైన విధానములో ప్రొపెల్లరు చక్రమును, విమాన యంత్రమును ఒకేగదిలో నిలుపుదురు. [చూ. చిత్రము - 2]. ఈ గదిని ఏర్పరుచుటవలన ప్రొపెల్లర్ చక్రము యొక్క భ్రమణక్రియకు ప్రతిక్రియ చూపు గాలి యొక్క ప్రవాహము సంకుచితముగా ఉండును. ఇది ఒక విధమైన జెట్ ప్రొపెల్షనును సృష్టించును. వెనుక, మరొక విధానములో ఈ పెద్ద ప్రొపెల్లర్ స్థానములో ఒక చిన్న సంపీడనకము (కంప్రెసరు) నిలుపబడినది [చూ. చిత్రము - 3]. ఇందు ఒక దహనపు అర (కంబశ్చన్



చిత్రము - 3

ప్రొపెల్లర్ స్థానములో సంపీడనమును నిలుపుట

చేంబరు) కల్పింపబడును. ఇందులో ఇంధనము దహింపబడి సంపీడితమైన వాయువు వ్యాకోచముచెంది గమన వేగము అధికమగును. చివరకు బాహ్యాశక్తి సాధనమైన విమానము యొక్క యంత్రము కూడ తొలగిపోవును. నిర్గమన వాయువులను ఒక టర్బయినున నిలిపి దానివలననే సంపీడనమును కదిలింతురు. ఈ విధమైన నిర్మాణ సూత్రము ద్వారా సంప్రదాయమైన విమానము యొక్క ప్రొపెల్లర్ చక్రము జెట్ యంత్రముగా మార్పుచెందును.

పైన జరిగిన మార్పును సమీక్షించుకున్నచో ఈ విధముగా గోచరించును. గాస్ టర్బయిన్ యంత్రములో నాలుగు ముఖ్య విభాగములు కలవు: 1. ఒక సంపీడనకము; 2. దహనపుటర; 3. టర్బయిన్; 4 పరిభ్రమించుచు రంధ్రము కలిగిన ఒక తోక గొట్టము. ఈ నాలుగు విభాగములు ప్రాథమికముగా ఒక గాస్ టర్బయిను యంత్రములో ఉండును. గాస్ టర్బయిన్ యంత్రముల జాతికి చెందిన టర్బోజెట్ విధానములు వాయువులను, పీడనములను జనింపజేసి విస్తృత త్వరణమును ద్రవ్యరాశికి కలిగించు మార్గములై ఉన్నవి. అన్ని

క్రియలకు సమానమైన ప్రతిక్రియలు ఉండును అను న్యూటన్ మూడవ సూత్రము యొక్క అర్థమును ఆచరణలో పెట్టుటవలననే ప్రొపెల్షన్ వేగము సంచయించుకొనును. ఈ సూత్రమునే గాస్ టర్బయిను యంత్రమునకు అనుసంధించగా, అన్నిశక్తులకు సమానమైన ప్రతిశక్తులు ఉండును అను సూత్రము కలుగుతున్నది. ఈ ప్రతి శక్తినే టర్బోజెట్‌లో ప్రఘాతము (త్రస్టు) అందురు. చలనములోని మార్పు ప్రయుక్త బలమునకు అనుపాతములో ఉండును అనునది న్యూటన్ యొక్క రెండవ సూత్రము - త్వరణవలన ద్విగుణితమైన ద్రవ్య పరిమాణమునకు శక్తి సమానముగా ఉండును. ప్రఘాతము యొక్క మొత్తము పరిమాణమే శక్తి. గమనవేగములోని మార్పు యొక్క ప్రమాణమే త్వరణ. యంత్రము యొక్క బలమునకు అనుగుణముగా సంకుచిత వాయువు యొక్క అధమ గమనమునుండి నిర్గమన వాయువుల అధిక గమన వేగమునకు త్వరణ కలుగుటయే ఈ యంత్రవిధానములోని గమన వేగము మార్పు. పై న్యూటను సమీకరణములో 'త్వరణ'కు బదులుగా గమనవేగము మార్పు అనునది సమీకరించినపుడు యంత్రములో గతిభారము (మోమెంటమ్) ప్రఘాతము లేదా శక్తిని అనుసరించి ఉండును.

టర్బోజెట్‌లో ద్రవ్యరాశి అయిన యంత్రములోనికి వచ్చు వాయువు యొక్క ద్రవ్యరాశి, ఇంధనము యొక్క ద్రవ్యరాశి కలిపిన మొత్తము అని అర్థము. ఈ ద్రవ్యరాశుల త్వరణ రెండు విధములుగా సాధింపబడును. మొదట సంపీడనము ద్వారా వాయువు పోయినప్పుడు ఆ వాయువునకు సంపీడనము కల్పింపబడి ఒత్తిడి సాధింపబడును. తరువాత ఇంధనము, గాలిలోని కొంత భాగము దహన మందిరములో వేడికొరకు దహింపబడుతవి. వేడి గాలులు వ్యాకోచించి టర్బయిను ద్వారా త్వరయింపబడుతవి. టర్బయిను సంపీడనమును కదలించుటకు కావలసిన శక్తిని సంపాదించుకుంటున్నది. ఇది వాయువులను త్వరణ పరచి కొంత ప్రేషమును మాత్రము వదలివేయును. సంపీడితమైన వేడిగాలి భ్రమణ రంధ్రము ద్వారా పోవుచు, వ్యాకోచము చెంది, అత్యధిక గమనవేగమునకు త్వరణ పొంది, నిర్గమన గతిభారమును జనింపజేయును. ప్రఘాతము కొరకు ప్రవేశవాయువుల గతిభారమును నిర్గమన వాయువుల గతిభారము నుండి తీసివేయవలెను. జెట్ రంధ్రమువద్ద స్థిరసంపీడనము పరిసర సంపీడనమును అధిగమించినపుడు జనించు అదనపు సంపీడనమును 'ప్రేషప్రఘాతము' అందురు. యంత్రమునందలి మొత్తముప్రఘాతము - యంత్రములోనే సాధింపబడిన గతిభార మార్పువలన వచ్చిన మొత్తము ప్రఘాతము, పీడన ప్రఘాతము కలిసి - ఏర్పడుచున్నది. దీనినే ఈ విధముగా వ్యక్తీకరించిరి: x మొత్తము ప్రఘాత (త్రస్టు) మైనపుడు; $x =$ (నిర్గమన వాయు గతిభారము - ప్రావేశికవాయు గతిభారము) + సంపీడన ప్రఘాతము (1).

గురుత్వాకర్షణ శక్తిలోని ద్రవ్యరాశిని బరువు అందురు. ద్రవ్యరాశి బరువును గురుత్వాకర్షణ త్వరణ (g) చే భాగించి, గమనవేగముచే గుణించగా వచ్చు లబ్దమే గతిభారము. గురుత్వాకర్షణ త్వరణయొక్క స్థిరాంకమున (g) సామాన్యముగా రెండువిధములుగా ఉపయోగములో ఉన్నది. మొదటిది భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రములోని ఆకర్షణ. రెండవది మొదటిదానికి సంబంధించినది; బరువునుండి ద్రవ్యరాశికి మార్చుటకు ఉపయోగపడునది. ద్రవ్యరాశిని (పదార్థము యొక్క పరిమాణము) గురుత్వాకర్షణ ప్రభావము నేరుగా లేనప్పుడు గణనము చేయుటకు ఉపయోగించవలసిన అవసరము ఏర్పడును.

ప్రఘాతము యొక్క సమీకరణమును సాధించుటకు 'g' యొక్క రెండవ ఉపయోగమును సమీకరించవలెను.*

రంధ్రమును ఉపయోగించునపుడు జెట్ గొట్టములోని అంతఃప్రేషము గమనవేగముగా మార్చబడదు. మార్చబడకుండా విడువబడిన ప్రేషము పైన చెప్పిన ప్రేషప్రఘాతమే! ఈ ప్రేషప్రఘాతమును గతిభార పరివర్తనవలన ఫలించిన దానికి కలుపవలెను. ఈ ప్రేషప్రఘాతము విమానము యొక్క వేగము ఎక్కువైనకొలది అధికము అగును. సమీకరణములో ఉండు సమానసంఖ్యలు అధికతరముగా లోనికి వచ్చినపుడు దీని నిజమైన విశిష్టత తెలియును.

---

* (wa) యంత్రము ద్వారా పోయిన వాయు ప్రమాణము కి. గ్రా./సెకనుకు.

(wf) ఇంధన గ్రహణము కి. గ్రా./సెకనుకు.

(g) గురుత్వాకర్షణ శక్తి త్వరణ లేదా ప్రవర్తక కారణము కి. గ్రా./సెకనుకు.

(vj) నిర్గమన వాయువుల గమనవేగము కి. గ్రా./సెకనుకు.

(va) విమాన గమనవేగము కి. గ్రా./సెకనుకు.

(x) ప్రఘాతము, కి. గ్రా. లలో అయినప్పుడు —

$$x = \left[\frac{wa + wf}{g} vj\right] - \left[\frac{wa}{g} va\right] \quad \cdots \quad (2)$$

అప్పుడు మొత్తము ప్రఘాతమును సమీకరణము [1] ద్వారా తెలియపరచవచ్చును. స్థిరముగా ఉన్న పరిస్థితిలో (స్టాటిక్) విమాన యంత్రము స్థిర ప్రఘాతమును (స్టాటిక్ త్రస్ట్) కలిగి ఉండును. అట్టి పరిస్థితులలో ఏర్పడిన మొత్తము ప్రేషము సర్వత్రా కలిగే ప్రేషము అగును.

జెట్ ప్రొపెల్షన్: జెట్ యొక్క వేగము, ఎత్తు యొక్క పరిస్థితి తెలిసినప్పుడు జెట్ యంత్రము, ప్రొపెల్లర్ చక్రము నుంచి వెలువడి బహిర్గత శక్తిని పోల్చి, సామాన్యరాశుల లోనికి మార్చి, హార్స్‌పవర్‌కు గల ప్రఘాతముగా నిరూపించవచ్చును. ప్రొపెల్లర్ యంత్రములోని ప్రఘాతము యొక్క హార్స్‌పవర్, షాప్ట్ యొక్క హార్స్‌పవర్, ప్రొపెల్లర్ శక్తి - రెండింటి సంయోగము వలన ఉత్పన్నమైన సంవిధానముగా ఈ సమీకరణములో నిరూపించవచ్చును.[2]

$S.HP$ (షాప్ట్ హార్స్ పవర్), η prop (ప్రొపెల్లర్ శక్తి) ఈ రెండు తెలిసినపుడు యంత్రము యొక్క $x.HP$ (ప్రొపెల్లర్ శక్తి) గణించవచ్చును. మొత్తము కార్య ప్రమాణమును స్థిరాంకముచే భాగించినప్పుడు యంత్రము యొక్క ప్రఘాతపు హార్స్‌పవర్‌ను కనుగొనవచ్చును.

చలించిన దూరము × శక్తి = మొత్తము కార్యము.

ఇచట శక్తి అనగా ప్రఘాతము. అందువలన మొత్తము కార్యము = x.

చలించిన దూరము. ఇప్పుడు ప్రఘాతము యొక్క హార్స్ పవర్ ఈ విధముగా ఉంటున్నది.

$$\frac{x.\ x.\ \text{విమానవేగము}}{550} = x.\ x.\ HP \ldots (5)$$

స్థిరసంఖ్య అయిన 550 మీ.; కి. గ్రా. - సెకనుకు కార్యము. ఇదే ఒక హార్స్ పవర్.

[1] (X) మొత్తము ప్రఘాతము కి. గ్రా. లలో (Net thrust).

(Ag) జెట్ రంధ్రము యొక్క వైశాల్యము చ. మీ. లలో (Nozzle).

(PJ) జెట్ రంధ్రము వద్ద స్థిర సంపీడనము కి.గ్రా./చ.మీ. కు (Static Pressure).

(PA) జెట్ రంధ్రమువద్ద పరిసర సంపీడనముకి.గ్రా.॥చ.మీ.కు.

అయినపుడు - సమీకరణము

$$x = \frac{wa}{g}(uj - ua) + \frac{wf}{g}VJ - AJ(PJ - Pa) \cdots (3)$$

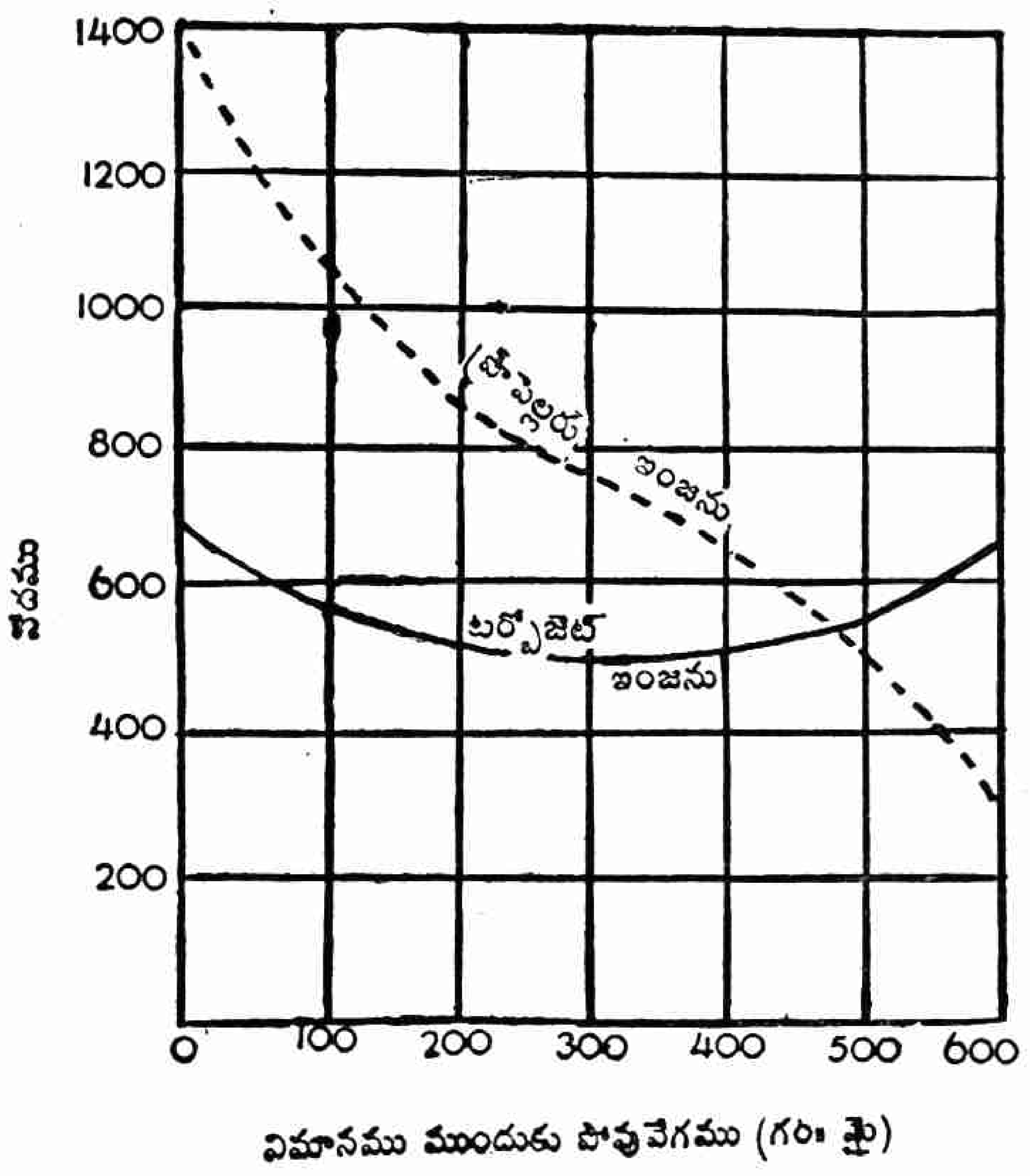
[2] $x \times HP = S \times HP. \times \eta$ prop ... 4

$x.$ HP = ప్రఘాతము యొక్క హార్స్‌పవర్.

S. HP = షాప్ట్ హార్స్‌పవర్.

η prop = ప్రొపెల్లర్ శక్తి.

టర్బోజెట్‌లో ద్రవ్యరాశి యొక్క అధమ ప్రవాహముతో ఉన్న వాయు గతిభారము యొక్క అధిక పరివర్తనము ఒక లోపముగా ఉన్నది. అందుచేతనే దీనిని ప్రొపెల్లర్ ఇంజనుతో పోల్చి చూచిన తులనాత్మకముగా తక్కువ స్థిరప్రఘాతమును కలిగి ఉంటున్నది. కాని, ఒకసారి ఆకాశములోనికి ఎగిరిన తరువాత ముందుకు పోవు వేగము ఎక్కువైనకొద్దీ, ముషలకయంత్రములోని ప్రఘాతము క్రమముగా క్షీణించుచున్నది. కాని, జెట్ యంత్రము యొక్క ప్రఘాతము విమానము గంటకు 483 కి. మీ. (300 మైళ్ళు) కంటె ఎక్కువ త్వరణను సంపాదించుకున్నప్పుడే మొదలవుతున్నది. స్థిరపరిస్థితులలో ఉన్నప్పుడు గంటకు 965 కి. మీ. (600 మైళ్ళు) వేగములో ఉన్నపుడు జెట్ యంత్రము, ముషలకయంత్రముల నడుమ ఉన్న ప్రఘాతములను చిత్రము - 4 చూపుతున్నది.



చిత్రము - 4 : జెట్ యంత్రము, ముషలక యంత్రముల నడుమ ఉన్న ప్రఘాతము

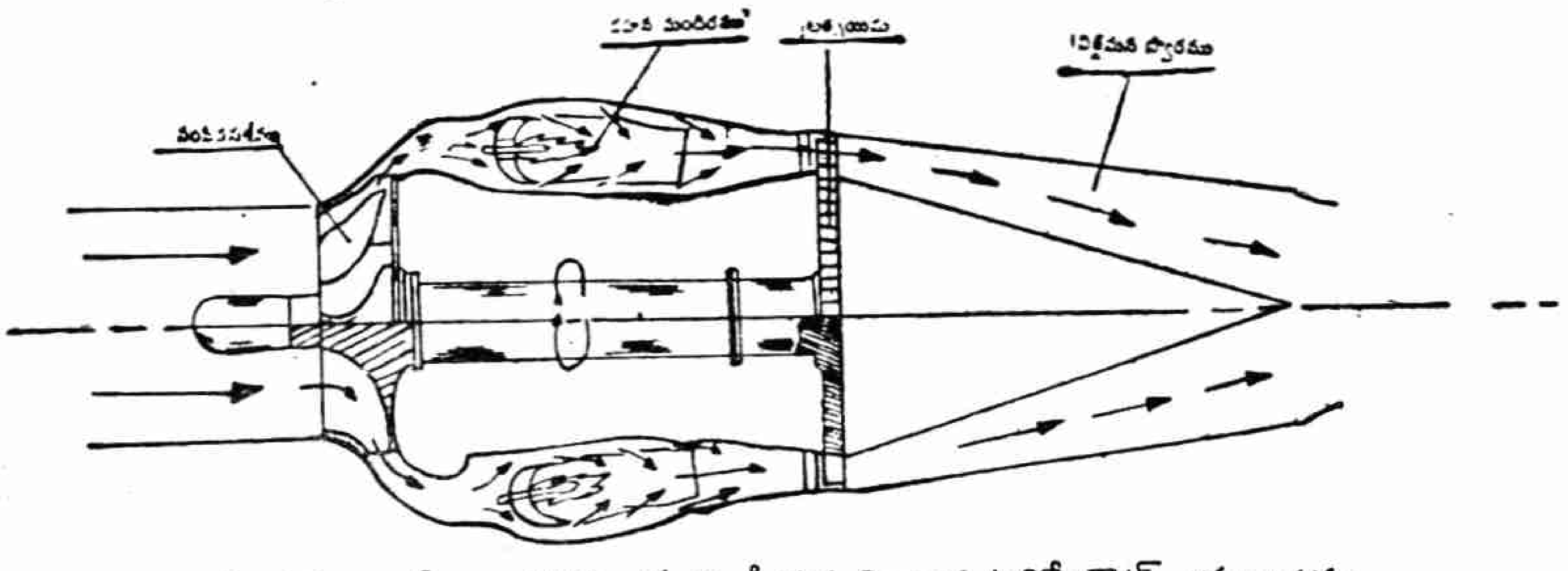
ముందుకు పోవు వేగము ఎక్కువైనకొలదీ, లోనికి వచ్చు గాలియొక్క అధికాధిక ప్రవాహమువలన జెట్ యంత్రములోని ప్రఘాతము అధికమగును. నిముషమునకు కలుగు పరిభ్రమణములు స్థిరపరిస్థితులలో ఉన్నంతగానే ఉన్నవని అనుకున్నచో, సంపీడనములోని తాపక్రమము పెరుగుదల, సంపీడనమును కదలించుటకు టర్బయినులో కలుగు తాపక్రమము తగ్గుదల సమానముగా ఉండును. అనగా, టర్బయినునుంచి వెలికివచ్చు నిర్గమన వాయువుల ప్రేషము స్థిరపరిస్థితులలోని దానికంటె అధికతరముగా ఉన్నది. ఈ కారణములవలననూ, యంత్రములోనికి

ద్రవ్యరాశి ప్రవాహము అధికముగా వచ్చుటవలననూ విమానము ఎగురుతూ ఉన్నప్పుడు ప్రఘాతము ఎక్కువ అగును.

ప్రొపెల్లన్ విభాగము అవసరమైన ప్రఘాతమును కలిగించినప్పటికి, ఈ ప్రఘాతమును అది సమర్థమంతముగా చేకూర్చలేదు.

ప్రొపెల్షన్ దక్షత అంటే - అవసరమైన కార్యమునకు, మొత్తము కార్యమునకు మధ్యను ఉన్న నిష్పత్తి. అనుకూలముగా లేని నిష్పత్తి ఉన్నచో, మరికొంత అధిక శక్తి అవసరమని అర్థము. ఈ అధికశక్తి అదనపు ఇంధన వినియోగమువలన జరుగుచున్నది. యంత్రాంగము సమర్థమంతమైన స్థితిలో ఉన్నప్పటికి, అధికశక్తి కొరకు అధిక ఇంధన వినియోగము తప్పదు. ఈ కార్యమును 'అధమ భ్రమణ దక్షత, అధిక ఇంధన వినియోగము' అని నిర్వచించవచ్చును. ఈ పరిస్థితులలో టర్బోజెట్ యొక్క భ్రమణ దక్షత విపులముగా పరిశీలింపవలసిన అవసరము ఉన్నది *.

విమాన వేగముతోపాటు భ్రమణ దక్షత అధికమవుతున్నది; చిత్రము - 5లో ఇది చూపబడినది. విమానము గంటకు 643 కి. మీ. (400 మైళ్లు) వేగముతో పోవుచున్నపుడు దాని భ్రమణ దక్షత 80 శాతము ఉండును. ఈ పై చిత్రము వలననే జెట్ యంత్రము యొక్క దక్షత విమాన వేగముతోపాటు పెరుగుతున్నదని తెలియుచున్నది. శబ్ద వేగమును అధిగమించిన వేగములో ఉన్నప్పుడు కూడ తక్కువ పరిమాణములో ఈ దక్షత పెరుగుచునే ఉండును.



చిత్రము - 6 : ఏకమార్గ సంపీడన విధాన టర్బోజెట్ యంత్రము

---

* భ్రమణ దక్షత = $\frac{\text{అవసరమైన కార్యము}}{\text{మొత్తము కార్యము}}$

అవసరమైన కార్యము = ప్రఘాతశక్తి = $\left[\frac{WA}{g} VA\,(VJ-VA)\right]$

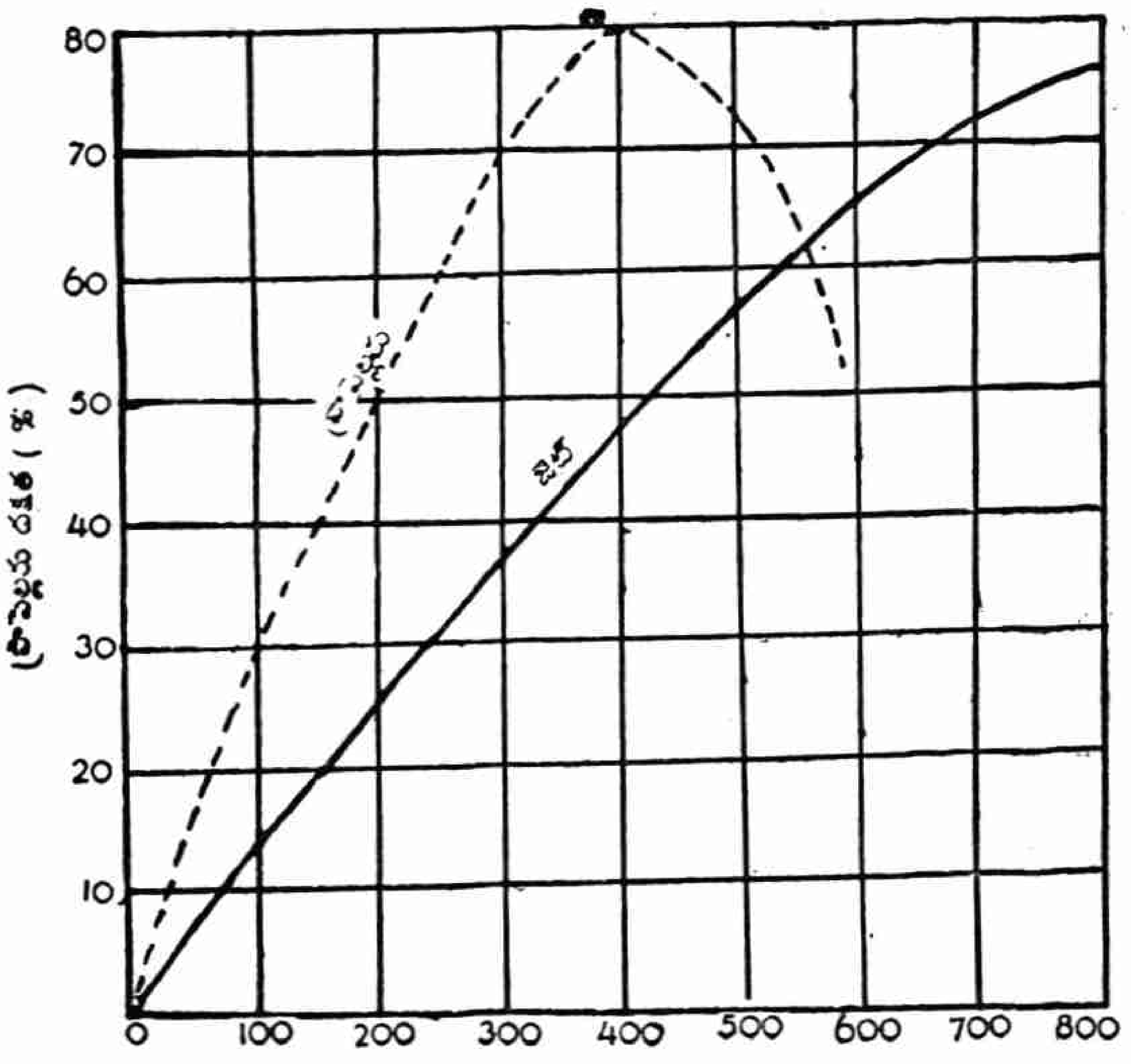
మొత్తము కార్యము = $\frac{WA}{2g}(VJ^2 - VA^2)$

అందువలన భ్రమణ దక్షత =

$$\frac{\frac{WAVA(VJ-VA)}{g}}{\frac{WA}{2g}(VJ^2-VA^2)} = \frac{2VA}{VA+VJ} \quad \ldots \quad (6)$$

నూటికి నూరుపాళ్లు దక్షత అనిన, దక్షత గరిష్ఠ ప్రమాణములో VA = VJ అయినప్పుడు అభ్యమవుతున్నది.

గాస్ టర్బయిను యంత్రములోని రకములు : భ్రమణ వేగమును జెట్ యంత్రము యొక్క ప్రఘాతము వలననే



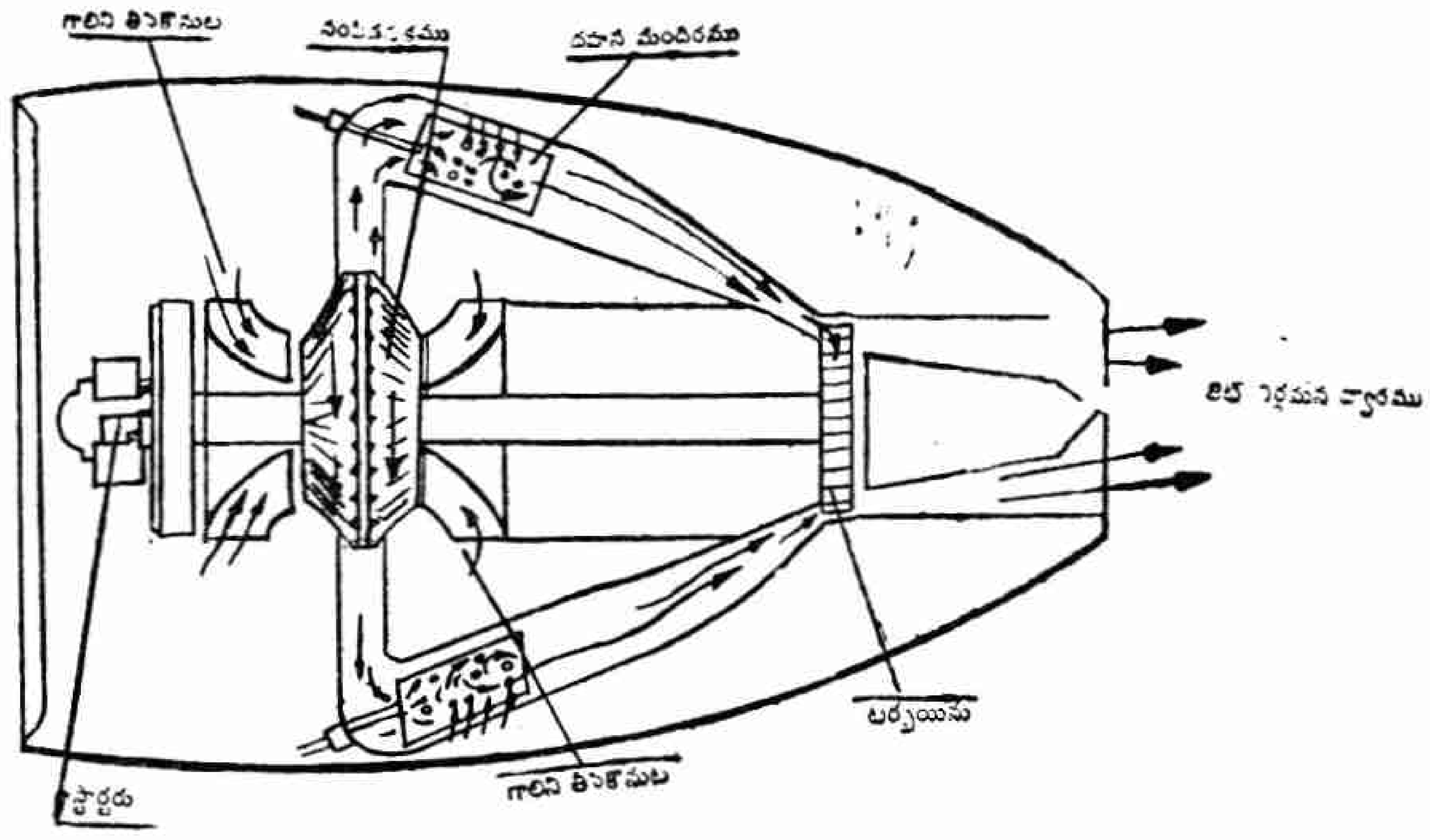
చిత్రము - 5 : వేగముతో పాటు భ్రమణ దక్షత

అభివృద్ధిపరచుకునే గాస్ టర్బయిను యంత్రమును 'టర్బోజెట్' అందురు. సామాన్య గాస్ టర్బయిను నుండి నిర్మించిన ఈ టర్బోజెట్ యంత్రములకు ప్రత్యామ్నాయ విధానములు చాల ఉన్నవి. 'సింగిల్ స్టేజ్ టర్బయిను రోటార్'తో కలసిన 'ఏకపార్శ్వ కేంద్రాపసారి సంపీడనము' నకు సంబంధించిన 'ఒకే కండీ అమరిక' కలిగిన విధానము వీనిలో సర్వసామాన్యమైనది.

కేంద్రాపసారి టర్బోజెట్ యంత్రము : ఈ యంత్రము యొక్క విభాగములు, వానిని అమరించిన విధానము చిత్రము - 6 లో చూపబడినవి. ఈ యంత్రములోని ఏకపార్శ్వ కేంద్రప్రసారి సంపీడనము, ఏకపార్శ్వ టర్బయిను విధానము పై చిత్రములో చూపబడును. ప్రేరకమునుంచి వచ్చు గాలి యొక్క గమనవేగము వికీర్ణకముచేత ప్రేషముగా మార్పుచేయబడును. అప్పుడు గాలి దహన మందిరములోనికి వ్యాప్తిచెందును.

కేంద్రాపసారి టర్బోజెట్ యంత్రములో ఇదివరలో చెప్పిన ఏకమార్గ సంపీడన విధానమునకు బదులుగా

ద్విమార్గ సంపీడన విధానమును ఉపయోగించవచ్చును [చూ. చిత్రము - 7]. ప్రేరకము యొక్క మధ్యప్రదేశమునకు ఇరు పార్శ్వములనుండి సంగ్రహించిన గాలి అరీయముగా వెదజల్లబడి, అక్షవాహికద్వారా దాహన మందిరము యొక్క ప్రవేశమార్గములను చేరుతున్నది. సిద్ధాంతము ప్రకారము ఈ సంపీడనమునుండి వెలువడిన గాలి, ఏకమార్గ విధానములో వచ్చు గాలికి రెండు రెట్లు ఎక్కువ ఉండి, సంపీడన నిష్పత్తి కూడ అధికముగా ఉండును. మలుపులు ఎక్కువగా ఉండుటచేత నష్టములు ఎక్కువై ప్రవాహ దక్షత తక్కువగా ఉండును.



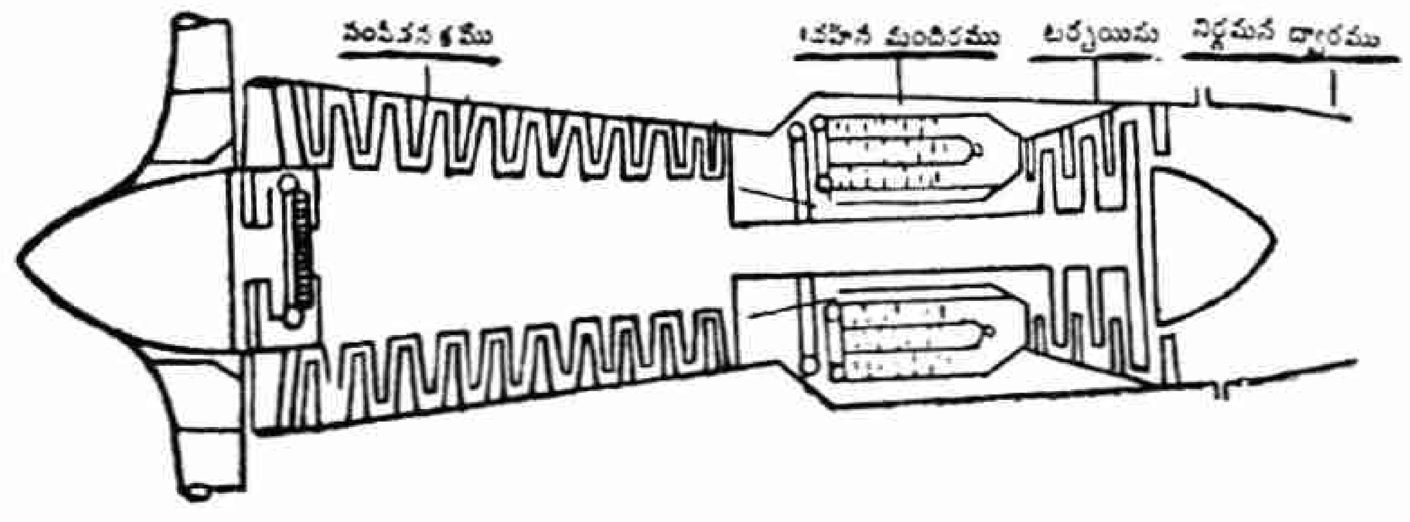
చిత్రము - 7 : ద్విమార్గ సంపీడన విధాన టర్బోజెట్ యంత్రము

ఏకమార్గ విధానము, ద్విమార్గ విధానములలోని లాభములను తులనాత్మకముగా చూచిన, ఒకే వాయు ద్రవ్యరాశి ప్రవాహమునకు ఏకమార్గ విధానములోని వ్యాసము అధికముగా ఉండి యంత్రము యొక్క ముఖ భాగము అధికమవుతున్నది. ప్రేరకఅంతము (ఇంపెల్లర్ టిప్) యొక్కవేగము పై ఆధారపడి ఉండి, ఒకే సంపీడన నిష్పత్తిలోను, ఒకే ద్రవ్యరాశి ప్రవాహములోను ఏక మార్గ సంపీడన విధానము మందముగా తిరుగుతున్నది. ఇట్టి భ్రమణము యొక్క తక్కువ వేగమునకు అనుగుణముగా టర్బయినురోటారు యొక్క వేగము కూడ మందగించును. ఆ విధముగా, ఆవశ్యకమైన పారి పార్శ్వ పత్ర వేగమునకు టర్బయినురోటారు యొక్క వలయ ప్రదేశము ద్రవ్యరాశి ప్రవాహము యొక్క పరిమాణము వలన నిశ్చయింపబడుతున్నది. ఏకమార్గ సంపీడనము కలిగిన యంత్రము ఎక్కువ డిస్క్ వ్యాసము, చిన్న పత్రములు ఉన్న తక్కువవేగ టర్బయిను రోటారును ఉపయోగించి తక్కువ ప్రేష పరిస్థితులను కల్పించుకొనవచ్చును.

అక్షవాహక టర్బోజెట్ : ప్రాతిపదికయైన టర్బోజెట్ యంత్రమునకు కొన్ని లాభములు కలవు. ముషలక యంత్ర ప్రకర్షావేశకము (పిస్టను ఇంజను సూపర్ చార్జరు) తో నిర్మింపబడిన సంపీడనము కలిగిన యంత్రనిర్మాణ విధానమును గురించి చాల వివరములు లభ్యమగును. ఇంకను, అక్షగత వైశాల్యము చిన్నది అగుటచే దానికి తుల్యముగా చిన్న గాస్ టర్బయినును విరచించవచ్చును. కాని, దీనిలో ఉండు అధిక వ్యాసము అధమ దక్షతను అక్షవాహక సంపీడనముతో పోల్చితే, ఒక బహిర్గత శక్తికై ఈ యంత్రములో అధిక ముఖవైశాల్యము, అధికమైన విశిష్ట ఇంధన వినియోగము కనిపించును.

ప్రేష నిష్పత్తులు ఏకపార్శ్వ సంపీడనములో 4. 5 : 1 కి, ద్విపార్శ్వ సంపీడనములో 6. 5 : 1 కి సంకుచింపబడి ఉండును. అక్షవాహక సంపీడనములో ఈనాడు 8 : 1 నుండి 9 : 1 కి ఏకకండీసంపీడనమును ఉపయోగించి సంపాదించవచ్చును. ఏ విధముగా చూచినా అక్షవాహక టర్బోజెట్ విశిష్టత ప్రవృద్ధిని సాధించినది. అందుచేత నే అన్ని గాస్ టర్బయిను యంత్రములలోను ఈ విధానమును నెలకొల్పిరి.

ఆధునికమైన ఏకకండీ అక్షసంపీడన టర్బోజెట్ యంత్రమున 10 నుండి 12 దశలలో సంపీడనము కల్పింపబడుతున్నది [చూ. చిత్రము - 8]. ఒక్కొక్కదశలోను

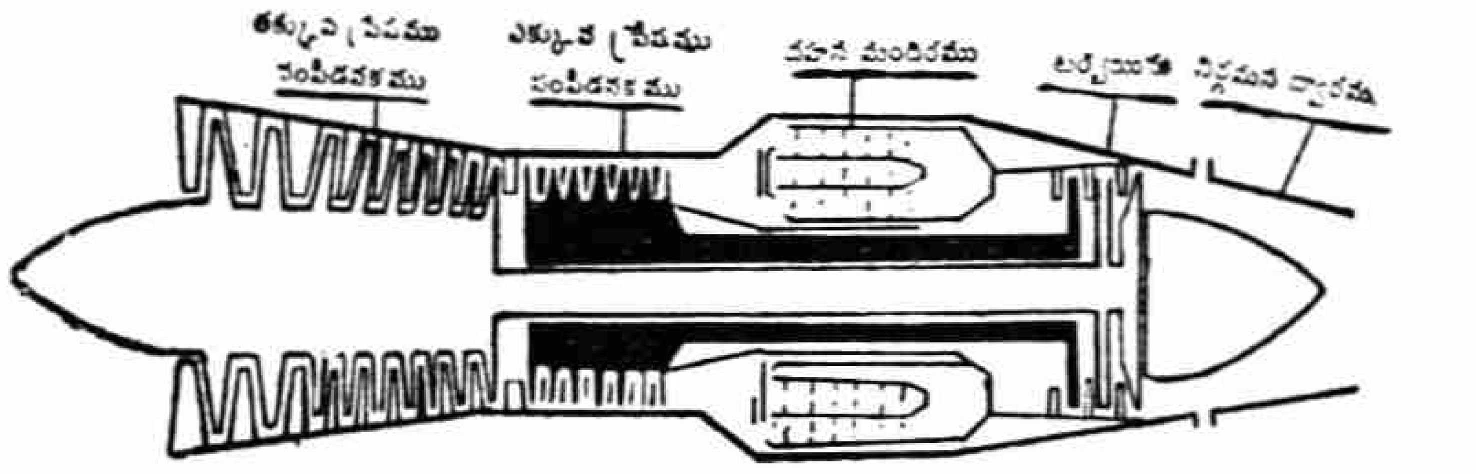


చిత్రము - 8 : ఆధునికమైన ఏకకండీ అక్ష సంపీడన టర్బోజెట్ యంత్రము

స్థిర పత్రముల వరుస, దానికి అనుగుణముగా భ్రమణ పత్రముల వరుస ఉండును. సంపీడనము యొక్క చీలిన ఆచ్ఛాదనచుట్టూ స్థిర పత్రములు కూర్చబడి ఉండును. భ్రమణ పత్రములు సంపీడనము యొక్క డ్రమ్‌పై కాని, షాఫ్ట్‌పైన ఉండుఫలకము పైన కాని కూర్చబడి ఉండును. డ్రమ్, షాఫ్ట్ రెండూ కూడ మధ్యభాగములో ఖాళీ ప్రదేశము కలిగి బోలుగా ఉండును. వీనిలో ముద్దగా ఉండు షాఫ్ట్ డ్రమ్ములకంటె విశిష్టమైన లాభములు ఉన్నవి. ఇవి తేలికగా ఉండుటయే గాక వాయు శీతలీకరణమునకు ఉపయోగించును. సంపీడనము యొక్క ఒక్కొక్క దశయందు, క్రమముగా ప్రేష, తాపక్రమము రెండునూ పెరుగుచు వచ్చి, చివరకు సంపీడనము యొక్క నిర్గమన ద్వారమువద్ద మొత్తము ప్రేషము, తాపక్రమము కలిగిం

చును. ఇతరవిషయములలో : దహనము, టర్బయినను విధానములు కేంద్రాపసారి టర్బోజెట్ యంత్రములోని విధానములతో సన్నిహిత సామ్యము కలిగి ఉండును. ఒక విషయము మాత్రము ముఖ్యముగా గమనించవలసినది. యంత్రము యొక్క గరిష్ఠవ్యాస పరిమితి తక్కువగా ఉండుట అక్షవాహక విధానములోని ముఖ్యమైన లాభము.

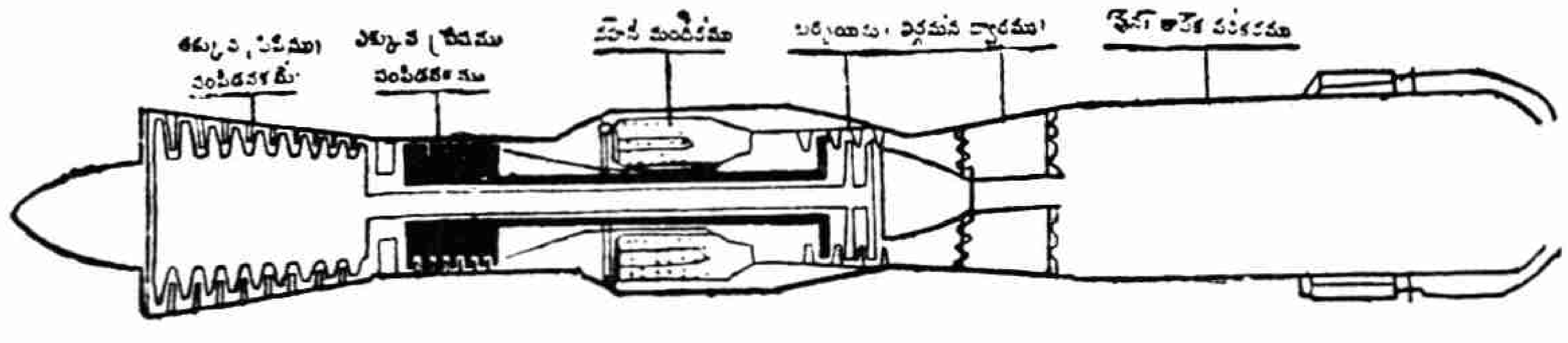
రెండు కండీల అక్షీయ సంపీడన టర్బోజెట్ : సాధారణ ఏకకండీ టర్బోజెట్ యంత్రములో కన్న అధిక ప్రేష నిష్పత్తులను ఉపయోగించుటవలన రెండు లాభములు కలవు : 1. విశిష్ట బహిర్గత శక్తిలో పెరుగుదల ; 2. విశిష్ట (ఇంధన) వినియోగములో తగ్గుదల. అధిక ప్రేష నిష్పత్తి యొక్క లాభమును పూర్తిగా వినియోగించుకొనుటకు సాధారణముగా రెండు కండీల సంపీడనమును ఉపయోగింతురు. ఈ నిర్మాణము యొక్క ప్రవర్తనా విశిష్టమైన వివరణ చిత్రము 9 లో ఉన్నది. ఈ చిత్రములో అధమ



చిత్రము-9 : రెండు కండీల అక్ష సంపీడన టర్బోజెట్ యంత్రము

ప్రేష సంపీడనము, అధిక ప్రేష సంపీడనము, టర్బయినను విధానము వివరముగా చూపబడినది. ఈ చిత్రమువలన రెండు సహ అక్షీయమగు షాఫ్ట్‌ల యొక్క ఉనికి తెలియును. లోపల ఉన్న షాఫ్ట్ రెండు దశల అధమప్రేష టర్బయినను, అధమప్రేష సంపీడనమును కలుపును. పై షాఫ్ట్ అధిక ప్రేష టర్బయినను, అధిక ప్రేష సంపీడమును కలుపును.

ఈ విధమైన టర్బోజెట్ యంత్రములో ఉపయోగించిన సంపీడనము లలో మొత్తము సంపీడన దశలు ఏకకండీ యంత్రము లోని వానికంటె తక్కువగా ఉండును. అందుచేత పరిమాణములోను, బరువులోను ఈ యంత్రము ఏకకండీ యంత్రముతో సమముగా ఉండును.



చిత్రము - 10

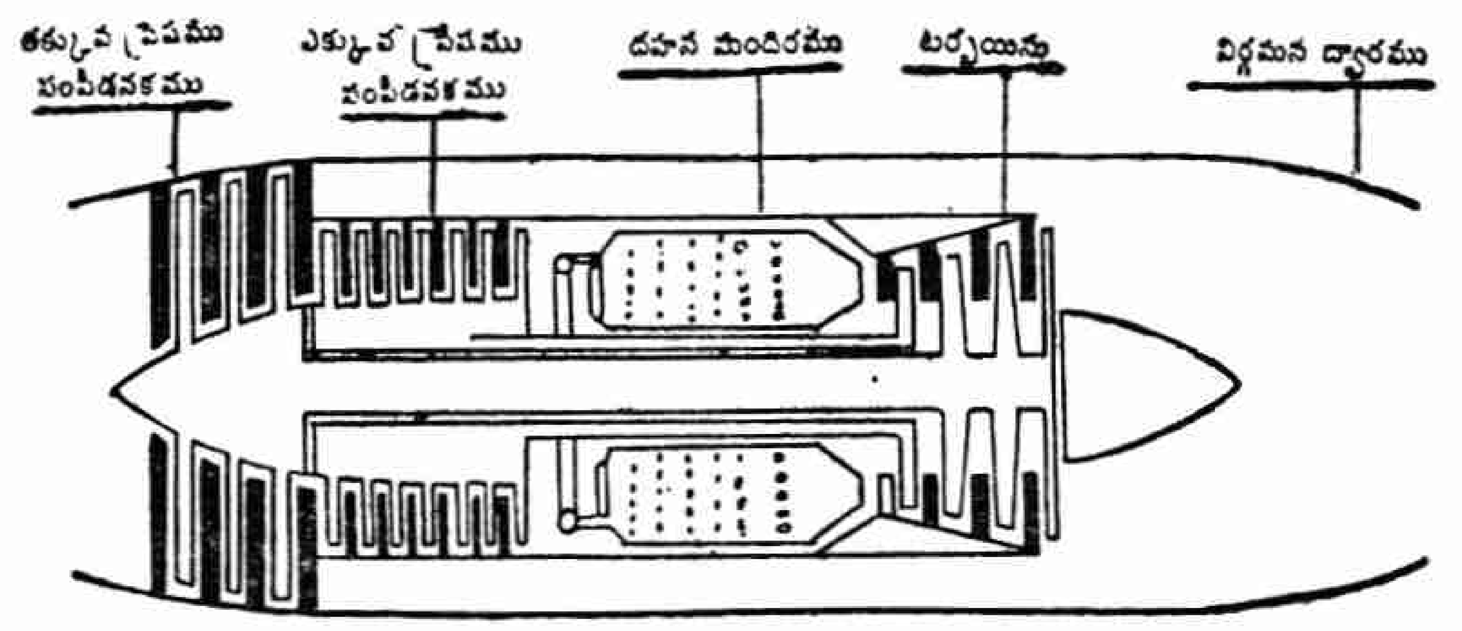
పునర్జనిత ఉష్ణ - టర్బోజెట్ యంత్రము

వాస్తవమునకు అల్పప్రేష నిష్పత్తి కలిగిన రెండు సంప్రేరకములు సంపాదించినది అధికమైన మొత్తము ప్రేష నిష్పత్తి. అనగా అల్పప్రేష నిష్పత్తులు గల సంపీడనముల యొక్క అధిక సామర్థ్యముతే లాభము ; ఇకను మిగిలిన లాభములు అన్నీ వాసిపోకుండా ఏర్పబడినవి.

యాంత్రికముగా అధికప్రేష విధానములు, అధమప్రేష విధానములు స్వతంత్రముగా పని చేయును. ఒక్కొక్క విధానము అనుకూలమైన వేగముతో పని చేయగలదు. సంపీడనము యొక్క డిజైనును దృష్టిలో పెట్టుకుని పరిశీలించిన ఇది ముఖ్యమైన అనుకూలత. దీనివలన అధికప్రేష సంపీడనము యొక్క దశలలో కల్లోలము కాని, విరమణము కాని కాకుండా ఆపవచ్చును. ఈ విధమగు సంపీడనకము నుండి 13 : 1 నుండి 15 : 1 వరకు ప్రేషనిష్పత్తులను పొందవచ్చును.

పునర్జనిత ఉష్ణ - టర్బోజెట్ యంత్రములు : ఒక్కొక్కప్పుడు టర్బోజెట్ ఇంజనులో పునరుష్ణజనక విధానము లేదా అనుజ్వాలకము (బర్నరు) ఏర్పాటు చేయబడి ఉండును [చూ. చిత్రము - 10]. ఇది ప్రఘాతము యొక్క బహిర్గత శక్తిని అధికపరచును. సంపీడనకము ఏ విధమైనదయినా ఎక్కువ ప్రఘాతమును పొందవచ్చును. సంపీడనకములోనికి ప్రవేశించి ఇంజను ద్వారా పోవు గాలిలో సుమారు 25 శాతము దహింపబడును. ఇంధనమును దహించుటకు ఇంతమాత్రమే గాలి అవసరమవుతున్నది. మిగిలినది వేడెక్కిన గాలులను చల్లబరచుటకు ఉపయోగింపబడును. పునర్జనకవిధానయంత్రములోని ముందు అరలోనికి ఇంధనము పంపబడి దహింపబడును. సంపీడనములోనికి ప్రవేశించు మొత్తము గాలిలో 75 శాతము వేడెక్కదు కాబట్టి, దహన కార్యమునకు అనుకూలత ఏర్పడును. దీని ఫలితముగా జెట్ వాహికలోని వేడి వాయువుల తాపక్రమము పెరిగి ఇంజనులో ఉత్పత్తి కాగల మొత్తము ప్రఘాతమును 50 లేదా అంతకంటె అధిక శాతమునకు పెంచును. ఇంధనపు వినియోగము 2.5 రెట్లు పెరిగినప్పటికి విమానపు ప్రత్యేక వేగములను అధికపరచుటకు అధిగమనమునకు, త్వరణకు అనుకూలముగా ఉండును. ఈ ఏర్పాటు కలిగిన టర్బోజెట్ విమానములు తక్కువ ఇంధన వినియోగముతో కావలసిన ఔన్నత్యములకు అధిగమించును. ఇది ఉష్ణ పునర్జనక విధానము వలన లభ్యమగును ; లేనిచో ఈ అధిగమనము మందముగా ఉండును.

పార్శ్వగమన యంత్రము (బై పాస్ ఇంజను): ఈ యంత్రము యొక్క విధానము రెండు కండీల టర్బోజెట్ యంత్రము యొక్క సూత్రముపైననే ఆధారపడి ఉండును. రెండు కండీలు కల విధానములో అధమప్రేష సంపీడనములోనికి సంచితమైన గాలి అంతా అధికప్రేష సంపీడనములోనికి పోవును. కాని, పార్శ్వగమన యంత్రములో అధమప్రేష సంపీడనములోనికి వచ్చిన గాలి అధమప్రేష సంపీడనము యొక్క నిర్గమన ద్వారమువద్ద రెండుగా వింగడింపబడును. మూలయంత్రము యొక్క పేటికపై ఉన్న 'పరిమాపకము' వలన నిర్ణీత పరిమాణములలో కొంత గాలి వాహిక ద్వారా ప్రసరించి, మిగిలినది అధిక ప్రేష సంపీడనము ద్వారా ప్రసరించును [చూ. చిత్రము 11, 12].

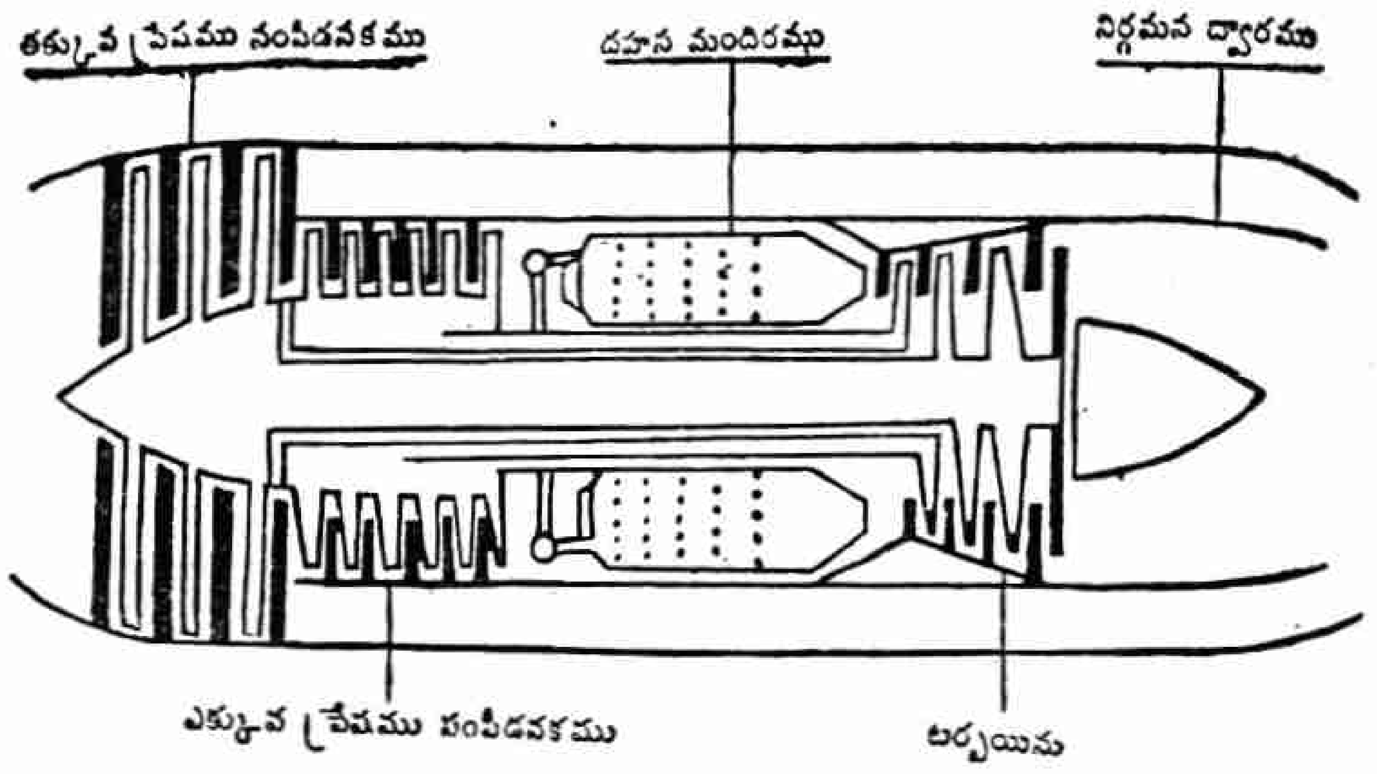


చిత్రము - 11

మిశ్రకారి పార్శ్వ గమన యంత్రము

అధిక ప్రేష సంపీడనములోనికి వచ్చిన గాలికి మరికొంత ప్రేషము కల్పింపబడును. అప్పుడు అది ఇంధనము మండుటకు అవసరమగు గాలిగాను, దహన మందిరమును చల్లబరచు గాలిగాను ఉపయోగింపబడును. అధిక ప్రేష టర్బయినును పనిచేయించు ఉష్ణవాయువులు సంపీడనమును కూడ కదలించును. అధికప్రేష టర్బయిను యొక్క నిర్గమన వాయువులు, రెండు దరులు కలిగిన అధమప్రేష టర్బయినును చైతన్య పరచుటకు ఉపయోగింపబడును. ఈ టర్బయిను వలన అధికప్రేష విధానము యొక్క చలనముపై ఆధారపడక స్వతంత్రముగ అధమప్రేష సంపీడనము చలింపజేయబడును. పార్శ్వగామిగా చేయబడిన కొద్ది మాత్రము గాలి జెట్ వాహికలో అధమప్రేష టర్బయిను యొక్క నిర్గమన వాయువులను చేరి, వానితో కలిసి పోవును. దీనిని 'మిశ్రకారి పార్శ్వ గమన యంత్రము' అందురు. కొన్నింటిలో పార్శ్వగామిగా విడదీయబడిన గాలి అధిక ప్రేష విధానము యొక్క జెట్ వాహిక చుట్టుగా వేరొక జెట్ వాహికలో పోయి అధమ ప్రేష, అధికప్రేష భ్రమణ రంధ్రముల నడుమ వలయ ప్రదేశములో విస్తరించును. దీనిని 'అమిశ్రకారి పార్శ్వగమన యంత్రము' అందురు [చూ. చిత్రము - 12]. రెండు విధానములలోను నియంత్రణలు అధిక ప్రేరణ విధానముపైననే ఉండును.

పట్టిక (పు. 7511) లో 200°K ఒకే ప్రవేశ తాపక్రమ 3,629 కి. గ్రా. (8000 పౌనులు) ఒకే బహిర్గత ప్రఘాత శక్తితోను ఉన్న అధిక పార్శ్వగమన యంత్రము, సాధారణ జెట్ యంత్రము యొక్క నిర్మాణము, ప్రవర్తనా సామర్థ్యము చూపబడినవి. రెండు యంత్రములు కూడా 10,973 మీ. (36,000 అడుగులు) ఎత్తులో గంటకు 1200 నాట్ల వేగము గలిగిన శబ్దాతీత (సూపర్ సానిక్) విమాన గమనమునకు ఉపయోగపడును.



చిత్రము - 12

అమిశ్రకారి పార్శ్వగమన యంత్రము

ఈ రెండు యంత్రముల యొక్క సామర్థ్యములను ఎంచి చూచిన పార్శ్వగమన యంత్రము యొక్క విశిష్ట బహిర్గత శక్తి సామాన్య జెట్ యంత్రము యొక్క బహిర్గత శక్తిలో ఇంచుమించు సగము ఉండును. అవసరమైన ఒక బహిర్గత శక్తి ప్రమాణము కొరకు పార్శ్వగమన యంత్రము సామాన్య జెట్ యంత్రము తీసికొను గాలికి రెండు రెట్లు తక్కువ తీసికొనును. అధికమైన వాయు ప్రమాణము వలన దీనియొక్క బరువు, పరిమాణము కూడా సామాన్య జెట్ యంత్రముకంటె ఎక్కువగ ఉండును. విమానములలో ఈ పార్శ్వగమన యంత్రమును కూర్చినట్లయితే, యంత్రము యొక్క వ్యాసము ఎక్కువగుటచే విమానము యొక్క లంఘన ప్రమాణము కూడ ఎక్కువగును. అందుచేత, ఈ విమాన విధానమును పరిభ్రమింపజేయుటకు అవసరమగు శక్తి కూడ అధికమగును.

విమాన గమనములోని శక్తి వైశిష్ట్యములను చూపు పట్టికలో పార్శ్వగమన యంత్రము యొక్క లాభము ఇంధన వినియోగములో కనిపించును. 'సబ్ సానిక్ క్రూయిసింగ్' పరిస్థితులలో - అంటే 10,973 మీ. (36,000') ఎత్తు, గంటకు 575 నాట్ల వేగము కలిగి ఉన్నప్పుడు - దీని

యొక్క విశిష్ట ఇంధన వినియోగము సామాన్య జెట్ యంత్రము యొక్క వినియోగములో సగమే అవును. కాని, ఇదే యంత్రము సూపర్‌సానిక్ వియద్గమనమునకు ఉపయోగించినపుడు - అనగా గంటకు 1,200 నాట్ల వేగము కలిగిన పరిస్థితులలో - కలిసివచ్చు ఇంధన వినియోగము లెక్కలోనికి రాదు. ఇది నూటికి 6.5 వంతులుగా ఉండును. అందుచేత, కొద్ది కొద్ది దూరములకు నిర్ణయించబడిన యుద్ధ విమానములలో పార్శ్వగమన యంత్రముయొక్క లాభము ఏమీ ఉండదు.

ప్రశాంతమైన ప్రవర్తనా విధానమే పార్శ్వగమన యంత్రముయొక్క ముఖ్యమైన లాభము. ఎందువలన అనగా ఒకే ప్రఘాత శక్తి, ఒకే టర్బయిను ప్రవేశ తాపక్రమము, భ్రమణ రంధ్రమునుండి వెలువడిన నిష్క్రమణ గమన వేగము సామాన్య టర్బోజెట్‌లోని దానికంటె చాలా తక్కువలో ఉండును.

10,973 మీ. (36,000′) ఎత్తులో జరిపిన విమాన ప్రయాణము :

సంఖ్య........	0·95	2·0
ప్రఘాత ప్రవృద్ధి	862 కి. గ్రా. (1,900 పౌ.)	911 కి. గ్రా. (2,010 పౌ.)
విశిష్ట ఇంధన వినియోగము కి. గ్రా./ గంటకు కి. గ్రా. లలోని ప్రఘాతము	0·85	1·45

సాధారణ జెట్ యంత్రముయొక్క ప్రవర్తనా విశేషములు :

సముద్రపు ఎత్తు స్థితి :

ప్రవృద్ధితమైన ప్రఘాతము 3,629 కి. గ్రా. (800 పౌ.)

విశిష్ట ఇంధన వినియోగము కి. గ్రా. లలో/ గంటకు కి. గ్రా. లలోని ప్రఘాతము } 0 93

10,973 మీ. (36,000′) ఎత్తులో జరిపిన విమానయాన ప్రమాణము :

పట్టిక

వరుస సంఖ్య	విషయము	పార్శ్వగమన యంత్రము	సామాన్య జెట్ యంత్రము
1.	విధానము	రెండు కండీల పార్శ్వగమన యంత్రము. పార్శ్వగమన నిష్పత్తి 3 : 1	ఏకకండి సామాన్య జెట్ యంత్రము
2.	సంపీడనము	అక్షసహితము	అక్షసహితము
3.	టర్బయిను	అక్షసహితము	అక్షసహితము
4.	యంత్రము ద్వారా పోవు గాలి ప్రవాహ పరిమాణము	సెకనుకు/122 కి. గ్రా. (270 పౌ.)	సెకనుకు/57 కి. గ్రా. (125 పౌ.)
5.	యంత్ర వ్యాసముయొక్క గరిష్ఠ పరిమితి	1168 . 4 మి. మీ. (48″)	965 . 2 మి. మీ. (32.6″)
6.	మొత్తము ప్రేష నిష్పత్తి	14 : 1	6 : 1
7.	ప్రవృద్ధితమైన ప్రేరణశక్తి	3,629 కి. గ్రా. (8000 పౌ.)	3,629 కి. గ్రా. (8000 పౌ.)
8.	ఇంజను బరువు	771 కి. గ్రా. (1,700 పౌ.)	714 కి. గ్రా. (1,575 పౌ.)
9.	యంత్రముయొక్క విశిష్ట బహిర్గత శక్తి	13 కి. గ్రా. (30 పౌ.) ప్రఘాతము/ అధమ పీడన సంపీడనము ద్వారా పోయిన గాలి పరిమాణము కి.గ్రా.లో	29 కి. గ్రా. (64 పౌ.) ప్రఘాతము/ యంత్రము ద్వారా పోయిన గాలి యొక్క పరిమాణము కి. గ్రా. లలో

పార్శ్వగమన యంత్రము యొక్క ప్రవర్తనా విశేషములు :

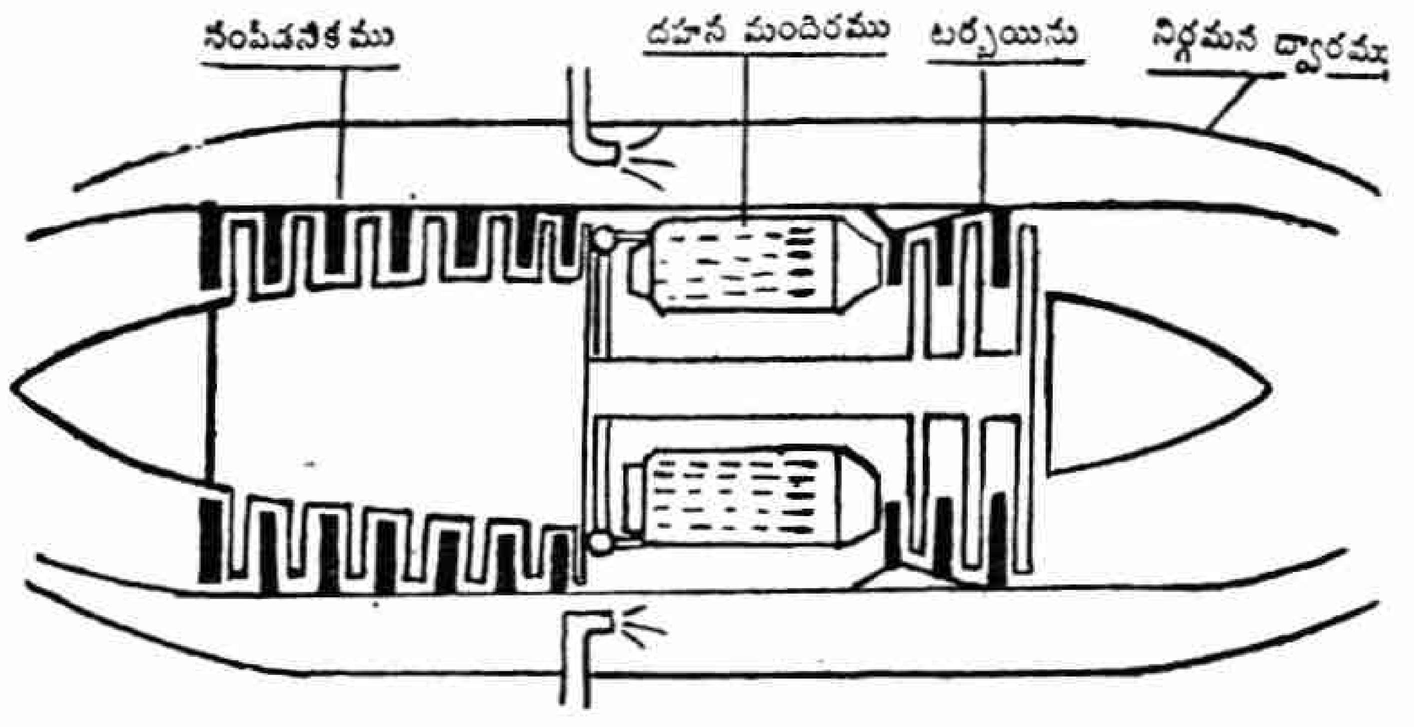
సముద్రపు ఎత్తు స్థితి :

ప్రవృద్ధితమైన ప్రఘాతము 3,629 కి. గ్రా. (8,000 పౌ.)

విశిష్ట ఇంధన వినియోగము కి. గ్రా. లలో/గంటకు కి. గ్రా. లలో ప్రఘాతము } (0·44 పౌ.)

పురోగమన వేగము నాట్లలో/గంటకు	575	1,200
ప్రవృద్ధితమైన ప్రఘాతము	1,360·77 కి. గ్రా. (3,000 పౌ.)	2,041·16 కి. గ్రా. (4,500 పౌ.)
విశిష్ట ఇంధన వినియోగము కి. గ్రా. లలో/గంటకు ప్రఘాతము కి. గ్రా. లలో	1·185	1·55

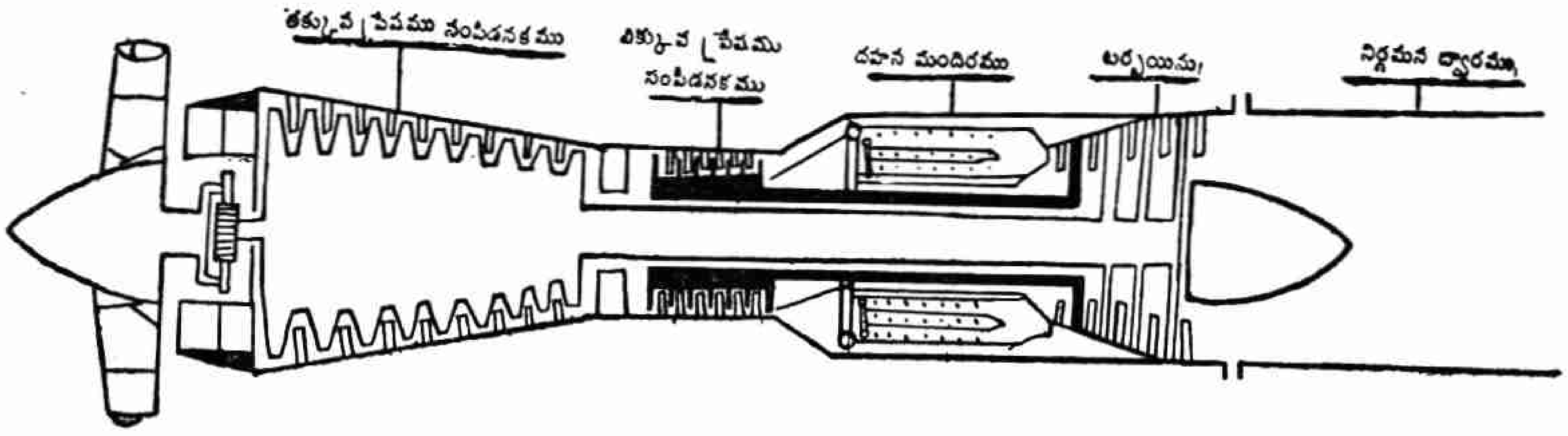
పార్శ్వగమన యంత్రమునందు నాళములోపల అధిక ప్రేష విధానమును చుట్టుకొని పార్శ్వగామిగా శీతవాయు ప్రవాహము ఉండును. దీనివలన క్రింద ఆచ్ఛాదన ఏర్పాటు



చిత్రము - 13 : టర్బో రామ్‌జెట్ ఇంజను

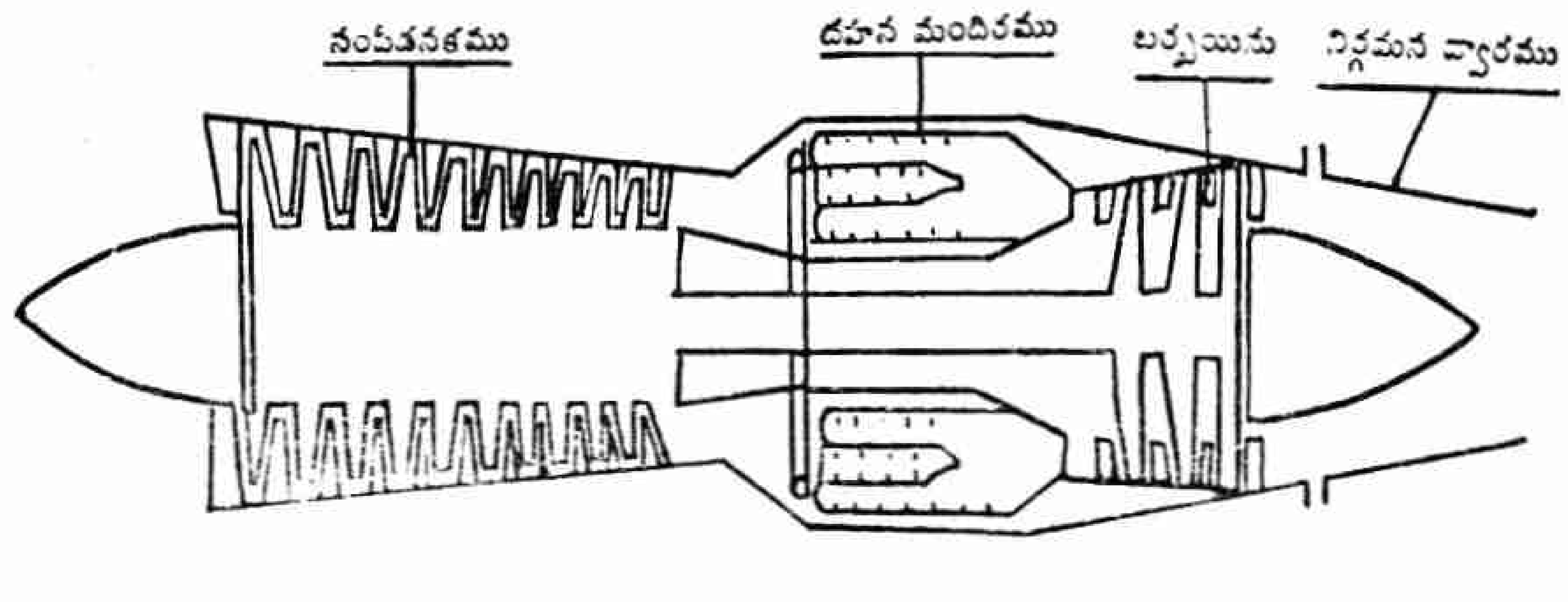
చేయుటకు, నిర్మాణ తాపక్రమమును సంపాదించుటకు వీలగును. అందుచేత బరువులో సమధిక సూక్ష్మీకరణము, ఉష్ణాధిక్యతలో పరిరక్షణము కలుగును.

సామాన్య టర్బోజెట్ యంత్రములోవలె కాక, పార్శ్వగమన యంత్రములో వేరొక లాభము కలదు. పార్శ్వగనునము వలన అధిక ప్రమాణములో సంగ్రహింపబడిన గాలి ఎక్కువ డిగ్రీల పునర్జనిత ఉష్ణత కలిగి తాత్కాలిక ఉద్ఘాత శక్తిని జనింపజేయును.



చిత్రము - 15 రెండు కండీల టర్బోప్రాప్ ఇంజను

టర్బో రామ్‌జెట్ ఇంజను: ఇది ఒక సామాన్య టర్బో జెట్ ఇంజను. దీని చుట్టూ నాళము ఉండును [చూ. చిత్రము - 13]. ఉద్గమన స్థావరమునుండి ఉద్గమించుటకు,



చిత్రము - 14

సామాన్య ఏకకండీ టర్బోప్రాప్ ఇంజను

ఉన్నత ప్రదేశములకు అధిరోహించుటకు, ప్రచాలన వేగమునకు త్వరణ చెందుటకు ఈ టర్బోజెట్ ఇంజనును ఉపయోగింతురు. గంటకు 2,736 కి. మీ. (1,700 మైళ్లు) వేగమును మించినట్లయిన ఇంజనులోనికి ప్రవేశించిన గాలి వేడిచేయబడి సంపీడనము చేయబడును. అప్పుడు యాంత్రికమైన సంపీడనము అవసరమే ఉండదు. ఈ అవస్థకు వచ్చినప్పుడు టర్బోజెట్ ఇంజనును మూసివేసి, జెట్ యొక్క ప్రొపెల్షన్ ప్రభావము వలన దహనము సంభవము కాగా, ఇంధనమును నాళములోనికి పంపి వెలిగింపజేయవచ్చును. జెట్ ప్రొపెల్షన్‌వలన దహన వ్యాపారము నిర్వర్తింపబడు విధానము చిత్రము - 13 లో వివరించబడినది.

టర్బోప్రాప్ ఇంజను: ముషలకమును ఉపయోగించు ఇంజను కన్న, ముషలకమును ఉపయోగించ నవసరము లేకుండా అమర్చబడిన ఈ టర్బోప్రాప్ జెట్ ఇంజనులో నిర్దిష్ట లాభములు ఉన్నవి. దీని యొక్క బరువు చాల తక్కువ; అధోముఖ భాగము యొక్క ప్రదేశము తక్కువ. అధిక శీఘ్రత, అధిక సౌలభ్యత సాధ్యమవుతున్నది. ఈ ఇంజనును అనాయాసముగా పనిచేయించవచ్చును. ముషలక ఇంజనువలె కాని, టర్బోజెట్ ఇంజనువలె కాని కాక, ఈ ఇంజను పనిచేయు కాలములో ఉత్పన్నమగు ధ్వని చాల తక్కువ. ఈ లాభములవలన టర్బో ప్రాప్ జెట్ ఇంజను ముషలక ఇంజనును అన్ని విధముల అధిగమించినది.

నేడు వాడుకలో మూడు విధములైన టర్బోప్రాప్ ఇంజనులు కలవు: 1. సామాన్య ఏకకండీ టర్బోప్రాప్ ఇంజను; 2. రెండు కండీల టర్బోప్రాప్ ఇంజను; 3. స్వేచ్ఛా విహితమైన టర్బయిను ఇంజను.

సామాన్య ఏకకండీ టర్బోప్రాప్ ఇంజను: మూలరూపములోని టర్బోప్రాప్ ఇంజను యొక్క ప్రవర్తనా విశిష్టమైన సూత్ర విధానము చిత్రము - 14 లో లిఖించబడినది. దానిలో సంపీడితమైన గాలిని దహన మందిరమునకు పంపు మూడు దశల టర్బయినును, ఈ టర్బయినువలన చలించు అక్షవాహక సంపీడనము కలవు. ఇంధనము దహన మందిరములో వెలిగింపబడును. వేడి వాయువులు ముందుగా నిశ్చయించుకొనిన టర్బయిను ప్రవేశ తాపక్రమమున సవరించబడును.

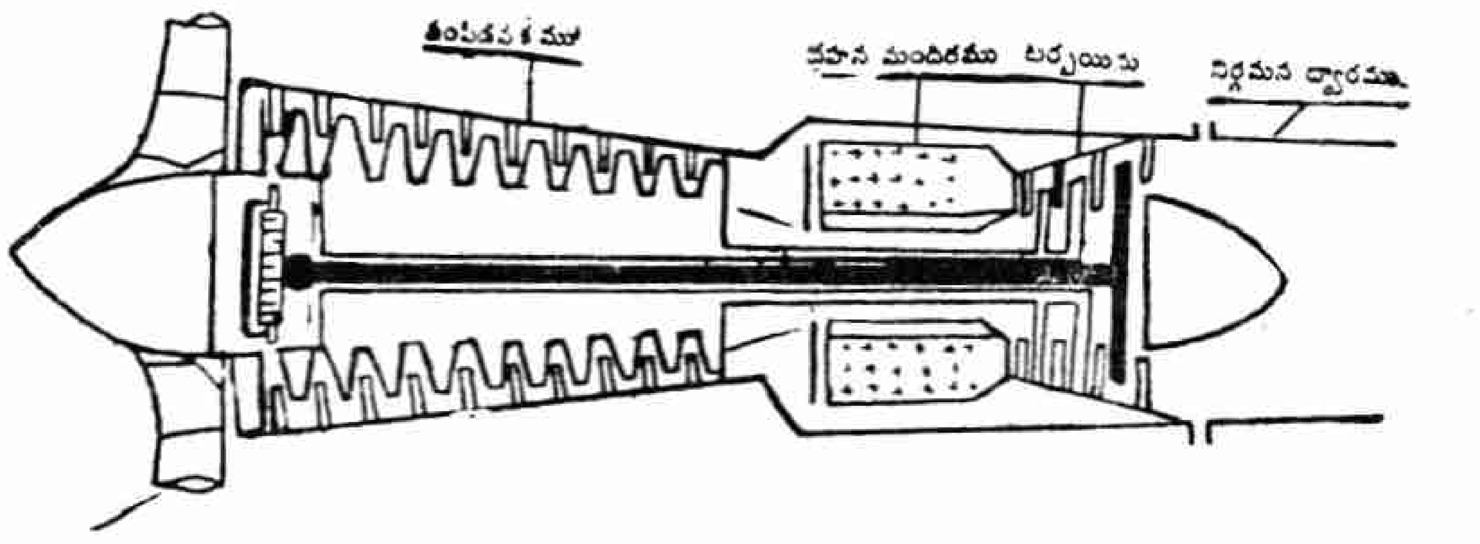
రెండు కండీల టర్బోప్రాప్ ఇంజను: ఈ ఇంజను యొక్క ప్రవర్తనా విశిష్టమైన నిర్మాణము చిత్రము-15 లో విశదీకరింపబడినది. ఈ ఇంజను యొక్క సూత్రము, రెండు

కండీల అధిక ప్రేష నిష్పత్తి టర్బోజెట్ ఇంజను యొక్క సూత్రము ఒక్కటే. ఒక నాళాకారములో ఉన్న సెక్షన్ షాఫ్ట్ పై ఈ అధిక ప్రేష సంపీడనము, టర్బయిను అమరించబడును. ఈ షాఫ్ట్ నాళము అంతర్భాగములో అధమ ప్రేష విధానమునకు సంబంధించిన షాఫ్ట్ ఉండును. దహన మందిరము ద్వారా పోవు వేడిగాలులు అధిక ప్రేష టర్బయినులో అధిక ప్రేష టర్బయినుకు కావలసినంత శక్తినే ఇచ్చునట్లుగా విస్తరించును. అప్పుడు అధిక ప్రేష టర్బయిను నుండి గాలులు అధమ ప్రేష టర్బయిను ద్వారా పోయి, అచటి వాతావరణ ప్రేష అవస్థకు సమానముగా విస్తరించబడును. దీనివలన జనించిన బహిర్గత శక్తిలో కొంత మాత్రమే అధమ ప్రేష సంపీడనము తీసికొనును. మిగిలినది ఒక 'అవరోహణ గేర్' పేటిక ద్వారా ప్రొపెల్లర్ చక్రమునకు అందించబడును [చూ. 752 వ పుటలోని చిత్రము - 15]. ఈ విధానములో లభ్యమగు అధిక ప్రేష నిష్పత్తుల వలన విశిష్ట ఇంధన వినియోగము తగ్గించబడుట రెండు కండీల టర్బోప్రాప్ ఇంజను యొక్క లాభము.

ఈ సంవిధానమువలన వేరొక లాభము ఏమనిన టర్బయిను ప్రవేశ తాపక్రమమును అధికము చేసి, ప్రవృద్ధమైన విశిష్ట బహిర్గత శక్తిని (యంత్రము ద్వారా పోవు గాలిలో ఒక కి. గ్రా./ఒక సెకనుకు) సాధింపవచ్చును. టర్బయిను యొక్క ప్రవేశ తాపక్రమమును అనుకూల స్థితికి యోగ్యముగా నిర్దేశించుటకు పత్రముల మూలముగా పదార్థపరిశీలనము జరుగును. టర్బోప్రాప్ ఇంజనులో నేడు ఈ తాపక్రమమును 1250°K కి నిర్ణయింపబడినది. కాని, టర్బయిను తాపక్రమమును అధికము చేసి బహిర్గత శక్తిలోను, విశిష్ట ఇంధన వినియోగములోను కూడ ప్రవృద్ధిని సాధింపవచ్చును. కాని, ఈ అధికమైన గాలి యంత్రము యొక్క విశిష్ట భారమును పెంచుట చేత (ఒక బ్రేక్ - హార్స్ పవరుకు సంపాదించిన శక్తి) అధిక ఉష్ణమును చల్లబరుచుటకు శీత వాయువులకు తగినంత అవకాశమును కల్పించవలెను.

స్వేచ్ఛావిహిత - టర్బయిను - టర్బోప్రాప్ : ఈ ఇంజను యొక్క సాధారణ రూపము చిత్రము-16 లో పొందుపరచడమైనది. ఈ విధముగా ఇంజనులో సంపీడనము టర్బయిను నాళాకారములోని షాఫ్ట్ పై సంసర్గీకరింపబడును. స్వేచ్ఛావిహితమైన టర్బయిను, ప్రొపెల్లరు సంపీడన టర్బయిను షాఫ్ట్ ద్వారా పోవుచు, సహ అక్షపు షాఫ్ట్ పై సంసర్గీకరింపబడును. ఈ ఇంజనులో సామాన్య ఏక కండీ టర్బోప్రాప్, రెండు కండీల అధిక ప్రేష టర్బోప్రాప్ సాధనములోను లేని లాభములు ఉన్నవి.

నియత సౌలభ్యమునకు స్వేచ్ఛావిహిత టర్బయిను, ప్రొపెల్లర్ విభాగము అనురూపమైన అత్యధికావేశముతో భ్రమించుచున్నప్పుడు సంపీడన టర్బయిను విభాగము ఉత్కృష్ట శక్తి జనకముగా అధిక పరిభ్రమణ (ఒక నిముషమునకు) లు కలిగి ఉండును.



చిత్రము - 16

స్వేచ్ఛావిహిత - టర్బయిను - టర్బోప్రాప్

సులభముగా యాంత్రిక చైతన్యము కలుగుటకు ఈ విధానములో ఒక విద్యుత్తు స్టార్టరు ఉండును. సంపీడన టర్బయిను షాఫ్ట్ నియతమైన పరిభ్రమణలతో (ఒక నిముషమునకు) చలింపబడును. పవర్ టర్బయిను, ప్రొపెల్లర్ విభాగములు స్థావరావస్థలో ఉండును.

యాంత్రికమైన సంయోజన లేకపోవుటచేత ప్రొపెల్లర్ చక్రమును స్థిరావస్థనుండి కొద్ది సెకనులలో అత్యధిక పరిభ్రమణలకు త్వరితపరుపవచ్చును. ఇదే ఈ ఇంజనులోని ముఖ్యమైన అంశము.

సంపీడనము యొక్క ఒకే వేగముతో ప్రొపెల్లర్ చక్రము యొక్క వేగములో విస్తృత పరిమాణములలో మార్పు సాధించవచ్చును. గాలి మర యొక్క భ్రమణాంతరము మార్చుటచే ఇది సాధ్యమగును. అందుచేత, విశిష్టమైన ఉద్గమన ప్రమాణములను, మరభ్రమణాంతరమును తగిన విధములో కూర్చుట ద్వారా సాధింపవచ్చును. క్రూయిసింగ్ కొరకు ప్రొపెల్లర్ వేగమును తగ్గించుట కూడ సాధ్యమగును.

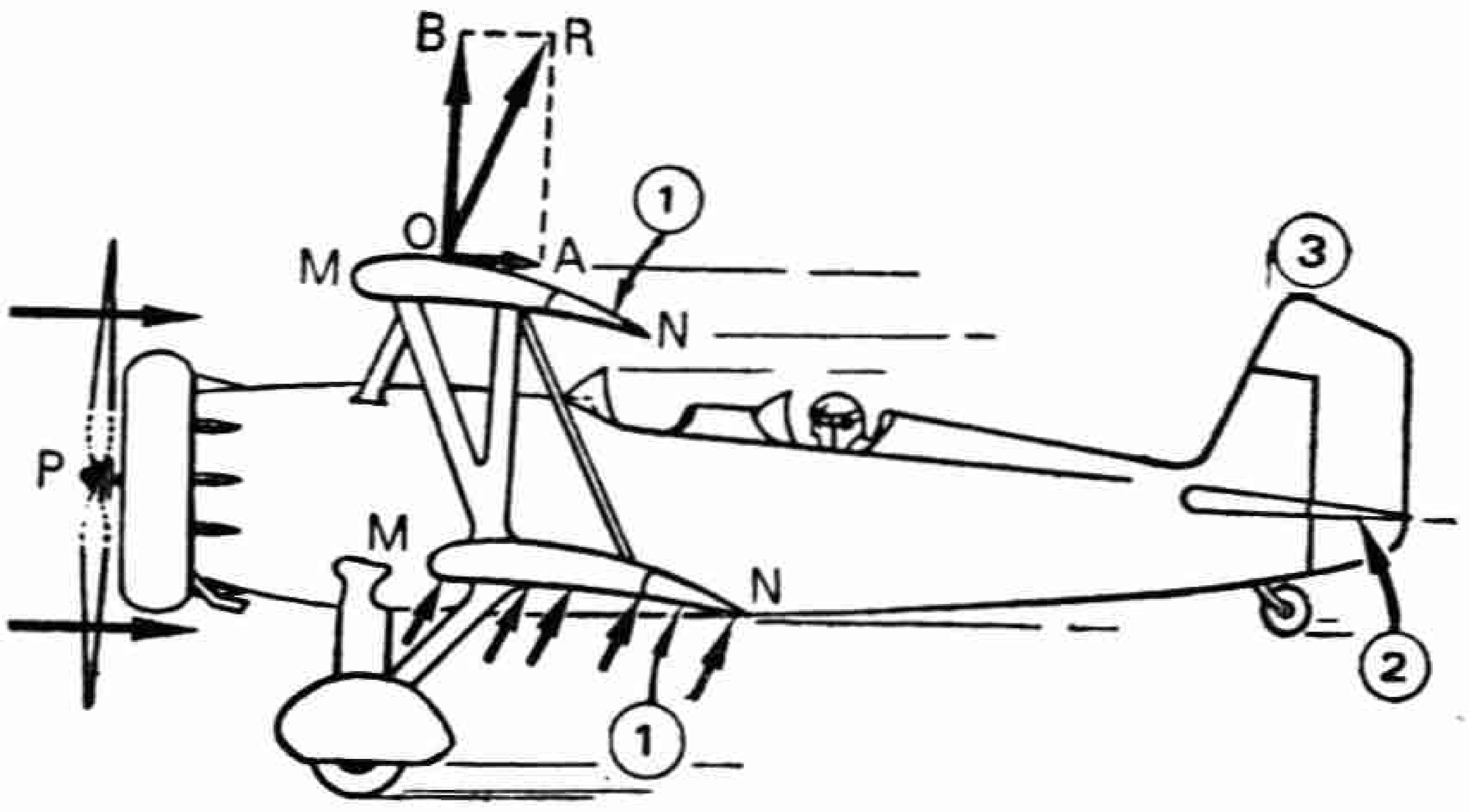
ఎక్కువ ఇంజనులు గల విమానములో ప్రొపెల్లర్ సంపీడనమును చలింపచేయనక్కరలేని కారణముచేత ఇంజను విరామావస్థలో ఉన్నప్పుడు వాయు విమర్దన వ్యాపారప్రభావము చాల అభివృద్ధి చెందును. ఈ విధానములో ఇంకొక లాభము ఏమిటనిన, వైవిధ్య ప్రవాహరకము అగు పంపుతో కలిసిన థ్రాటిల్ బెరామీటర్ విధానము వలన సంపీడనములోనికి సంచితమైన వాయు ప్రేషమునకు అనుగుణముగా ఇంధన ప్రేషమును సవరించవచ్చును. ఫలితముగా సంపీడనము యొక్క వేగము ఔన్నత్యముల మార్పులలోను, థ్రాటిల్ సవరణలో

వచ్చిన పురోగమనములలోను స్థిరముగా ఉండును [చూ. వాయుగతి శాస్త్రము - పు. 713; విమానములు]. రెడ్డి.

విమానములు : పారిస్ నగరమున డీ. రోజియా, మార్క్విస్ట్ ఆర్. లెండిస్ అనువారు మాంట్ గాల్ఫియర్ గుమ్మటమునందు వెచ్చని గాలిని నింపి, దాని సహాయమున పారిస్ నగరముపై 1783 లో 8 కి. మీ. స్వేచ్ఛావిహారము చేసిరి. ఆకాశమున మానవుడు మొదటిసారిగా స్వేచ్ఛా విహారము చేయుట ఇదే ప్రప్రథమము [చూ. పు. 77]. అయితే, వీరు ఉపయోగించిన సాధనము విమానముకంటె తేలిక అయినది. అయితే, గ్లైడర్ వంటి బరువైన సాధనము ఆకాశమున విహరించుట 1860 వరకు సాధ్యపడలేదు. కాని, ఇటువంటి ఆకాశయానములు చేయుట నాడు ప్రాణసంకట ముగా ఉండెడిది; ఆకాశయానము చేయువారు మరణించుట కద్దు. 19 వ శతాబ్దములో ఆకాశమున విహరించినవారు కొండ శిఖరమునుండి క్రిందికి దిగుటతో తృప్తిపడెడివారు. ఆగకుండా ఆకాశయానము జరుపుట ఆనాడు అసాధ్య మనిపించినది. మానవుడు ఆకాశయానము చేయు చున్నప్పుడు అతని కండరములు ఆకాశయానమువలన కలుగు మార్పులకు తట్టుకొనెడిదిగా ఉండెడివి కావు. అయితే, నేలనుండి గ్లైడరును, పైలెట్‌ను పైకి సునాయాసముగా ఎత్తదగు ఇంజను రూపుగొనిన తరు వాతనే ఆగకుండా ఆకాశయానము చేయుట సాధ్యపడినది. ఆవిరి ఇంజనులు చాల బరువైనవి. అందుచేత, ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను [చూ. అంతర్దహన ఇంజను - పు. 152] అవతరించి వాడుకలోనికి వచ్చిన తరువాతనే ఆకాశ యానము సాంకేతికముగా వికాసము చెందినది. రైట్ సోదరులు 'కిటీహాక్' అను విమానమును 1903 లో సిద్ధపరచి, ఆకాశయానము సాధ్యమగునని నిరూపించిరి. శక్తిని వినియోగించి నియంత్రించుచు ఎగురగలిగిన రైట్ సోదరులు, వారు ఉపయోగించిన కిటీహాక్‌నందు ప్రత్యేకముగా నిర్మించిన బరువులేని మోటారును బిగించిరి. అందుచేతనే వారు సుళువుగా ఎగురగలిగిరి. ఒక నిర్దిష్ట బరువును వహించగల ఇంజను సామర్థ్యమును మెరుగు పరుచుటను బట్టి విమాన రవాణా వికాసము చెందినది. దీనినే ఇంజనుకు గల సామర్థ్యమునకు, విమానము యొక్క బరువునకు గల నిష్పత్తి అని పేర్కొనెడివారు. దీనితో పాటు గాలి నెరపు ఊర్ధ్వబలము (లిఫ్టు)లను అధికీకరించి, విమాన గమనమునకు కనిష్ఠ నిరోధము (డ్రాగ్) కల్పించు టకుగాను రెక్కల నిర్మాణమును, విమానపు చట్రపు రూపురేఖలను తీర్చిదిద్దెడివారు. వ్యాపార సరళిని విమాన రవాణాను నిర్వహించవలెనన్న దాని బరువుతో పాటు అవసరమైనంత రాశిలో ఇంధనమును, ప్రయాణీకులను, సరుకులను మోయగలిగినదిగా ఉండవలెను. అదిగాక, దీనివలన రోడ్డు, రైలు వంటి ఇతర విధములైన రవాణా సౌకర్యములను తట్టుకొని నిర్వాహకులకు లాభములను సమకూర్చవలెను. అందుచేతనే విమాన రవాణాయందు పెక్కు రకములు రూపుగొని వాడుకలోనికి వచ్చి ఉన్నవి. వేగము, దూరము, బరువు వంటి ఒక్కొక్క విధమైన సమస్యకు పరిష్కారముగా ఒక్కొక్కవిధమైన ప్రత్యేక విమానము సిద్ధపరుపబడినది.

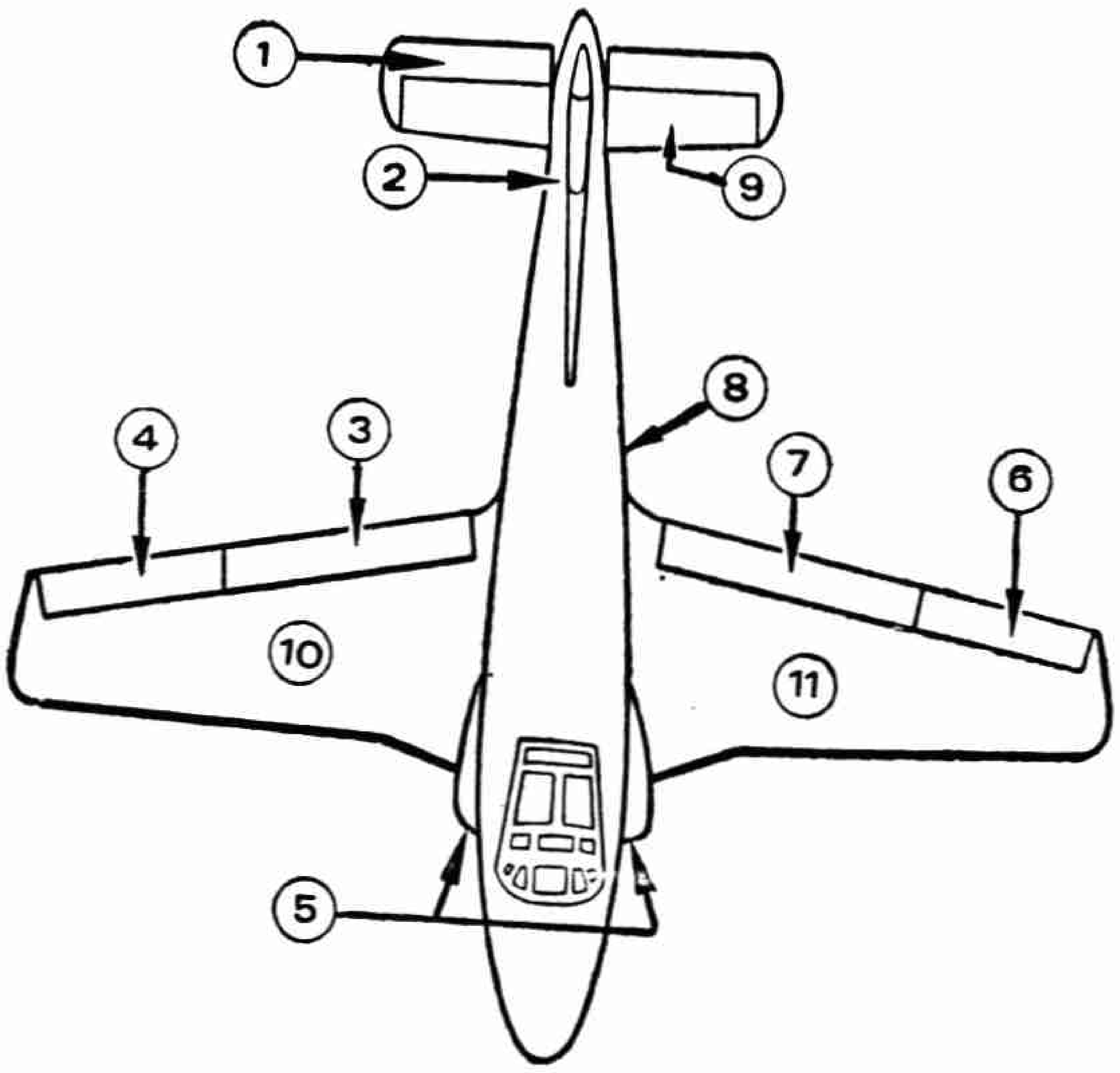
విమానరకములు : నేడు జంబోజెట్ అభివృద్ధికి ముందు విమానములలో పెక్కు రకములు వెలసినవి. ఆదిస్వరూ పము ఒక్కటే అయినప్పటికిని ఆ యా రకములు స్థూల ముగ దిగువ వివరింపబడినది. 1. లియోనార్డో డా విన్సీ 1483 లో పక్షి రెక్కలను అనుకరించు ఆర్నితాప్టర్ అను విమానము రెక్కలకు డిజైనులు సిద్ధపరచెను; 2. మాంట్ గాల్ఫియర్ గుమ్మటము 1783; 3. న్యూసినర్ 1783 లో గాలి ఓడను నిర్మించి, ప్రొపెల్లర్ సహాయమున విమాన మును నడుపవచ్చునని ప్రతిపాదించెను; 4. కేలే 1804 లో మోడల్ గ్లైడర్‌ను సిద్ధపరచెను; దీనికి ఆధార సూత్రములు ఇప్పటికిని సిద్ధాంతరీత్యా మనగలుగుచున్నవి; 5. జర్మనీలో ఒట్టోలిన్ లితియల్ 1867 - 96 మధ్య వంకర రెక్కలుగల గ్లైడరులను ఉపయోగించి రెండువేల ఆకాశయానములను చేసెను; 6. వ్యాపార సరళిని అట్లాంటిక్ మహాసముద్ర మును 1923 లో దాటిన జెప్లిన్‌ను మోటారు సహాయ మున నడిపిరి. దీనిని 'డిరిజబుల్' అనిరి; 7. రైట్ సోదరులు బైప్లేనును 1903 లో నిర్మించి, శక్తిని ఉపయో గించి ఆకాశయానము చేయుటలో ప్రప్రథములని ప్రసిద్ధిని బడసిరి; 8. బ్లెరియాట్ అను ఫ్రాన్స్‌దేశీయుడు 1909 లో ప్రప్రథముగా విమానయానము ద్వారా ఇంగ్లీషుఛానల్‌ను దాటెను; 9. జర్మనీకిచెందిన డార్నియర్ గాలి ఓడను నిర్మించి 1930 నుంచి అట్లాంటిక్ సముద్రమును దాటుటకు ప్రయాణీకులకు రవాణా సౌకర్యములను కల్పించెను; 10. ఇగార్ సికోర్స్కీ అను యునైటెడ్‌స్టేట్స్ వాసి హెలికాప్టరును (చి. 5,300) 1939 లో నిర్మించుటలో అగ్రగణ్యుడయ్యెను; 11. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధమునకు ముందుగనే యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో *D.C. - II* అనబడు విమానములు సిద్ధపరుపబడి విమానయానము అత్యంత చౌక చేసినవి; 12. పెట్రోలు పిస్టన్ ఇంజను సహాయమున నడుపబడు ప్రొపెల్లరు 1940 వరకు ఒకే ఒకటి శక్తిని ఇచ్చు ఆధారముగా ఉండినది; 13. కిరసనాయిలు జ్వలన సహాయ మున పనిచేయు టర్బో - ప్రాప్ [చూ. విమానచలనము]

ఇంజనులు 1950 తరువాత రూపుగొని ఒక మోస్తరు దూరపు ప్రయాణమునకు అనువైనదిగా వాడుకలోనికి వచ్చినది; 14. అత్యధిక వేగమున సుదూర ప్రాంతముల మధ్య విమానయానములందు జెట్ ఇంజను వాడుకలోనికి



చిత్రము - 1 విమాన స్థూలస్వరూపము

1. ఎయిల్ రాన్; 2. ఎలివేటర్; 3. చుక్కాని; P - ప్రొపెల్లరు; A - ఎయిర్ ఫాయిల్.

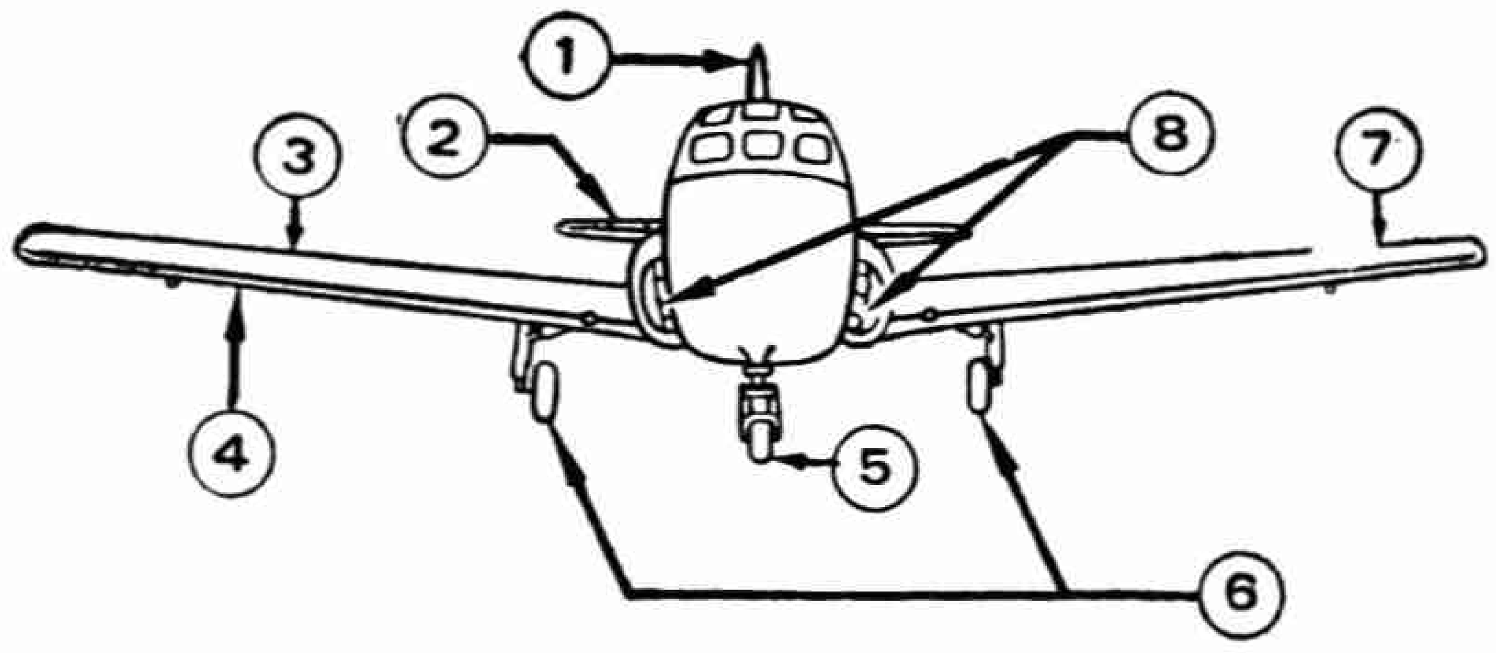


చిత్రము - 1 b

1. ఎలివేటర్; 2. ఫిన్ చుక్కాని; 3 & 7 ఫ్లాప్; 4. స్టార్ బోర్డ్ ఎయిల్ రాన్; 5. టర్బో-జెట్ ఇంజను గాలిని తీసికొనుట; 6. పోర్ట్ - ఎయిల్ రాన్; 8. చట్రము; 9. తోక; 10. కుడిరెక్క; 11. ఎడమ రెక్క.

వచ్చినది; నిర్గమన వాయువులనుండి విమానము ముందుకు చలించుచుండును; 15. రామ్ జెట్ ఆగ్జిలరీయందు కంప్రెసర్ ఉండదు. అత్యధిక వేగమున గాలి ప్రవేశించినపుడే అది పనిచేయును; 16. పనిచేయుటలో దక్షతగను, చూచుటకు అందచందముగను ఉండును. కేరవల్లీ విమానమందు ట్విన్ జెట్ ఇంజనులు ఉండును.

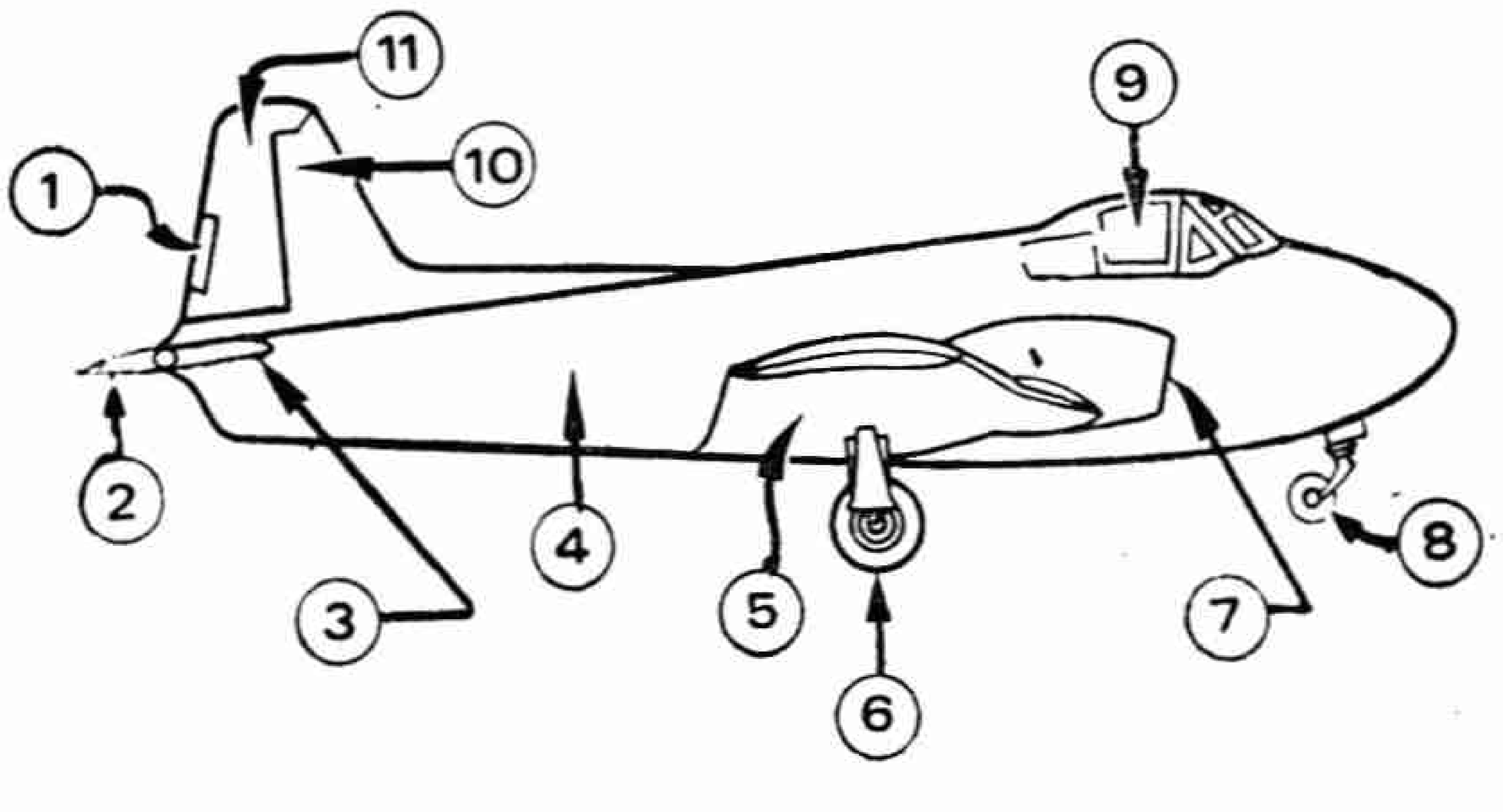
విమాన స్వరూపము : నేటి విమానములు ప్రయాణీకులను, సరుకులను ఒక చోట నుండి మరొక చోటకు రవాణా చేయుటకు వీలైనవిగా రూపుగొనినవి. ఈ సాధనములు గాలి కంటె బరువైనవి. అయినను, భూమి నుండి



చిత్రము - 1 a

1. ఫిన్ - చుక్కాని; 2. తోక; 3. కుడి రెక్క; 4. కాంటిలివర్ రెక్క దిగువ భాగము; 5. నాసికా చక్రము; 6. లోపలికి ముడుచుకొనుటకు వీలుగా ఉండు అండర్ క్యారేజీ చక్రములు; 7. ఎడమ రెక్క; 8. గాలిని తీసికొనునవి.

ఎత్తుగా భిన్న వేగములలో ఆకాశమున విహరించుచుండుటకు వీలుగా సిద్ధపరుపబడినవి. స్థూలముగా విమానములను మూడు రకములుగా వింగడింపవచ్చును. భూమి మీద నుండి పైకి ఎగురు వాటిని భూ విమానములు (లాండ్ ప్లేన్స్) అనియు, నీటి మీద నుండి పైకి ఎగురు విమానములను సముద్ర విమానము (సీ ప్లేన్స్) అనియు;



చిత్రము - 1 c

1. ట్రిమ్మింగ్ టాబ్; 2. ఎలివేటర్; 3. తోక; 4. చట్రము; 5. కాంటిలివర్ రెక్క; 6. అండర్ క్యారేజీ చక్రములు; 7. టర్బోజెట్ కు గాలిని అందించునవి; 8. నాసికా చక్రము; 9. పైలటు ఆసనము; 10. ఫిన్; 11. చుక్కాని.

రెండిటి మీద నుండి పైకి ఎగురు వాటిని ఉభయ చర (ఆంఫీబియన్) విమానములు అనియును పేర్కొనుట నేడు పరిపాటి అయినది. ఆధునిక విమానముల యొక్క స్థూల స్వరూపము, దానిలోని భాగములు చిత్రము-1, 1 *a*, 1 *b*, 1 *c* లో చూడనగును. 1. ఇంజను; 2. రెక్కలు; 3. చట్రము; 4. అంత్య భాగము; 5 లాండింగ్ గేర్.

ఇంజను: ఇంజను సహాయమున అవసరమైన శక్తిని ఉత్పత్తి చేసి, ప్రొపెల్లరు ద్వారా థ్రస్ట్ అనబడు బలమును అందించును. గాలిలో విమానము చలించునపుడు దానికి తటస్థపడు నిరోధము ఈథ్రస్ట్‌ను పరిహరించుటయే గాక, విమానమునకు అవసరమైనపుడు త్వరణమును కల్పించునది కూడ ఇదియే.

రెక్కలు: ఒకప్పుడు చట్రమును అనుసరించి విమానమునకు రెక్కలను బిగించెడి వారు. గాలిలో విమానమును ఎత్తి ఉంచి, దాని బరువును సమర్థించుటయే రెక్కల పని. ఇంజను సహాయమున విమానము ముందుకు సాగునరికి రెక్కలందు పైకి ఎత్తు బలము నెరపబడును. దీనివలన, విమానము గాలిలో అట్లే నిలచును. విమానము వెనుక భాగమున ఎయిల్‌రాన్ అనునవి ఉండును. వీటి సహాయమున విమానమునకు తూకమును కుదుర్చుటకు వీలుండును.

చట్రము: ఈ భాగమునందు విమానమును నడుపు పైలటు, సాంకేతిక సిబ్బంది, పాసింజరులు, సరుకులు, విమానము నడుపుటకు ఉపయోగించు పరికరములు ఉండును.

అంత్య భాగము: చట్రమునకు వెనుక భాగమున లంబముగా తోక బిగించబడి ఉండును. దీనికి మడతబందు ద్వారా మరొక భాగమును బిగించి ఉంచుదురు; ఇది ఇటు అటు ఆడుచుండును. బిగించబడిన భాగమును వర్టికల్ ఫిన్ అందురు. విమానము అటు ఇటు పడిపోకుండా తటస్థస్థితిలో ఉంచునది ఇదియే. ఇక మడతబందు ద్వారా బిగించిన భాగము చుక్కానిగా వ్యవహరించును. దీనిని నియంత్రించిన విమానము దిశను ఏ వైపుకు కావలసిన ఆ వైపుకు మరల్పవచ్చును. విమానము గాలిలో ఎగురుచున్నప్పుడు దీనిని పైలటు త్రిప్పి, విమాన దిశను మరల్చును. ఇట్లే క్షితిజ సమానాంతర భాగము కూడ రెండు విధములుగా విభజింపబడి ఉండును. ఈ రెండింటిలో ఒకటి కదులును; మరొకటి కదలదు. ఇందులో కదలినిది దైర్ఘ్య స్థయిర్యమును చేకూర్చును. కదలు భాగమును ఎలివేటరు అని కూడా అందురు; ఇది దైర్ఘ్య నియంత్రణను సమకూర్చును.

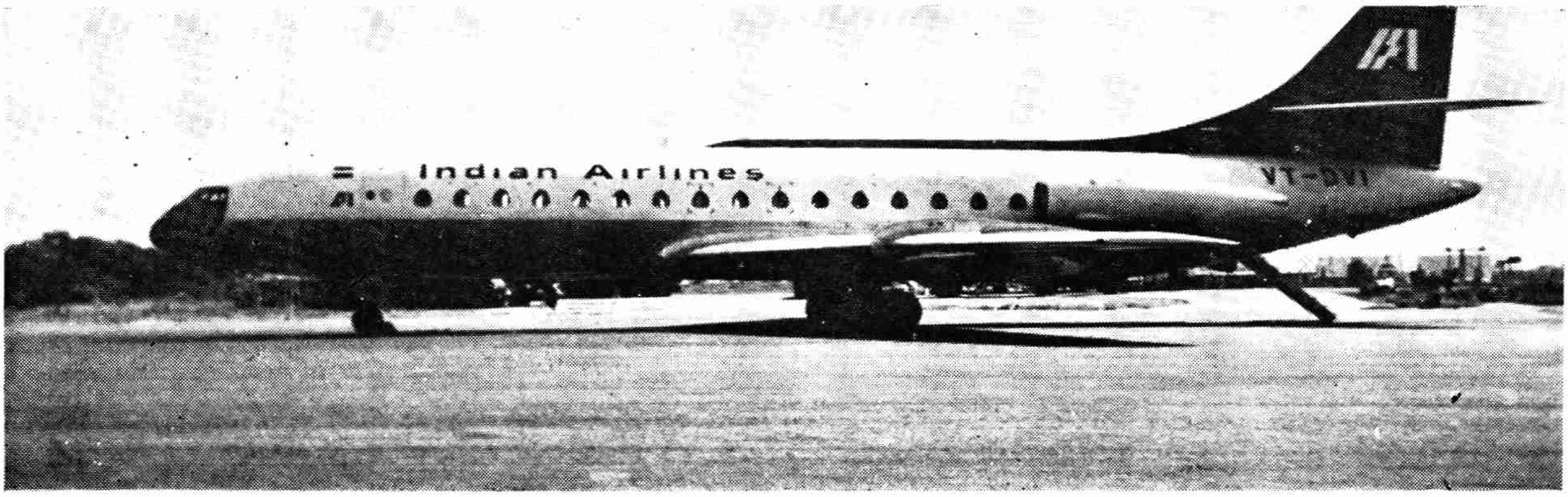
లాండింగు గేర్: ఈ సాధనము విమానము భూమి నుండి ఎగురుటకు, దిగుటకు సహాయపడును. భూ స్వభావమును బట్టి ఇది చక్రములుగా గాని, తేలునవిగా గాని, గెంతునవిగా గాని ఉండును.

విమానము ఎగురుట: విమానము గాలిలో ఎగురును. గాలి సాంద్రత 1.20231 కి. గ్రా/ఘ. మీ. (సముద్ర మట్టము వద్దను, ప్రమాణ వాతావరణ పరిస్థితులలో). ఈ సాంద్రత ఎత్తును బట్టి, తాపక్రమమును బట్టి మారుచుండును. ప్రవాహి (ఫ్లూయిడ్) స్థిరముగా ఉన్నప్పుడు దాని ద్వారా ఒకే విధమైన సదిశవేగములో ఋజు మార్గమున ఒక వస్తువు కదలుచున్నప్పుడు ఆ గమనమునకు వ్యతిరేక దిశలో ఒక విధమైన బలమును అది తారసిల్లును. ఈ బలమును 'నిరోధము' అందురు; సాంకేతికముగా 'డ్రాగ్' అందురు. ప్రవాహి గుండా ఒక చదును ఫలకమును ఒక వైపు నుండి రెండవ వైపునకు ఊపినపుడు గమనము, ఫలక వైశాల్యము, గాలి సాంద్రత, గాలి స్నిగ్ధత (విస్కాసిటీ) ఇందు ఒకటిగాని, అన్నియుగాని ఎక్కువయిన కొద్దీ నిరోధము కూడ ఎక్కువగుచుండును. గాలి ప్రవాహమునకు ఫలకము వాలుగా ఉన్నప్పుడు అది కూడ ప్రభావమును నెరపుచుండును.

చిత్రము - 2 లో చూపించిన విధముగా ఫలకముపైకి గాలి ప్రవాహము వదిలితిమి అనుకొందము. యానకము స్నిగ్ధత లేనిదని అనుకొన్నచో ప్రక్కప్రక్క పొరలు ఒకదానిపై మరొకటి జారి చలించుచుండును. ఇట్లు చలించునపుడు అవి పరస్పరము ఎట్టి నిరోధమును పొడసూపవు. అయితే, ఫలకతలమునకు లంబముగా ప్రతిక్రియ నెరపబడుచుండును. గాలి అంతగా స్నిగ్ధత లేనిది కాదు. గాలి స్నిగ్ధతా మూల్యము అతి సూక్ష్మము. పైగా ఫలకమును ప్రవేశింప జేయుటవలన ప్రవాహమునకు అడ్డము వచ్చి ప్రవాహము నిరాఘాటముగా సాగదు. వాస్తవమునకు ఫలితము లంబమునకు వాలుగా చూపినట్లు ఉండును. ప్రతిక్రియను శీర్ష ఘటకము - L గను, క్షితిజ సమానాంతర ఘటకము - D గను, విశ్లేషించవచ్చును. L ఫలకమునకు ఆధారముగా ఉండును; D గమనమును నిరోధించును. ఈ సూత్రమును ఆధారాముగాగొని విమానము గాలిలో ఎగురగలుగుచున్నది.

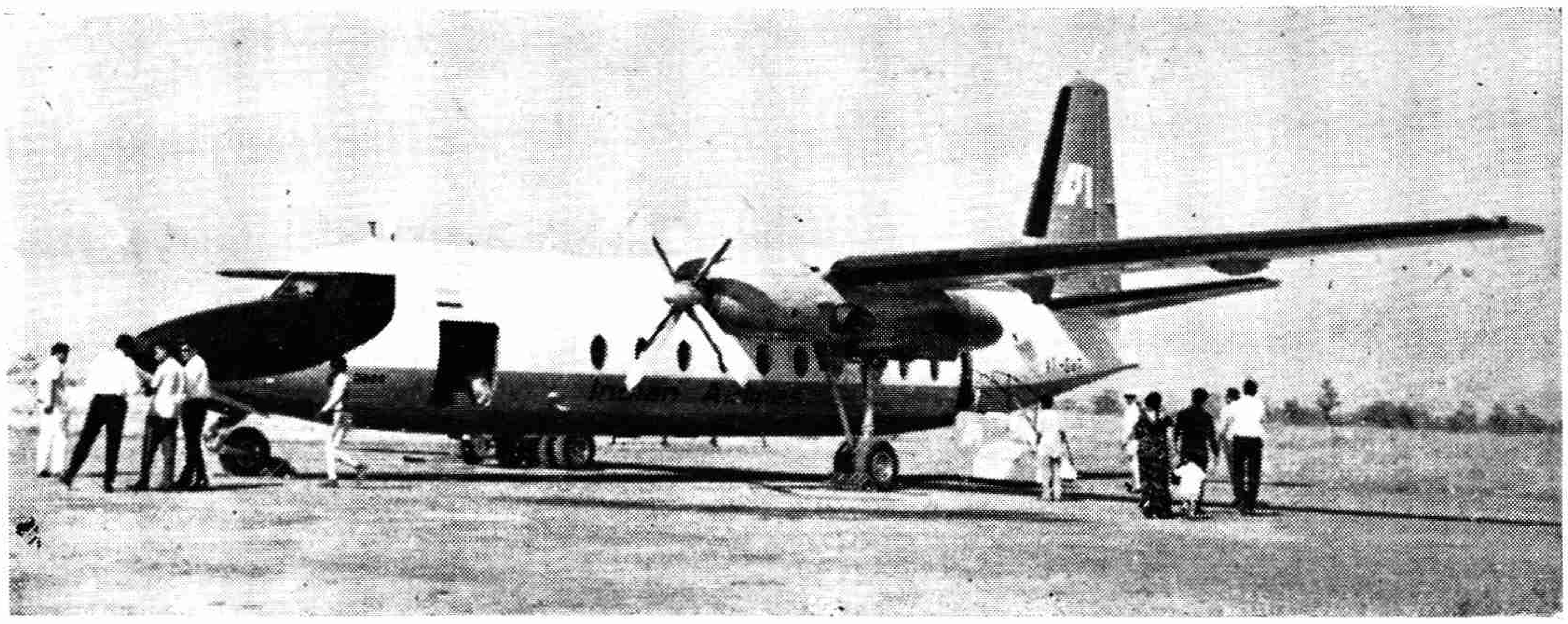
విమానము బరువును అంతటిని మోయుటకు ఆధారముగా ఉండుటకు అనువుగా శీర్ష ఘటకము ఉండునట్లు విమానము వేగమును అందుకొనవలయును. రెక్కల పైనను, విమానపు మిగతా భాగములపైనను నెరపబడు నిరోధము - డ్రాగ్ (ఘటకము - D) - ను పరిహరించి, విమానము త్వరణమును అందుకొని ముందుకు సాగుటకు సరిపోవునంత థ్రస్ట్‌ను ఇంజను అందించవలెను.

ఎయిరోఫాయిల్: లిఫ్ట్‌ను కల్పించుటకు చదునైన ప్లేటు అంతగా ఆదర్శమైనది కాదు. దీనికి కారణము మొత్తము రియాక్షన్‌లో డ్రాగ్‌పాలు ఎక్కువ. అదియునుగాక, చదునైన ప్లేటు భారము వహించు ఘటకము కావున నిర్మాణసిద్ధాంతరీత్యా అంత మంచిది కాదు. ప్లేటుకు వెనుక భాగమున సంక్షోభము (టర్బ్యులెన్స్) ఉండుటయే

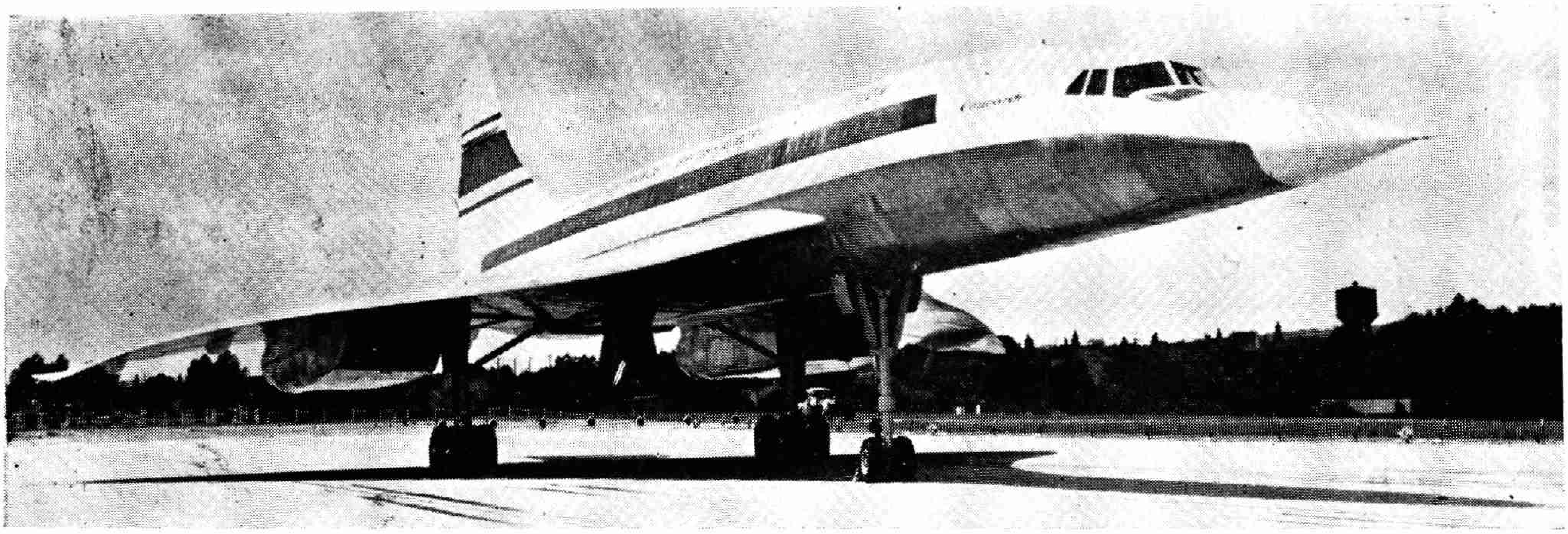


ఫ్రెంచి కేరవిల్లీ

భారతదేశములో తయారగుచున్న పౌరవిమానము H. S. 748



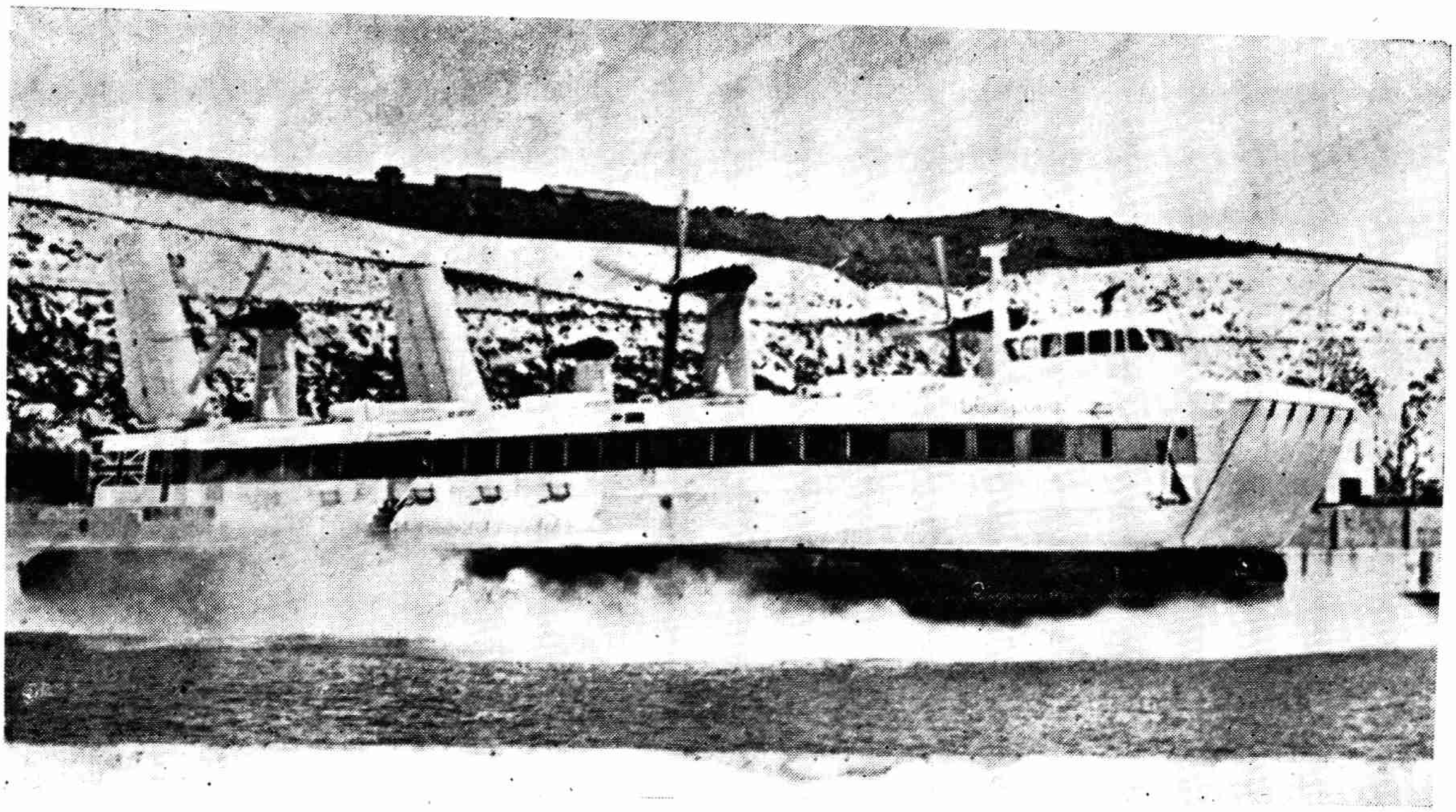
నెదర్లండ్స పౌరవిమానము - ఫ్రెండ్ షిప్ 27



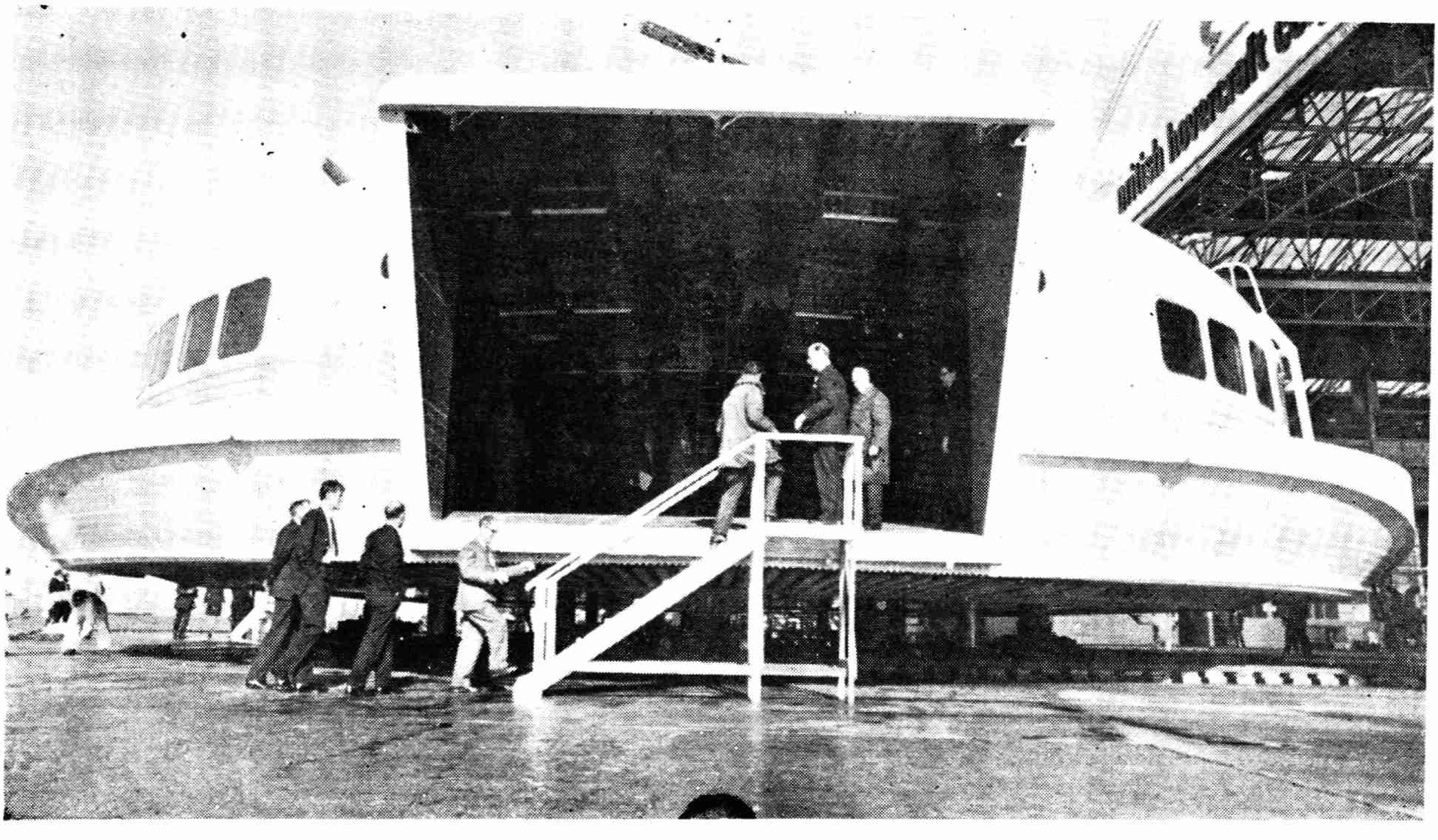
ఫ్రెంచి - బ్రిటిష్ దేశములు ఉమ్మడిగా నిర్మించిన కొంకార్ డే విమానముయొక్క ఆదిస్వరూపము

గ్లైడర్ విమానము

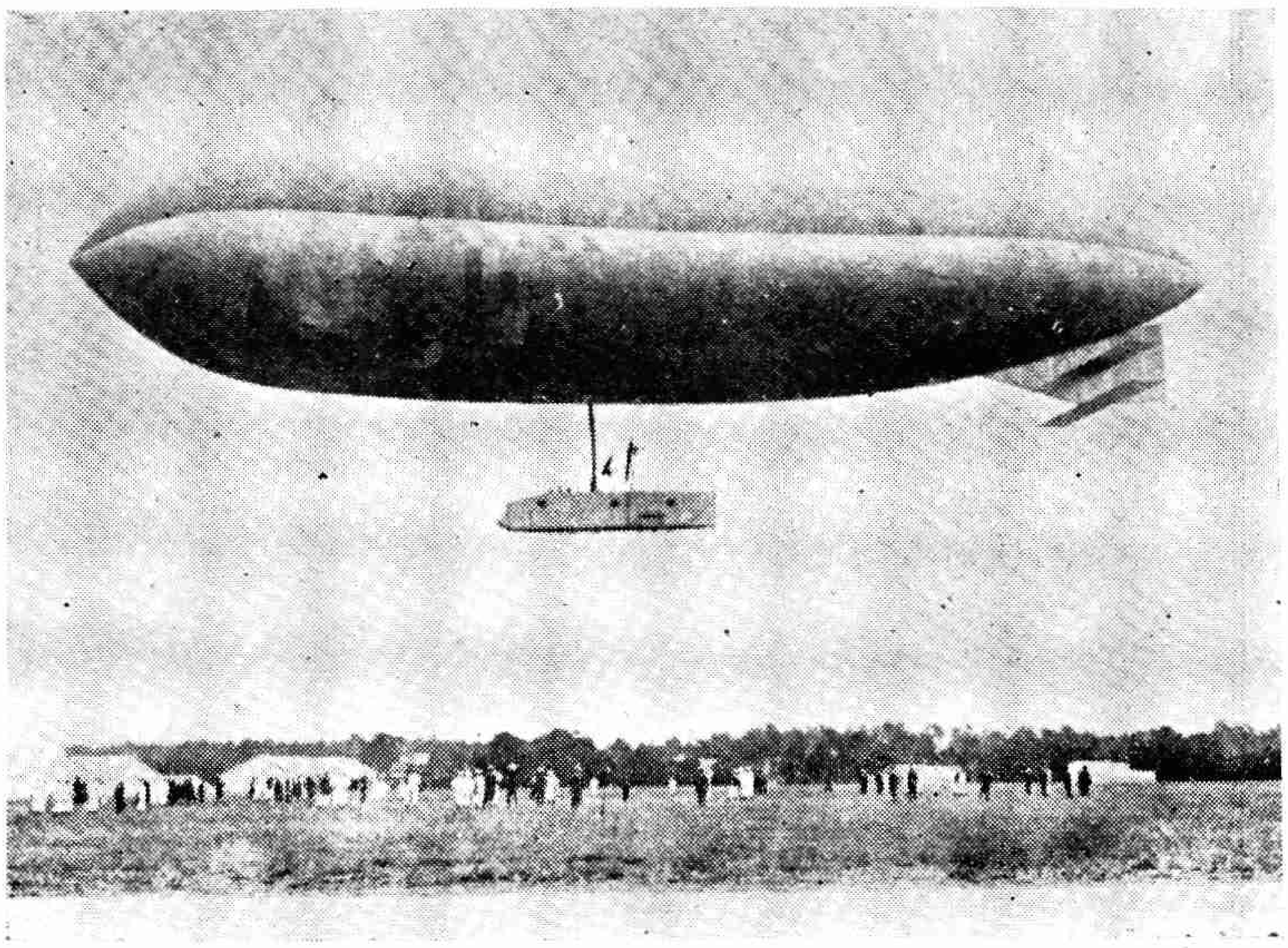
హెలికాప్టర్ విమానము



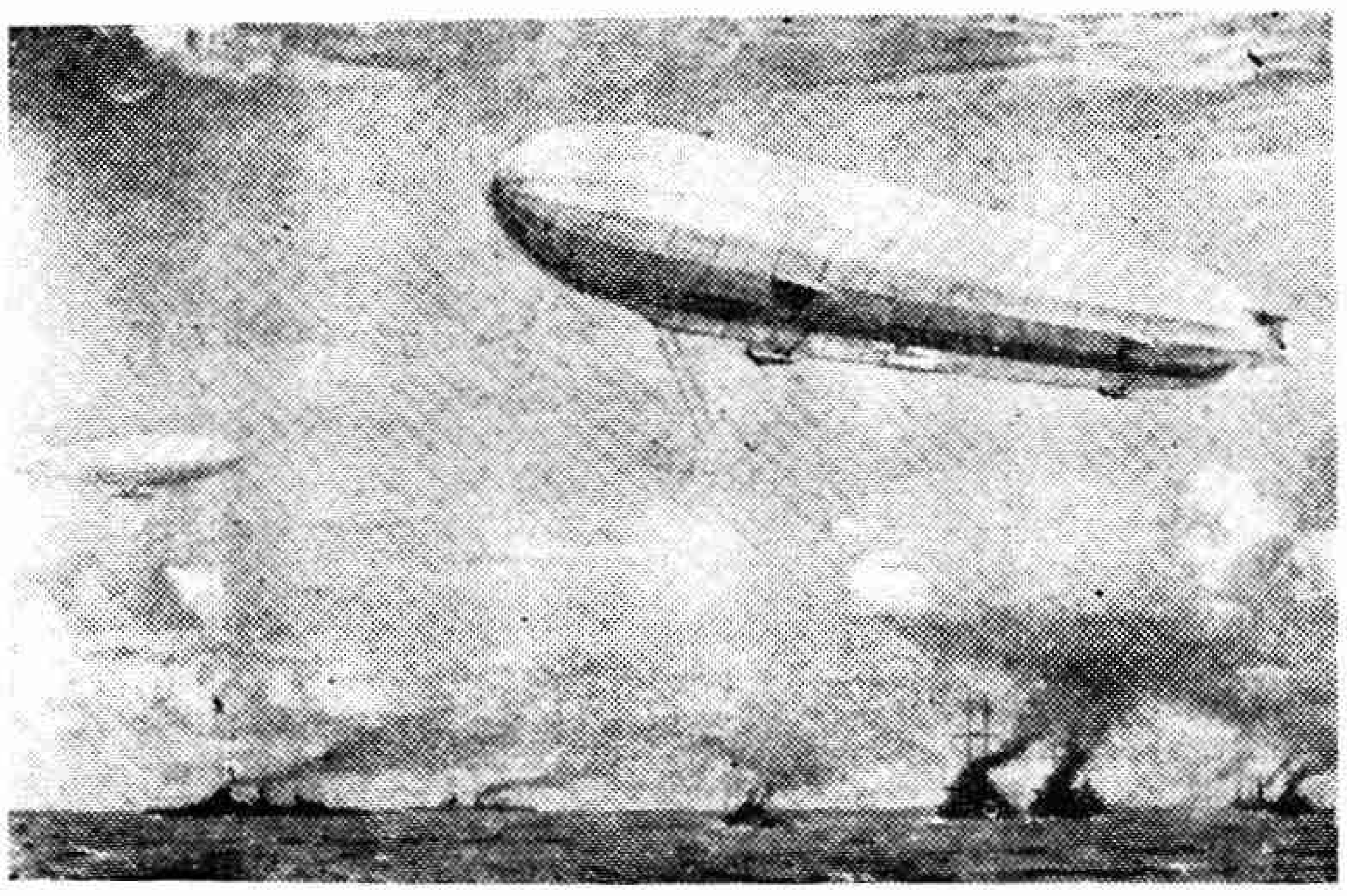
పయనములో ఉన్న హోవర్ క్రాఫ్ట్ S R N 4



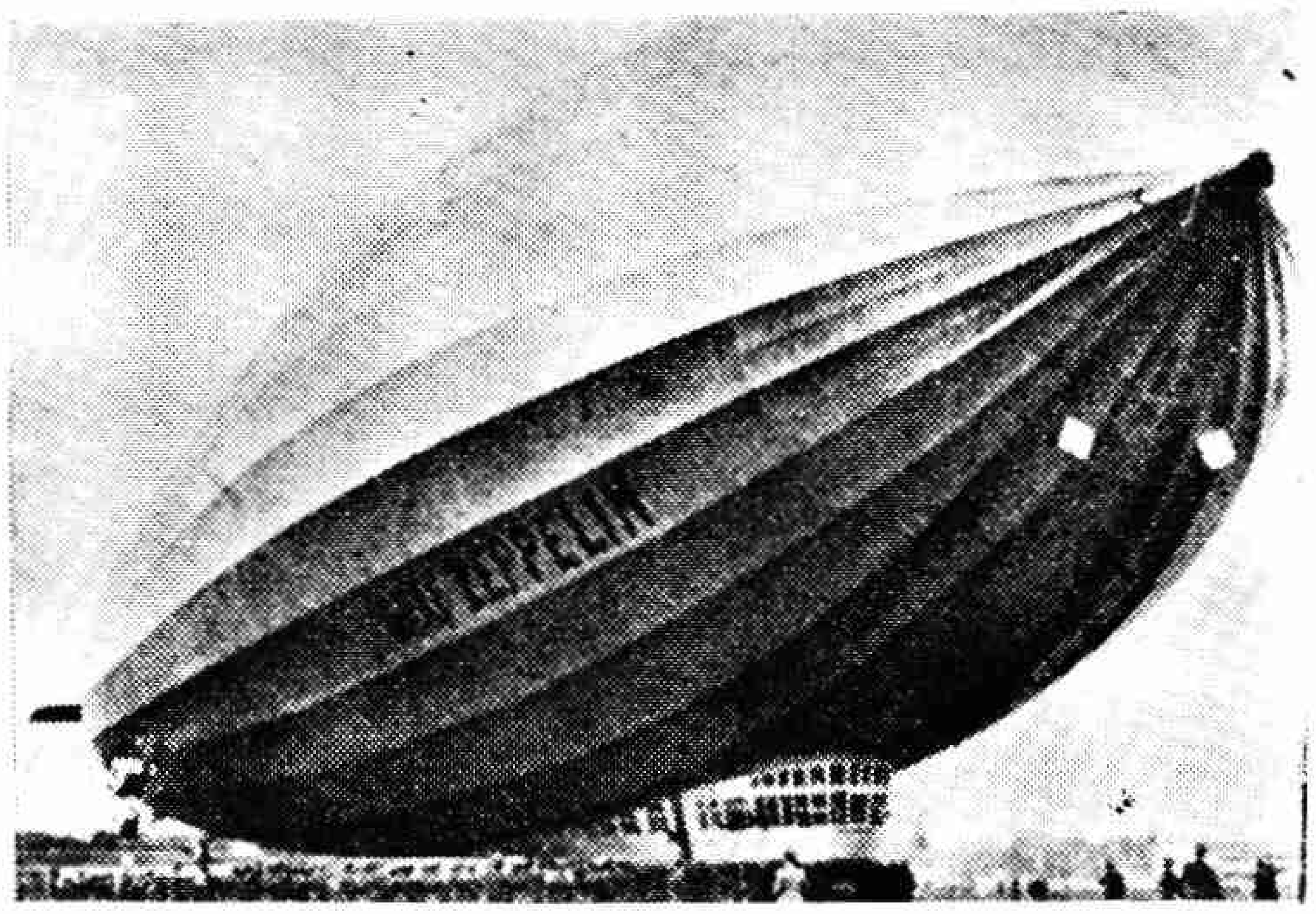
బ్రిటనులో నిర్మించి ప్రవేశపెట్టిన హోవర్ క్రాఫ్ట్ : ఇది ప్రపంచములో కెల్ల పెద్దది. దీని బరువు 165 టన్నులు. ఒకేసారి 254 మంది ప్రయాణీకులను, 30 కారులను గాని; కారులు లేకుండా 609 మంది ప్రయాణీకులను గాని తీసికొని పోగలదు



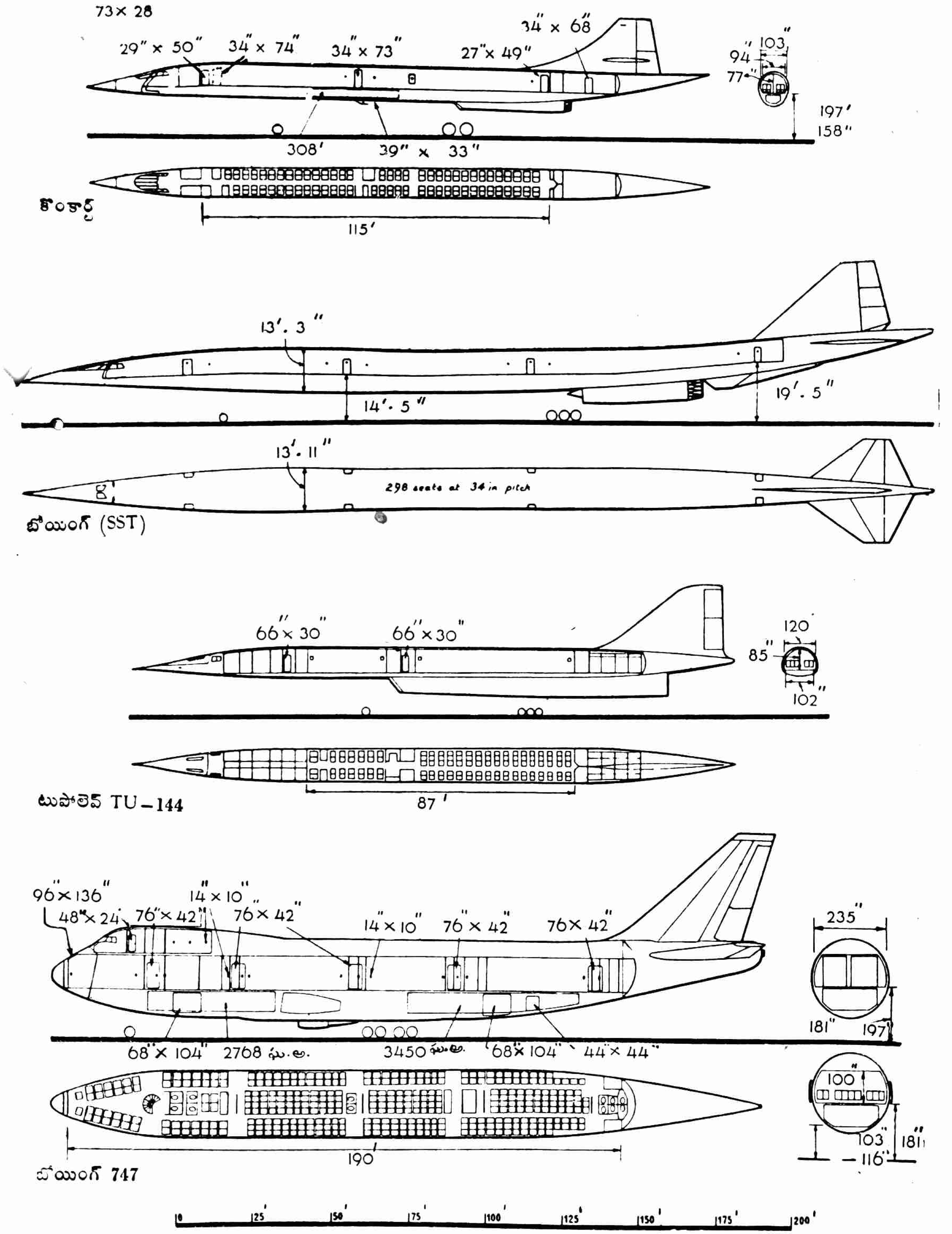
గాలి ఓడ



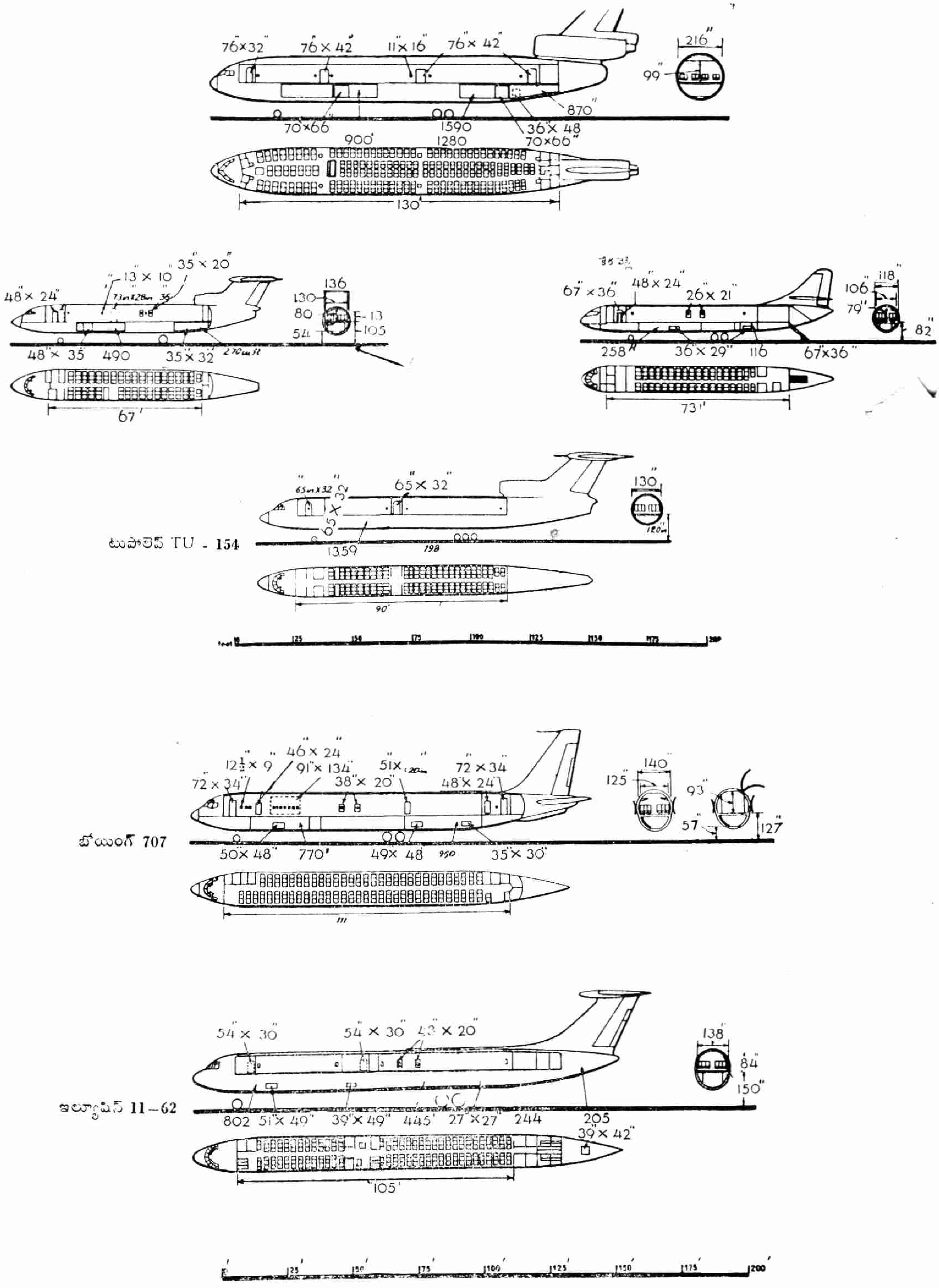
జెప్లిన్ గాలి ఓడ



1928 ప్రాంతమున జర్మనీనుండి యునైటెడ్ స్టేట్ కు పయనించిన గ్రాఫ్ జెప్లిన్ అనబడు గాలి ఓడ

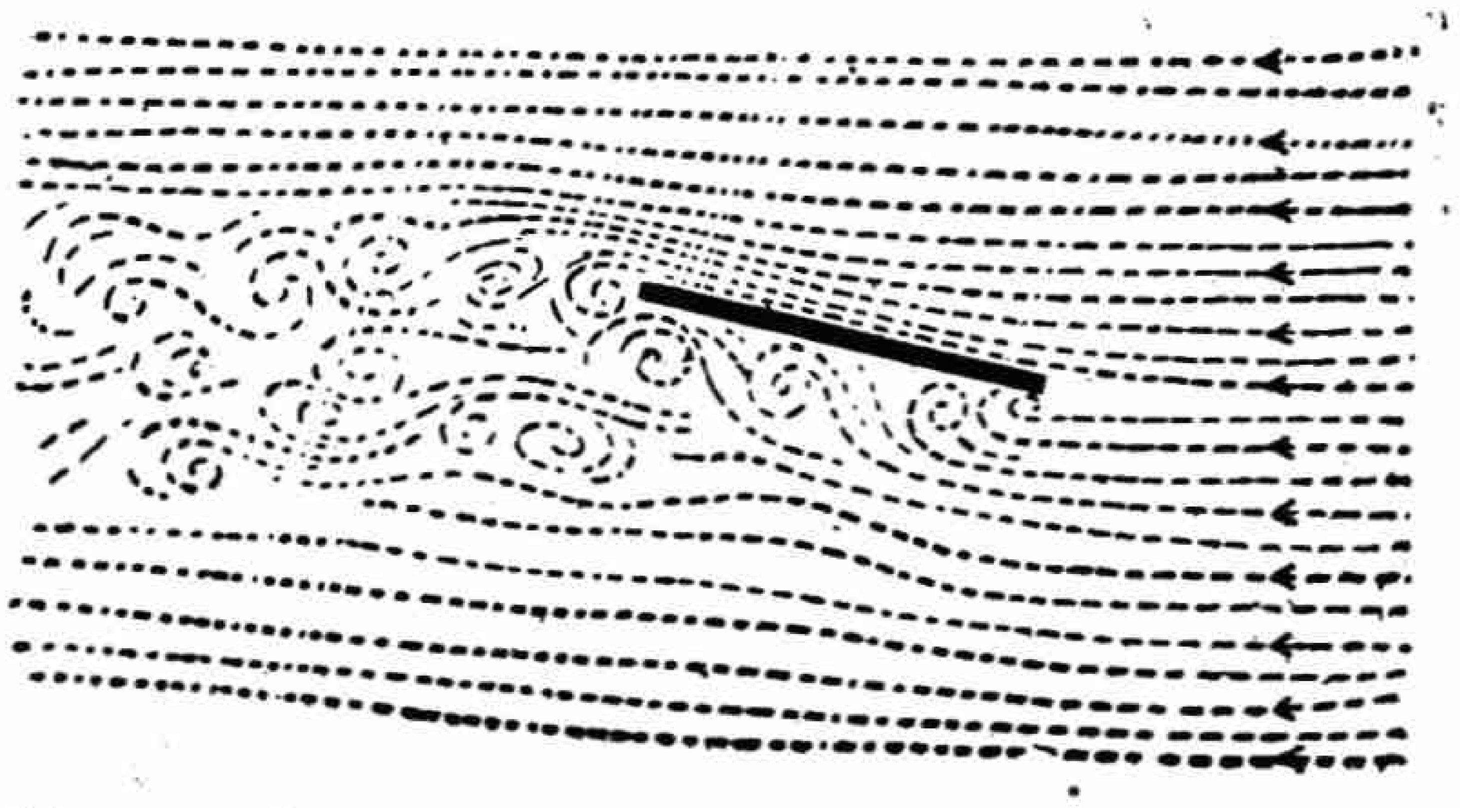


మున్ముందు వాడుకలోనికి రాబోవు పౌర విమానముల స్థూల స్వరూపములు



నేడు వాడుకలో ఉన్న పౌర విమానముల స్థూల స్వరూపములు

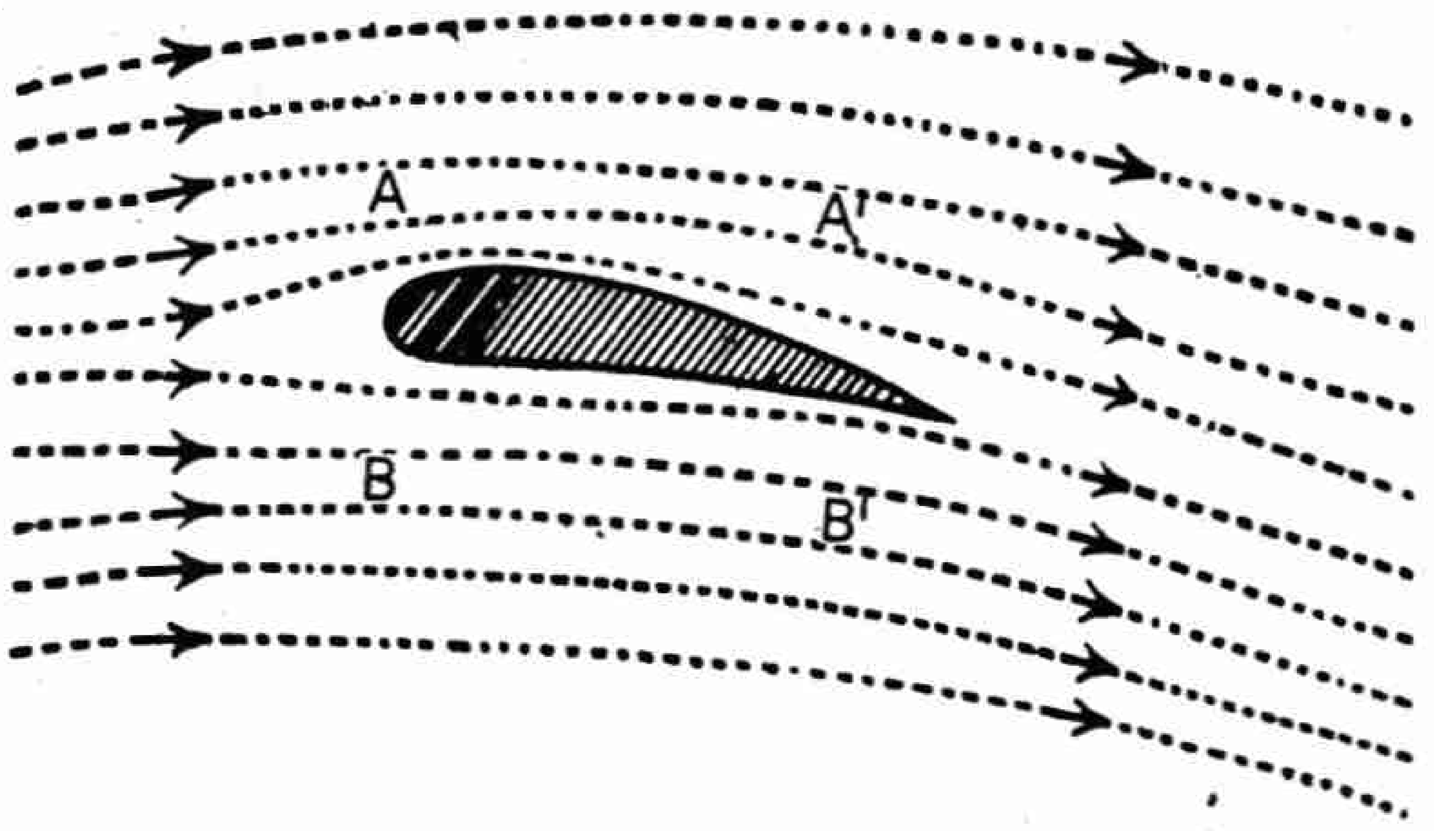
ఎక్కువ డ్రాగ్‌కు కారణము. ఈ సమస్యను పరిష్కరించుటకు చదును ప్లేటు ముందుభాగమును తగిన విధముగా తీర్చిదిద్దుదురు. ఇట్లు చేయుటలో దాని ఆకారము వక్ర



చిత్రము - 2

చదును పలకముపై గాలి ప్రవాహస్వభావము

ముగా ఉండును. అట్లు వక్రముగా చేయునపుడు అది ప్రవాహి పథస్వరూపమున ఉండునట్లు చేయుదురు. అనగా అప్పుడు విచలనమొందిన గాలి ప్రవాహము ప్లేటు ముందు అంచును తాకి పోవుచుండును. ఈ విధముగా ముందు అంచున పొడచూపు సంక్షోభము పరిహరించబడి డ్రాగ్ చాల వరకు తగ్గి లిఫ్ట్ ఎక్కువ అగును. నిర్మాణ సిద్ధాంత

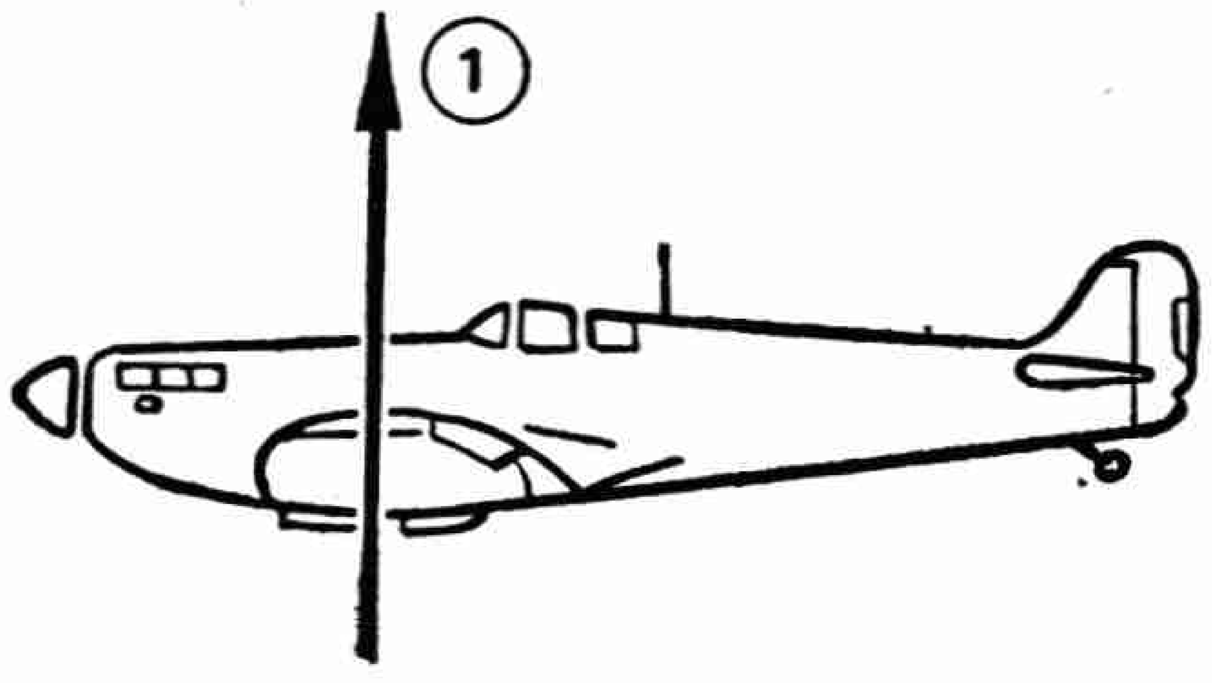


చిత్రము - 3 ఎయిరోఫాయిల్

రీత్యా ప్లేటు పలుచగా ఉండుట అంతగా మంచిది కాదు. అందువలన అది కొంచెము మందముగా ఉండునట్లు ఎంచుదురు. అప్పుడు దానియందు ఇతర ఘటకములను అమర్చుటకు సాధ్యమగును. ఇది ఎయిరోఫాయిల్ మూల స్వరూపము. విమానపు రెక్క స్థూలస్వరూపమును చిత్రము 1 *a* లో చూడనగును [చూ. చిత్రము - 2, 3].

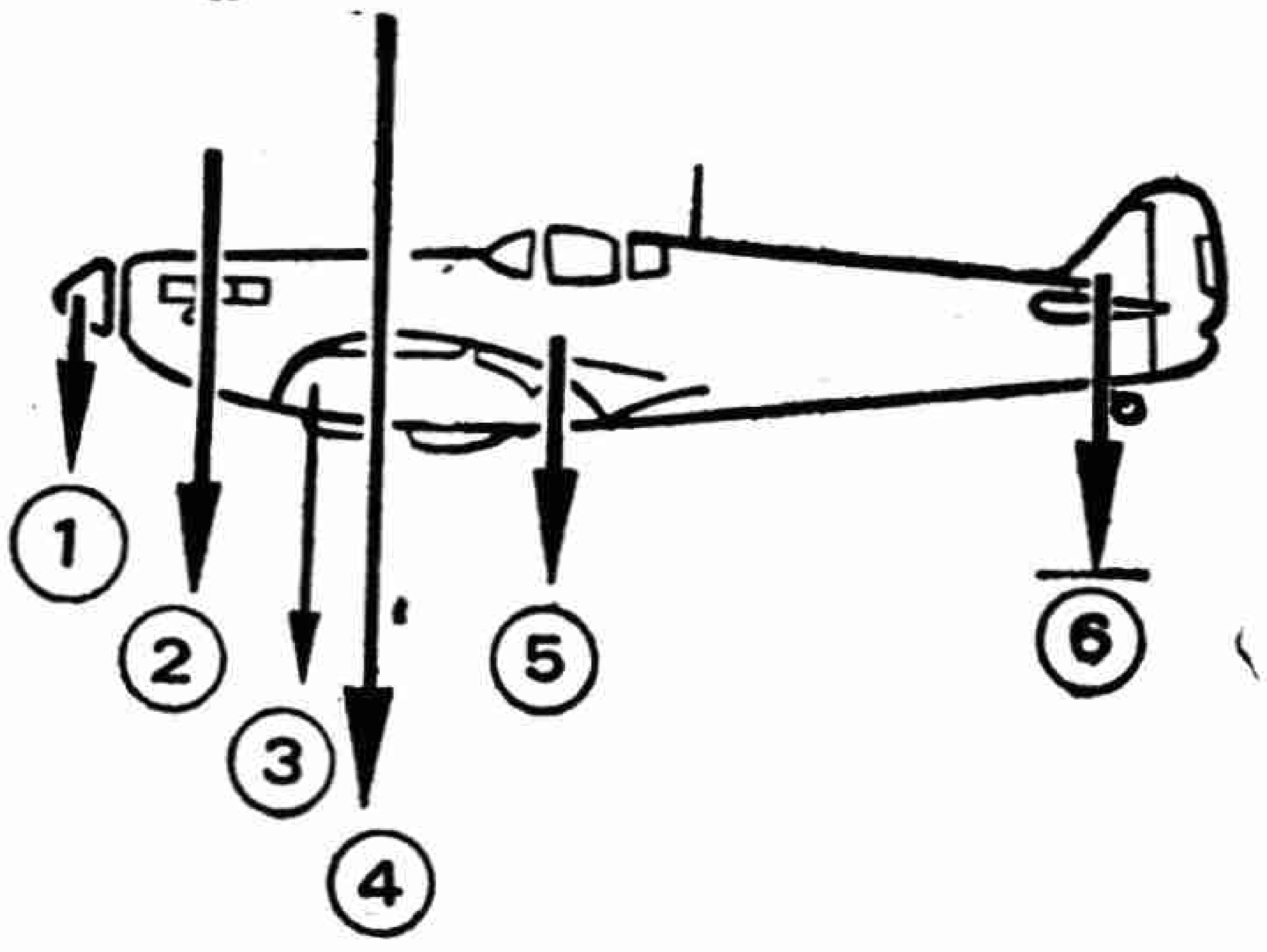
రెక్కలు : విమానమునందు లిఫ్ట్‌ను ఇచ్చు ప్రధాన తలములు రెక్కలు. పార్శ్వముగా చట్రమునకు అడ్డముగా అవి వ్యాపించి ఉండును. వీటి స్వరూపములు కూడ భిన్నములుగా ఉండును. రెక్కల మధ్య భాగమును అంగ (స్పాన్) అందురు. ఒక్కొక్కప్పుడు రెక్కలు వెనుకకు తిరిగి ఉండును.

చతుర్బలములు : విమానమును ఆకాశమున కుదుపులు లేకుండా ఎగురునట్లు చేయుటకు నాలుగు విధములైన బలములు పనిచేయుచున్నవి. అవి : 1. లిఫ్ట్ ; 2. బరువు ; 3. త్రస్ట్ ; 4. డ్రాగ్ [చూ. చిత్రము - 4].



చిత్రము - 4 : మొత్తము లిఫ్ట్

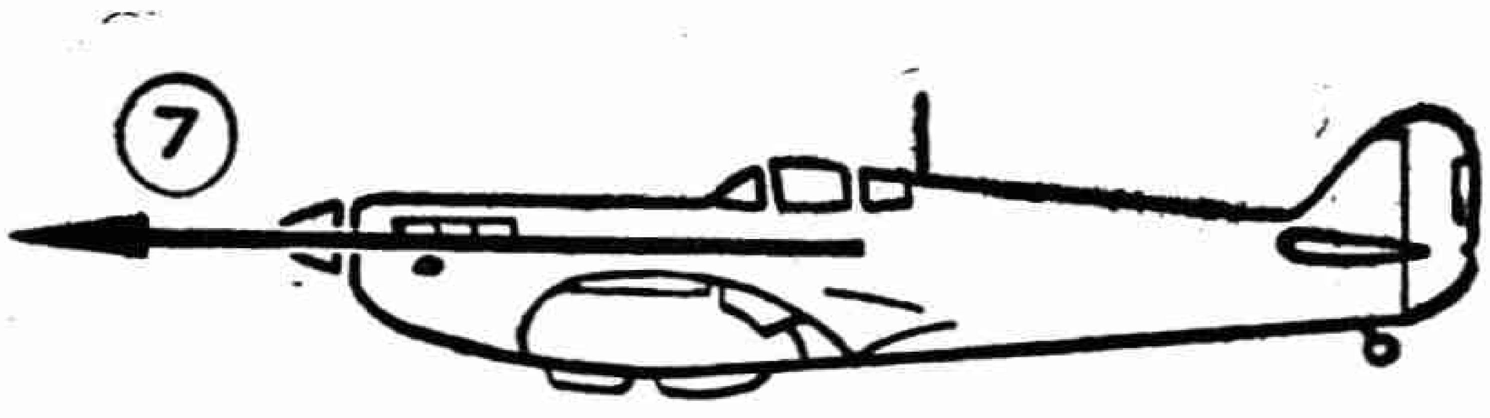
ఎయిరోఫాయిల్ లిఫ్ట్‌ను సమకూర్చును. ఇది విమానపు గమన దిశకు ఎల్లపుడు లంబముగా పనిచేయును. గురుత్వాకర్షణ బలమును ప్రతిఘటించి, విమానమును గాలిలో ఉండునట్లు లిఫ్ట్ పనిచేయును. ఏదో ఒక నిర్దిష్ట వేగముతో



చిత్రము - 5 : బరువు

1. ప్రొపెల్లరు ; 2. ఇంజను, ఇంధనము ; 3. అండర్ క్యారేజి ; 4. మొత్తము బరువు ; 5. చట్రము ; 6. తోక.

విమానము ముందుకు చలించినపుడే లిఫ్ట్ ఉత్పత్తి అగును. అందుకు గాను ముందుకు త్రోయు త్రస్ట్ అవసరము. త్రస్ట్‌ను ప్రొపెల్లరు సమకూర్చును. విమానము యొక్కయు, దాని రెండు ఎయిరోఫాయిల్‌ల

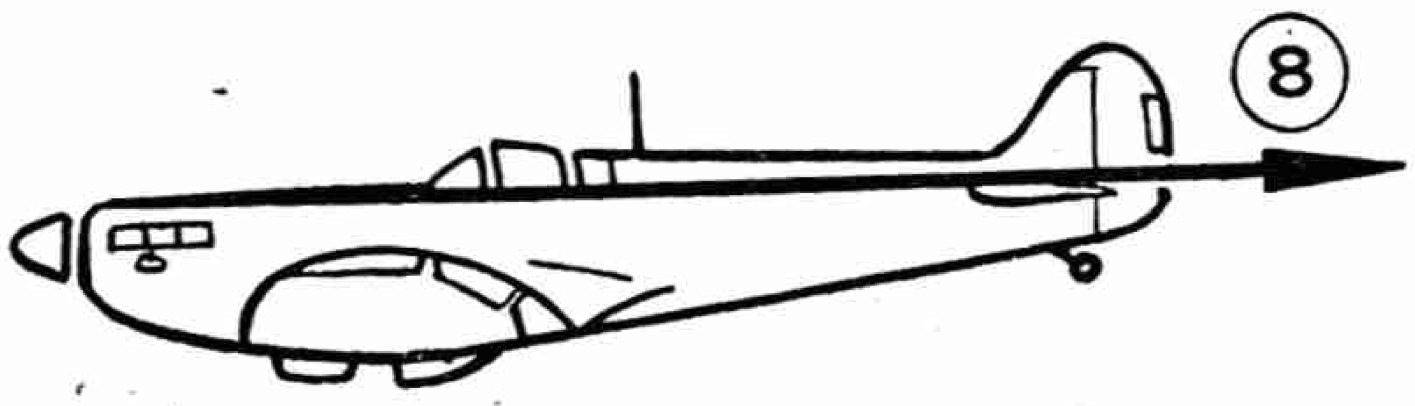


చిత్రము - 5 a : త్రస్ట్

యొక్కయు నిరోధము ముందుకు పోవు గమనమును ప్రతిఘటించుచుండును. ఇవి అన్నియు కలిసి త్రస్ట్‌ను ప్రతి

ఘటించుచు విమానముయొక్క మొత్తపు డ్రాగ్‌గా పరిణమించును. ఈ చతుర్బలములు తటస్థ స్థితిలో ఉండి విమానమునకు స్థైర్యమునుకూర్చును. ఒకవేళ ఏ కారణముచేతనైనను విమానము ఎగురు పరిసరములందు పవనముచెలరేగినను, ఇంజనుసామర్థ్యమునందు మార్పులువచ్చినను విమానము సంక్షోభమునకు గురి అయి దారితప్పుట సంభవించును. సాధారణముగా ఇటువంటివి అల్పస్థాయిలో సంభవించుట అనివార్యము. అప్పుడు వైమానికుడు తన చాకచక్యమును ఉపయోగించి విమానమును యథాస్థితికి తెచ్చును [చూ. 757 లోని చిత్రము 5, 5 *a*].

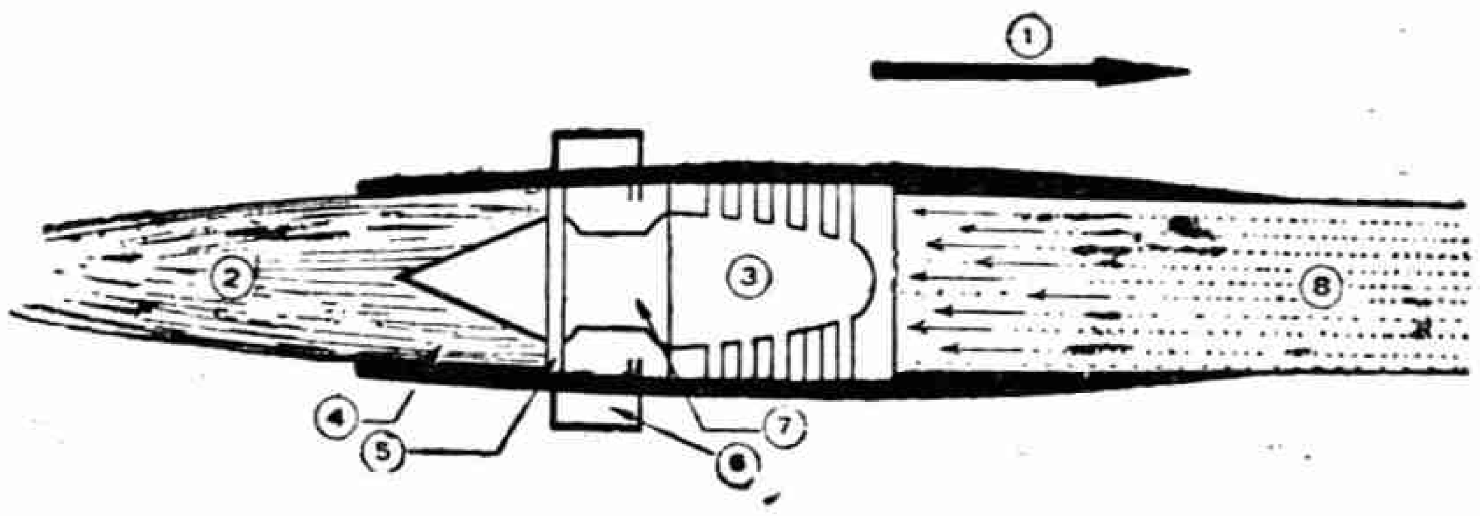
డ్రాగ్: విమానము ఎగురునపుడు దాని రెక్కలు విమాన గమనమును నిరోధించుచుండును. ఈ నిరోధమును డ్రాగ్ యొక్క రెండు ఘటకములుగా చెప్పవచ్చును. 1. ప్రేరిత డ్రాగ్; 2. ప్రొపెల్ డ్రాగ్. ఇందుప్రేరిత డ్రాగ్ ప్రవాహదిశ విచలనమువలన అసలు దిశనుండి క్రిందికి ఉండును. ఎయిరోఫాయిల్ లిఫ్ట్‌కు ఇదియే కారణము. ఇక ప్రొపెల్‌డ్రాగ్ అనునది ఎయిరోఫాయిల్ ఆకారమును బట్టియు, రెక్క ఉపరితల స్వభావమును బట్టియు ఉండును. మొత్తపు డ్రాగ్‌ను రెక్క డ్రాగ్ అందురు. ఇదిగాక, విమానము ఇతర భాగములు కూడ కొంతవరకు నిరోధమును కల్పించుచుండును. దీనిని 'పేరాసైడ్‌డ్రాగ్' అందురు. మొత్తపు డ్రాగ్‌ను కనిష్ఠ స్థాయికి తగ్గించుటకు విమానము యొక్క బాహ్య రూపురేఖలను తీర్చి దిద్ది నునుపుగా ఉండునట్లు చేయుదురు. మొత్తము డ్రాగ్‌నుబట్టి విమానమునకు కావలసిన విద్యుచ్ఛక్తి అవసరములను నిర్ణయింతురు. ఇక మిగిలిన అదనపు విద్యుచ్ఛక్తిని విమానమునందు ఇతర విధములైన వాటికి వినియోగింతురు [చూ. చిత్రము - 6].



చిత్రము - 6: డ్రాగ్

స్థైర్యము, నియంత్రణ: వాస్తవమునకు విమానము దాని గమనమునకు సంబంధించిన మూడు తలములందును అది తటస్థ స్థైర్యమున ఉండువలెను. మూడు తలములందును ఏ తలముననైనను వైమానికుడు (పైలటు) అవసరమును బట్టి విమానమును నియంత్రించుటకు వీలుగా ఉండవలెను. సంప్రదాయ విమానయంత్రములలో స్టెబిలైజర్‌లు అనునవి తోకభాగమున వర్టికల్/హారిజాంటల్ స్థానమున అమరి ఉండును. చుక్కాని, ఎలివేటరు, ఎయిర్‌లాన్స్ అనునవి నియంత్రణ తలములు. ఇందు చుక్కాని నియంత్రకము దిశలు మారుటకును, ఎలివేటర్ నియంత్రకము ముక్కుకు సూటిగ దిగుట, ఎక్కుట గమనములను నియంత్రించుటకును, ఎయిర్‌లాన్స్ నియంత్రకము రోలింగ్ చలనమును నియంత్రించుటకును ఉపయోగపడును. ఎలివేటర్‌ను పిడి లేదా చక్రము ద్వారా నియంత్రింతురు. పిడి అయిన దానిని మీదికి త్రోయుదురు. అప్పుడు విమానము క్రిందికి దిగును. చక్రము వెనుకకు త్రిప్పిన పైకి వెళ్లును. చుక్కాని నియంత్రకము కాళ్లచే నియంత్రింపబడును ఎయిర్‌లాన్స్ పిడిచేగాని, చక్రముచేగాని నియంత్రింతురు. పిడి అయినచో అటు-ఇటు కదుపుదురు. చక్రము అయినచో త్రిప్పుదురు. ఒక రెక్కపై ఎయిర్‌లాన్స్ పైకి లేచిన, రెండవ రెక్కపై క్రిందికి దిగును.

ప్రొపెల్షన్: విమానము ఒక స్థాయిలో ఎగురుచున్నపుడు త్రస్ట్ డ్రాగ్‌కు సమానము అగును. విమానమును త్వరియింపజేయవలెనన్న డ్రాగ్ కంటె త్రస్ట్‌ను అధికీకరించవలెను. విమానము ఎత్తును అందుకొనుచున్నపుడు త్రస్ట్ డ్రాగ్‌ను తట్టుకొనుటతోబాటు విమానము యొక్క బరువులో భాగమును కూడ భరించుచుండవలెను. ప్రొపెల్లరు ద్వారా ఇంజను ఈ త్రస్ట్‌ను సమకూర్చుచుండును. ప్రొపెల్లరు సహాయములేకుండగనే త్రస్ట్‌ను అందజేయు ఇంజనుకు



చిత్రము - 7: టర్బోజెట్ ఇంజను

1. విమాన గమన దిశ (ముందుకు); 2. జెట్ నిర్గమనము; 3. కంప్రెసరు; 4. సన్నని రంధ్రము (నాజిల్); 5. టర్బయిను; 6. ఇంధన మందిరము; 7. దహన మందిరము: 8. గాలి.

జెట్ ఇంజను అని పేరు [చూ. చిత్రము - 7]. జెట్ ఇంజనులలోని రకములు; టర్బోజెట్, రామ్‌జెట్. సాధారణమైన పిస్టన్ ఇంజను ద్వారా కూడ త్రస్ట్‌ను సమకూర్చవచ్చును. కొన్ని రకముల విమానములు చిత్రము - 8 లో చూపబడినవి.

రెండవ జెట్‌యుగము - జుంబో జెట్‌లు: 1970 నుండి ప్రారంభమగు దశాబ్దమును రెండవ జెట్‌యుగమని పేర్కొనుచున్నారు. బోయింగ్ 747-అను భారీవిమానము

పౌర విమానయానమునందు ప్రవేశించుచున్నది. దీని రాకతో విమానయానము మరింత శీఘ్రమగుటయే గాక, సౌకర్యములతో సమకూడి ఉండును. భద్రతతో బాటు విమానయానము చౌక కూడ అయినది. ఇంతవరకు నిర్మించిన విమానములలో అది బ్రహ్మాండమైనదిగా చెప్పుకొనుచున్నారు. దీని తోక ఆరంతస్తుల మేడంత ఎత్తు ఉండును. 362 మంది మొదటి తరగతి ప్రయాణీకులను గాని, 490 మంది సాధారణ తరగతి ప్రయాణీకులను గాని ఒకేసారి తీసికొనిపోగలదు. ప్రాట్ & విట్నీ జాతికి చెందిన నాలుగు ఇంజనులు ఈ విమానమునకు శక్తిని అందించును. ఒకేసారి 365 టన్నులు (విమానము, ప్రయాణీకులు, సరుకులు, ఇంధనము వంటి వాటి బరువు) మొత్తము బరువుతో గంటకు 1000 కి. మీ. (625 మైళ్లు) వేగముతో పయనించును. ఇపుడు 160 మంది ప్రయాణీకులను ఒకేసారి మోసుకొనిపోవుచున్న బోయింగ్-707 కన్న గంటకు 80 కి. మీ. (50 మై) ఎక్కువ వేగముతో పయనించును. మధ్యన ఎక్కడా ఆగకుండా న్యూయార్క్‌లో బయలుదేరి 10,720 కి. మీ. దూరమున ఉన్న టోక్యో చేరుకొనగలదు. ఈ ఏడాది (1970) పాన్ అమెరికన్ విమాన సంస్థ వాణిజ్య సరళిలో బోయింగ్ - 747 జంబో జెట్‌లను న్యూయార్క్ - ఫ్రాంక్‌ఫర్ట్ నగరముల మధ్య నడుపుచున్నది. భారతదేశమున ఎయిరిండియా సంస్థ మార్చి, 1971 లో జంబోజెట్‌లను ప్రవేశపెట్టవచ్చును. జంబో జెట్‌లు భారీ పరిమాణము గలవి కాబట్టి అవి దిగుటకు, ఎగురుటకు విమానాశ్రయములందు భారీ రన్‌వే కావలయును. ఇప్పుడు ఉన్న 45 మీ. (147′) రన్‌వే వెడల్పును 60 మీ. (193′) పెంచుటకు ఏర్పాటు చేసిరి. 11 ఏండ్ల క్రితము పాతపిస్టన్ ఇంజను విమానములను త్రోసిరాజని పౌర విమానయానమున బోయింగు - 707 విమానములు, డగ్లస్ DC-8 ప్రవేశించి పెద్ద మార్పు తెచ్చినవి. ఇప్పుడు బోయింగ్ - 747 అవతరించుటతో విమానయానమున మరొక బ్రహ్మాండమైన మార్పు రానున్నది. జంబో జెట్లకు సాటిగా DC-10, లాక్‌హెడ్‌కు-1, 1011, ఎయిర్ బస్సులు కూడ త్వరలో రానున్నవి. ఇవి కూడ 345 మంది ప్రయాణీకులను ఒకేసారి తీసికొని పోగలవు. ఫ్రాన్స్, జర్మనీ ఉమ్మడి సంస్థ 255 మందిని తీసికొని పోగల A-300 ఎయిర్ బస్సును ప్రవేశపెట్టినది. ఇక శబ్దాతీత వేగమున పయనించు సోవియట్ రష్యా TU-144, ఫ్రెంచి-ఇంగ్లీష్ కాంకార్డే అనునవి 1973 నాటికి మొదటి సారిగా వాణిజ్యసరళిని అందుకొనగలవని చెప్పుచున్నారు. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో బోయింగు సంస్థ సిద్ధపరచిన SST (సూపర్‌సానిక్ ట్రాన్స్‌పోర్ట్) అను నది కూడ 1973 నాటికే వాణిజ్య స్థాయిని అందుకొనగలదు.

క్రొత్త జెట్‌యుగమున విమానము రూపురేఖలు బాగుగా మారిపోయినవి. మాటవరుసకు బోయింగ్ - 747 విమానము నిటారుగా ఉండి, 2½ మీ. (8½′) ఎత్తు ఉండును. ఇప్పటి జెట్ విమానముకంటె 747 నేలనుండి ఆకాశమును అందుకొనునపుడు తక్కువ శబ్దము చేయును. గంటకు 232 కి. మీ. వేగమున దానికి లిఫ్ట్ చేకూరును. 747 కుదుపులు లేకుండ ఎటువంటి సంక్షోభములందైనను ఎగురగలుగునంత భారీ అయినది. పైలటు 12 మీ. (40′) ఎత్తున కూర్చుని ఉండును. ప్రయాణీకులకు అన్ని విధములా సౌకర్యములు సమకూర్చుటే గాక, బోయింగు-747 నందు భద్రత కూడ కలదు. ఇందు 'ఇనర్షియల్ నావిగేషన్ సిస్టమ్' అను అత్యంత ఆధునిక పరికర సంపత్తి సహాయమున ఆటో పైలటు పనిచేయును. పైలటు పొరపాటు చేయుటకు వీలులేదు. బోయింగు - 747 నందు సిబ్బంది ముగ్గురు. పైలటు, కోపైలటు, ఫ్లైట్ ఇంజనీరు. ఒక బోయింగు-747 విమానము ఖరీదు సుమారు 150 కోట్ల రూపాయలు. ఇది ఎల్లపుడును ఒక స్థాయి ప్రేషమువద్ద ఉంచబడుటచే విమానము బరువునకు ఒక టన్ని గాలి చేరి ఉండును.

శబ్దాతీత విమానము - కాలభావము: వచ్చే దశాబ్దిలో శబ్దాతీత జెట్ విమానము పౌర విమానయానమునందు ప్రవేశించుటతో కాలభావమునందు మార్పు ఒక పెద్ద సమస్యగా పరిణమించును. పైన చెప్పిన కాంకార్డే సూపర్సానిక్ విమానము ఆకాశమున సూర్యుడు అభివ్యక్తముగా పయనించు వేగముకంటె అధిక వేగమును అందుకొనును. సూర్యభ్రమణము గంటకు 1120 కి. మీ. (700 మై.) వేగముతో జరుగుచుండగా, కాంకార్డే విమానము అంతకు రెట్టింపు వేగమున - గంటకు 2240 కి. మీ. (1400 మై.) - అట్లాంటిక్ మహాసముద్రమును మూడు గంటలలో దాటును. లండను నగరము నుండి ఉదయము 8 గంటలకు బయలుదేరిన కాంకార్డే న్యూయార్క్ చేరుసరికి అ రోజే ఉదయము 6 గంటలు అగును.

వర్టికల్ టేకాఫ్ & లాండింగ్ విమానములు (VTOL): విమానము సైజు పెద్దది అగు కొలది విమానాశ్రయము నందలి హాంగులు కూడ భారీగా ఉండవలసి ఉన్నది. నగరమునకు సమీపమున విలువయిన నేలను ఇందులకై ప్రత్యేకించుట కూడ అనుభవమునందు సాధ్యముకాని పని. నిటారుగా పైకి లేచి, క్రిందికి దిగు రకపు విమానములు అంతగా పెద్ద విమానాశ్రయములు అవసరము లేకుండగనే సరిపెట్టుకొనును. ఇందులకు ఉదాహరణ హెలికాప్టర్.

అయితే, హెలికాప్టర్‌లలో ప్రయాణముచేయువారికి చప్పుడువలన అసౌకర్యము కలుగును. అంతియేగాక, సుదూర ప్రదేశముల మధ్య హెలికాప్టర్‌లను నిర్వహించుట ఖర్చుతో కూడినపని. దీనికి పరిష్కారమార్గము జెట్ ఇంజనులను బిగించిన VTOL విమానములు. ఇందు రెండు విధములు కలవు. ఒకరకమునందు ఎక్కుటకు, దిగుటకు జెట్ ఇంజనులను ఉపయోగించి, మిగతా విమాన ప్రయాణమునకు ఇతర విధములయిన ఇంజనులను ఉపయోగించుట. రెండవ రకమునందు మొత్తము విమాన ప్రయాణమునకు హారిజాంటల్ ఇంజనులను ఉపయోగించి, ఎక్కునపుడు, దిగునపుడు మాత్రము జెట్‌ను విడుదల చేసి క్రింది వైపునకు విచలనము నొందించుట. ఈ పద్ధతియందు అనవసరముగా ఎక్కుటకు, దిగుటకు మాత్రము ప్రత్యేకమైన ఇంజనులను మోయవలసిన పని లేదు.

గాలి ఓడ : విమానమునందు తేలిక అయిన వాయువులను అందించి, గాలి ఓడను ఆకాశమున నడుపుదురు. దీనినే 'డిరిజబుల్ గుమ్మటము' అని కూడ అందురు. ఇందు దోసకాయ మాదిరి చట్రము కలిగి, పై భాగము నునుపుగా ఉండును. వాయువును బంధించుటకు ఒకటిగాని, అంతకంటె ఎక్కువగాని మందిరములు ఉండును. తోక వైపు చుక్కాని నియంత్రకము ఉండును. సిబ్బంది, ప్రయాణికులు కూర్చొనుటకు ఏర్పాట్లు ఉండవలెను; ప్రొపెల్లర్ ఏర్పాటు కూడ ఉండవలెను.

లిఫ్టు : గాలికంటె తేలిక అయిన వాయువును ఉపయోగించుటవలన గాలి ఓడకు లిఫ్టు సమకూరును. ఈ వాహనముపై నెరపబడు వాయుగతి బలముల ఫలితముగా కొంత లిఫ్టు చేకూరును. గాలి ఓడలో వినియోగపడు వాయువులు హైడ్రోజన్, హీలియమ్. హైడ్రోజన్ ఎక్కువ లిఫ్టును ఇచ్చును. అయితే, హీలియమ్ జడ వాయువు అగుటచేతను, మండు స్వభావము లేకపోవుట చేతను హీలియమ్‌ను ఉపయోగించుట భద్రతతోకూడినదై ఉన్నది. హైడ్రోజన్ మండు స్వభావము గల వాయువు. హైడ్రోజన్ 10% మాత్రమే లిఫ్టు సామర్థ్యము కలదగుటచే 30 మొదలు 50 శాతము వరకు బరువును మోయగలదు. హీలియమ్‌ను యునైటెడ్ స్టేట్‌నందు భారీ రాశులలో ఉపయోగించుచున్నారు.

చట్రము : గాలి ఓడ యొక్క చట్రము నిర్మాణము నందు రెండు విధములైన నిర్మాణములను ఉపయోగించుచున్నారు. ఒకదానియందు పొరలు గల ప్లాస్టిక్కును ఉపయోగించుచున్నారు. రెండవ విధానము దృఢమైన నిర్మాణము. ధాతువు, కర్ర, ప్లాస్టిక్కు వంటి సామగ్రి ఇందులకై వినియోగింపబడుచున్నది.

గాలి ఓడ ఉపయోగములు : జెప్లిన్, విడెన్‌బర్గ్ అనునవి రెండును జర్మనీలో రూపుగొని వ్యాపార సరళిని అందుకొనిన గాలిఓడలు. ఇందులో ఒకటి సైనిక అవసరములకు కూడ వినియోగము అగుచుండెడిది. వ్యాపార ప్రకటనలకు మాత్రము ఆనాడు గాలి ఓడలను వ్యాపార సరళిలో వినియోగించుచుండెడివారు. సైనిక స్థావరములందు పారాకాయుటకు, జలాంతర్గాములను తరుముటకు ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధసమయమున గాలి ఓడలను వాడిరి.

హొవర్ క్రాఫ్ట్ : ఇందు విమానము గాలి తలగడపై పయనించును. గాలి తలగడ ప్రత్యేకముగా నిర్ణీతమైన ప్రొపెల్లర్ సహాయమున రూపుగొనును. ఈ గాలి తలగడ అది పయనించు ఉపరితలమునకు కొద్ది. సెం. మీ. పైన ఏర్పడి ఉండును. క్రింద గట్టి భూమి గాని, బురద నేల గాని, నీరు గాని ఏదయినా ఉండవచ్చును. ఇది గాలిలో భ్రమించుటచే దీనికి హోవర్ క్రాఫ్ట్ అని పేరిడిరి. ఇది సుమారు హెలికాప్టర్ పనిచేయునట్లే పనిచేయును. మరొక విధానమునందు క్రింది భాగమున అత్యధిక గాలి ప్రేపమును కల్పించుట ఫలితముగా గాలి తలగడ ఫలించును. మూడవ విధానము కూడ కలదు. అన్ని విధానములందును నేల సన్నిహితముగా ఉండుటచే వీటిని 'గ్రౌండ్ ఎఫెక్ట్ విమానములు' అని కూడ పేర్కొందురు [చూ. వాయుగతి శాస్త్రము పు. 713 ; విమాన చలనము - పు. 743 ; విమానాశ్రయములు].

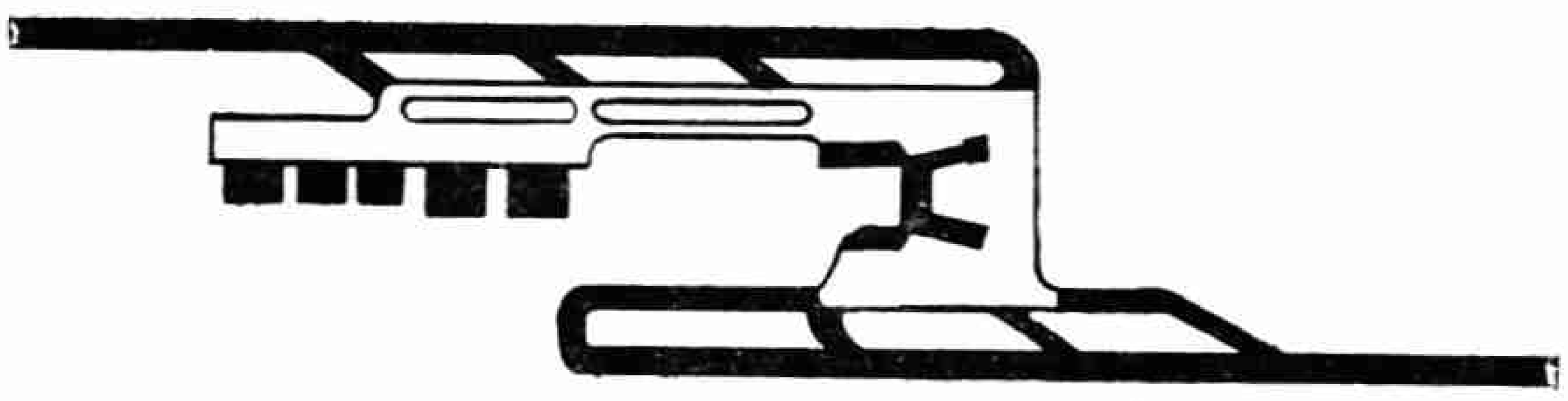
వి. వి. ఎల్. రావు.

విమానాశ్రయములు : దేశము యొక్క ఆర్థికాభివృద్ధి రవాణా సౌకర్యములపై ఆధారపడి ఉండును. రవాణా సాధనములు అనేకములు ఉన్నను, విమానముల ద్వారా సరుకు రవాణా శీఘ్రతమము, సదుపాయము, రవాణాకు అగు కాలము తగ్గుటయే కాక వాయు విమాన వహనము మానవసంఘమందు చాల ప్రధానమైన మార్పులను తెచ్చిపెట్టినది. విమాన వహనము క్రిందటి రెండవ ప్రపంచయుద్ధము తరువాత జనాదరమును ఆర్జించినది.

విమానాశ్రయ నిర్మాణమందు తొలిమెట్టు విమానముల నమూనాలను గురించిన జ్ఞానము. తరువాత, విమానాశ్రయము కొరకు స్వీకరించవలసిన కార్యకలాపములు. విమానముల ఉపయోగ సౌకర్యముల సంపాదన యోజనకు వివిధ రకముల విమానముల నిర్మాణ జ్ఞానము అవశ్యకము. ప్రయాణికులను మోసికొనిపోవు విమానములు 21 మొదలు 150 మంది ప్రయాణికుల సామర్థ్యము కలిగి ఉండును.

నాలుగువందల మంది ప్రయాణీకులను మోయగల జంబో జెట్‌లు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. అంతకంటెను పెద్దవగు కొంకార్డ్ విమానములు రాగలవని అనుకుంటున్నారు.

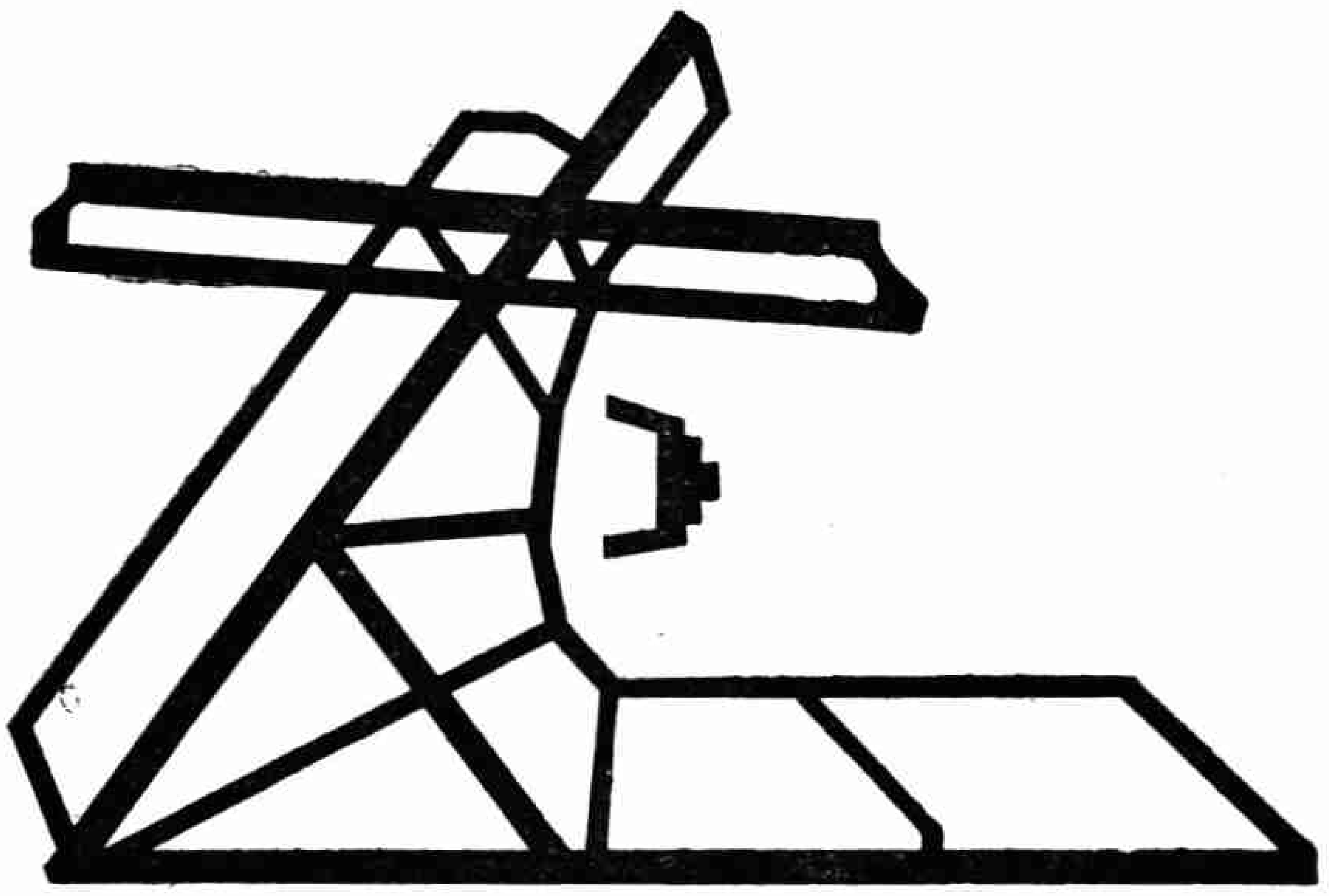
తరువాత విస్తరణకు వీలయిన పరిమిత వైశాల్యములో విమానాశ్రయమును నిర్మించుట చాల సాధారణమైన పొరపాటు. ఇట్టి సంకుచిత నిర్మాణ ఫలము ఏమన, స్థిరాభి



చిత్రము - 1

జంట మార్గములు గల రన్‌వే స్వరూపము

వృద్ధికి తావులేకుండ, ఉపయోగము కుంటువడి, కొనకు నూతన స్థలమును ఎన్నుకొనవలసిన ఆవశ్యకత తల యెత్తును. అందువలన, ఒక నూతన విమానాశ్రయమును ఎన్నుటలో, ప్రస్తుతావసరములకు చాలినంత వైశాల్యమునే ఆక్రమించుటకే కాక, భావికాలమందు వెలుగుచూచు వ్యవహారములకు కూడ ఆకాంక్షించుటకు వీలైనంత విస్తృతిని ఉండ చూడవలెను.

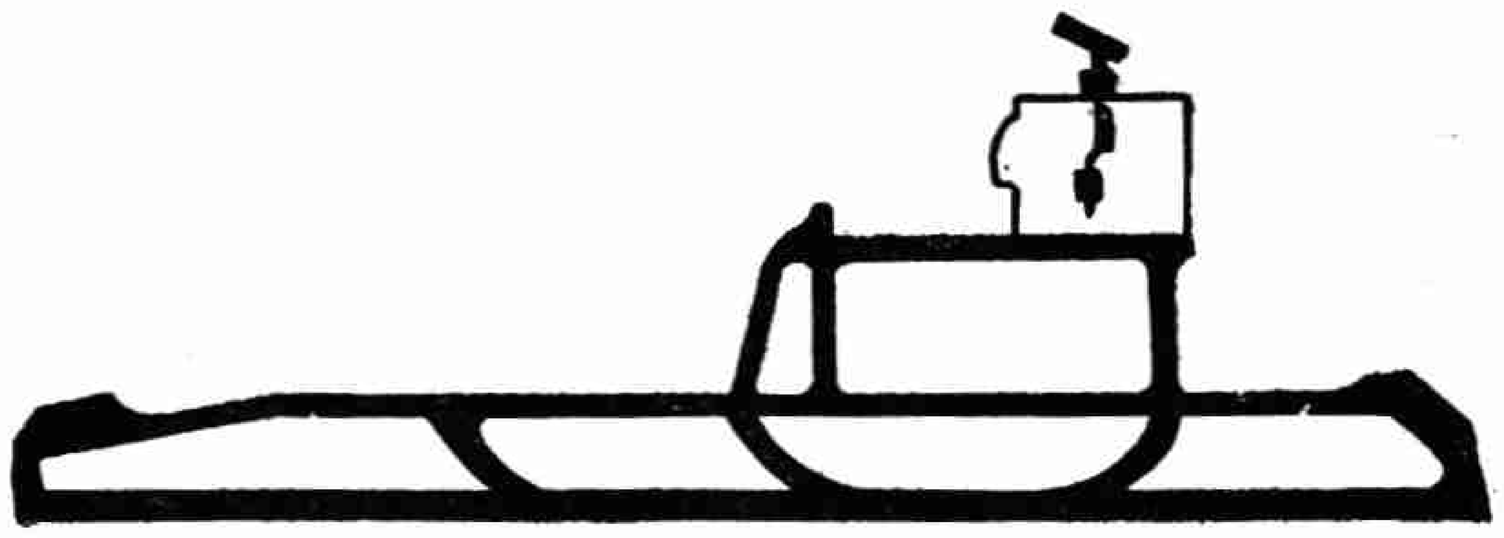


చిత్రము - 2

మూడు మార్గములు గల రన్‌వే స్వరూపము

ప్రయాణీకులు, సరుకులు, తపాలా మొదలగు బాహ్య వస్తువుల ఘన పరిమాణమునకు తగినట్లు గ్రహించు పట్ల సేకరించబడవలసిన భూతార్థములు. (*a*) విమానాశ్రయము పనిచేయు వైశాల్యము; (*b*) ఆ వైశాల్యమందు వసించు జనముయొక్క, ఇతరులయొక్క ప్రభవ స్థానము, గమ్యస్థానము; (*c*) విమానాశ్రయముచే పనిగొను దేశముయొక్క జనాభి వృద్ధి; (*d*) తలకు అగు రాబడి విస్తారము; (*e*) వర్తక వ్యవహార విధములు; (*f*) టోకు, చిల్లర క్రయ వ్యాపారము, బ్యాంకు నిల్వలు; (*g*) సన్నిహిత దేశ ఖండముల దూరము, జనాభా, ఆర్థిక లక్షణములు; (*h*) భౌగోళీయ, సామాన్య వహనాంశములు.

క్రొత్త విమానాశ్రయ నిర్మాణమునకై స్థలమును ఎన్నుకొనుటలో ఈ క్రింది అంశములు సమాలోచనలోనికి గ్రహించబడవలెను : 1. పరిసరములను అభివృద్ధిచేయు పథకములు ; 2. వాతావరణ పరిస్థితులు ; 3. నేలపై రవాణాకు వీలగునట్లు అమర్చబడిన రోడ్డు మార్గములు ; 4. విస్తరణకు ఆవశ్యకమగు భూమియొక్క సౌలభ్యము ; 5. తక్కిన విమానాశ్రయములకు గల సామీప్యత; 6. చుట్టుపట్ల గల అడ్డంకులు ; 7. నిర్మాణార్థిక సౌలభ్యము ; 8. ఉపయోగముల ఉపలభ్యత మొదలగునవి.



చిత్రము - 3

ఏకమార్గము గల రన్‌వే స్వరూపము

విమానాశ్రయ పరిమాణము క్రింది అంశములపై ఆధారపడి ఉండును. 1. ఆ విమానాశ్రయమును ఉపయోగించుటకు ఆకాంక్షించబడిన విమానముల కార్య దక్షతా లక్షణములు, వాటి పరిమాణములు; 2, ఆకాంక్షించబడిన వ్యాపార విస్తారము ; 3. వాతావరణ పరిస్థితులు ; 4. స్థలముయొక్క ఎత్తు ; 5. సంకట హేతువులు చాల తగ్గి ఉండుట.

విమానాశ్రయవిన్యాసము : విమానాశ్రయమును రెండు విభాగములుగ విభజించవచ్చును. అందొకటి అవతరణ భాగము (దీనికి కార్యప్రయోజక భాగమని కూడ పేరు కలదు). రెండవది : పార్శ్వాంతిక లేదా సాంకేతిక భాగము: అవతరణ ప్రదేశ భాగమందు ఉడ్డయిన పథములు, పరస్పర సంబంధము కల మోటారు బండ్ల మార్గములు, పార్శ్వాంతిక ప్రదేశమునకు తీసికొని పోగల మోటారు రోడ్ల అతిక్రమణ పథములు, భుజములు, వేడిచేయు తల్పములు మొదలైనవి ఇమిడి యుండును [చూ. చిత్రములు - 1, 2, 3].

పార్శ్వాంతిక భాగమందు సంరక్షణ ప్రస్తరములు, ప్రయాణీకుల నిరీక్షణ భవనములు, మోటారుకార్ల నిక్షేపించుటకు నిర్ణీతమైన స్థలములు, విమాన వసతి స్థానములు మొదలైనవి ఉండును.

ఎస్. ఎస్. ఎల్. రావు.

విరంజన చూర్ణము, క్లోరీన్ : క్లోరీన్ ఆకుపచ్చ, పసుపు వర్ణములు కలసిన రంగు కలది. అది సామాన్యమైన గాలికన్న 2·5 రెట్లు ఎక్కువ బరువు కలది. తక్కిన రాసాయనిక ధర్మములు కలది [చూ. సం. 2 పు. 308].

ఈ వాయువు ఉనికి 1770 లో కనుగొనబడినది. విరంజన (రంగుల రద్దుచేయు) చూర్ణముగ 19 వ శతాబ్దములో శీఘ్రముగ వాడుకలోనికి వచ్చినది.

తయారు చేయుటకు ఉపయోగ్యమైన పారిశ్రామిక విధానములు నేడు ముఖ్యముగ విద్యుత్తు వినియోగము పైననే ఆధారపడి ఉన్నది. తక్కిన విధానములు అమలులో లేవు. అందులకు ముఖ్యముగ అచ్చముగ సముద్రపు నీటిని విద్యుద్విశ్లేషణమునకు గురిచేసిన ధన ధ్రువము దగ్గర క్లోరీన్, ఋణధ్రువమువద్ద సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ జనించును.

ఈ పనికై ఉపయోగపడు రెండు రకముల పాత్రలు కలవు: 1. మధ్యపటల ఘటములు (డయాఫ్రమ్ సెల్); 2. పాదరస ఘటములు (మర్క్యూరీ సెల్). మధ్యపటల పరికరమందు ధనాగ్రభాగమునుండి రాతినార (అస్ బెస్టాస్) తో చేయబడిన పటలముగుండ లవణజలము ఎడతెగకుండా ప్రవహించుచుండును. ఈ పటలమునకు అంటిపెట్టుకొని ఇనుప ఋణాగ్రము ఉండును. లవణజల ప్రవాహము వెనుకకు మరలకుండ లవణజలప్రవాహపు రేటు సవరించబడును. ఈ కారణమున లవణములో ఒక భాగమే రాసాయనికముగ పరివర్తన చెందును. ఇనుప అగ్రము వద్ద హైడ్రోజన్ అయన్‌లు విడుదల అగును. అగ్రము చుట్టూ లవణద్రావణ మధ్యమున సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ఏర్పడును. ఈ భాగమందు మార్పుచెందని లవణ ద్రావణము చాల ఉండును. ఈ ద్రావణమును బాష్పీకరించి లవణమును వేరు చేయుదురు. దీనినుండి కాస్టిక్ సోడాను సాధించు మార్గము వేరుగ ఉన్నది [చూ. కాస్టిక్ సోడా - పు. 294]. పాదరస ఘటములందు పాదరసము ఋణాగ్రముగ పనిచేయును. దీనిపై విడివడు ఆల్కలీధాతు అయన్‌లు ధాతు పరమాణువులుగ మారి, చుట్టు ఉన్న పాదరసముతో రసధాతుమిశ్రము ఏర్పడును. ఈ రస మిశ్రము ఇంకొక పరికరములోనికి పంపబడి, శుద్ధ జలముతో కలసి రాసాయనికముగ పరివర్తనము చెంది, కాస్టిక్ సోడా ద్రావణముగ మారును; ఇందు లవణము లేశమైన ఉండదు. లెక్కకు 1000 ఆంపియర్ గంటల విద్యుత్తు 1·327 కి. గ్రా. క్లోరీన్, 0·0377 కి. గ్రా. హైడ్రోజన్, 1·495 కి. గ్రా. సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌ను ఉత్పాదించ గలదు. కాని, ప్రయోగమందు విద్యుత్తు పలువిధముల వమ్మగుటచే సిద్ధాంత గణన ప్రకారము ఉత్పాదన సంభవించదు. నూటికి 95 లేదా 96 భాగములు మాత్రమే ఉత్పత్తి సాధ్యమగును.

సముద్ర లవణ జలమందు కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ లవణములు, ఇతర అవాంఛనీయ ఘటకములు మలినముగ ఉండుటచేత లవణ జలమును శోధనక్రియకు గురిచేయవలెను. కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ లవణములను సోడియమ్ కార్బొనేట్ వలన అవక్షేపించి ఒడ్డిగిలించవచ్చును.

పాదరసఘటముల విషయములో ఘటకములనుండి పైకి పొర్లు లవణజలమును పొడి లవణముచే సంతృప్తము కావించి, అందు లీనమై ఉన్న క్లోరీన్‌ను ఒడ్డిగిలింతురు.

విద్యుచ్ఛక్తి సరఫరా: క్లోరీన్ ఘటములకు ఋజు విద్యుత్తు ఆవశ్యకము గనుక, ఆవర్తి విద్యుత్తును ఋజు విద్యుత్తుగా మార్చుటకు ఆవశ్యకములగు పరికరములు క్లోరీన్ పరిశ్రమకు అవసరములు.

క్లోరీన్ శీతలీకరణము, నిరార్ద్రీకరణము, ద్రవీకరణము: విద్యుత్తురాసాయనిక ఘటములనుండి ఉత్పన్నమగు క్లోరీన్ ఒత్తిడి కొంచెముగ తగ్గించిన గ్రాహకములలో సంగ్రహింతురు. ఈ వాయువునందు నీటి ఆవిరియే కాక, ఉప్పు నీటి తుషారము, కొంచెము కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ గాలి, కొంత హైడ్రోజన్ కలసి ఉండును. దీనిని సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చే నిరార్ద్రీకరించి 20°C కు శీతలీకరింతురు. పొడివాయువును 20 — 150 వాతావరణ ప్రేషమునకు గురిచేసి తరువాత శీతలీకరింతురు. చివరకి ఇది ద్రవముగా మారును.

హైడ్రోజన్ శీతలీకరణము, సంపీడనము: డయాఫ్రమ్ లేదా పాదరసఘటములనుండి లభ్యమగు హైడ్రోజన్ పుట్టుకతోనే పరిశుద్ధముగ ఉండునుగనుక, దీని పారిశ్రామిక ఉపయోగమునకై మరి వేరే శోధనక్రియలను కోరదు. శీతలీకరణ గోపురములలో ఈ వాయువును చల్లపరచి, ఉన్నత ప్రేషములకు గురిచేయుదురు. ఈ సంపీడనమునకు కావలసిన ప్రేషము, ఇంకను ఆవశ్యకమైన సంస్కార క్రియలు ఆ హైడ్రోజన్‌ని ఉపయోగించు వ్యవహారములపట్టి ఉండును.

విరంజన చూర్ణము (బ్లీచింగ్ పౌడర్): విరంజన చూర్ణము క్లోరీన్ వాసన గల తెల్లటి చూర్ణము. ఇది క్లోరీన్ వాయువు, పొడిసున్నముల కలయికవలన జనించును. రంగులను రద్దుపరచుటకు క్రిమిహారకముగను వాడుకలో ఉన్నది. ఈ విషయమై దీనికి క్లోరీన్‌కు ఉన్న గుణములే కలవు. అతిశయిత తాపక్రియ పరిసరములలో ఇది రాసాయనికముగ విఘటించుటయే కాక, వాతావరణమందున్న

నీటి ఆవిరితోను, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌తోను ప్రతీకరించి దాని విరంజక క్రిమిహర ధర్మములను కోల్పోవును.

ఇదివరకటి ఉత్పత్తి విధానములో (ఇది ఇప్పటికిని విపులముగ వ్యాప్తిలో ఉన్నది) విరిసిన సున్నము (ముగ్గు) ను 50 — 70 మీ. మీ. దళసరిగల పొరలలో చతురస్రాకారము గల గదులలో పరచి ఆ సున్నమును కొంతసేపు కలుపుచుందురు. తరువాత ఆ గదులను మూసి వాటిలోనికి క్లోరిన్ వాయువును ప్రవేశపెట్టుదురు. ఈ వాయువు సులభముగా సున్నముచే పీల్చబడును. వాయువు సాంద్రముగా ఉన్న పరిస్థితులలో రాసాయనిక ప్రతిక్రియద్వారా అమితమైన వేడి ఉద్భవించును. ఈ వేడికి ఆ యౌగికము విఘటింపకుండ చేయుటకు శీతలీకరణము ఆవశ్యకము.

ఇటీవలి విధానములో గదులు ఉండవు. సున్నమును భూమట్టమునకు సమానాంతరముగ ఉండు గొట్టములలో పరచి, యాంత్రిక పరికరముల సహాయమున సున్నమును తోయుచు గొట్టములంట పంపుదురు. క్లోరీన్ వాయువును గొట్టములలో సున్నము ప్రసరించు దిశకు విరుద్ధ దిశలో పంపుదురు. ఈ ఉపాయముచే కూడ క్లోరిన్ సున్నముచే బాగుగ విచూషించబడును.

విరంజన చూర్ణము యొక్క రాసాయనిక సంకేతము సాధారణముగ $CaCl(OCl)$ అని చూపబడును. కాని, ఇది సజాతీయమైన, శుద్ధమైన ద్రవ్యము కాదు. దాని సగటు సంకేతము $CaCl\ (COCl)$, $Ca\ (OH)_2$ అని చూపవచ్చును. $Ca\langle^{Cl}_{OCl}$ కాల్సియమ్ క్లోరో హైపో క్లోరైట్ అను ఏక జాతీయ రాసాయనిక ద్రవ్యము ఉన్నదా లేదా అను సందేహము నేటికిని తీర లేదు.

విరంజన క్రియ : చూర్ణము ఆమ్ల మాధ్యమమున చూపు ప్రతిక్రియ కారణముగ హైపో క్లోరస్ ఆసిడ్ జనించును. ఆ ఆమ్లము ($HOCl$) నీటి సంపర్కమున హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్ ఆక్సిజన్ క్రింద విఘటించును. ఈ ఆక్సిజన్ రంగుతో రాసాయనికముగ కలిసి దానిని రద్దు చేయును.

$$HOCl \longrightarrow HCl + (O)$$

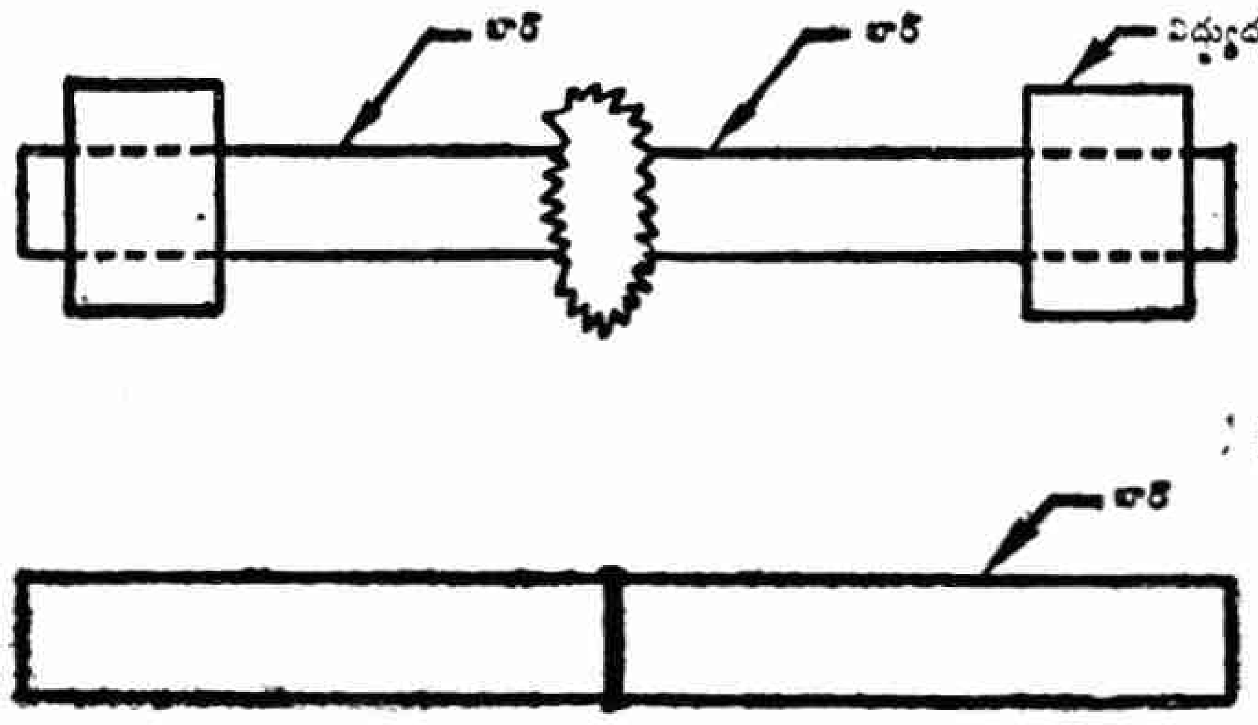
పి. ఎస్. మూ.

వెల్డింగు (సంధానము) : చేత ఇనుము పని ముట్లు తయారు చేయుటకు అలవాటుపడిన నాటినుండి ప్రాచీన మానవునికి ధాతుసంధానము పరిచితమైనదియే. ఇదియే వెల్డింగుకు పూర్వరూపము. ఇటీవల ఈ వెల్డింగు విధానమున క్రొత్తవి, ఎక్కువ దక్షత కలిగినవి వెలుగు చూచినవి. ఈ విధానములచే ధాతువుల, ధాతు మిశ్రముల సంధానము శీఘ్రముగాను, దక్షతతోను జరుపబడుచున్నది.

నేడు వెల్డింగు ప్రక్రియలు క్రింది పారిశ్రామిక ప్రక్రియలలో ప్రచురముగా వినియోగించబడుచున్నవి: ఆవిరి నౌకల తయారీ, రైల్వే ఇంజనులు, మోటారుకారులు, విమానములు, పరమాణు విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదకములు, ఆయుధములు, రోదసీ శకటములు, రవాణా పైపులైనులు, నిల్వ ఉంచుటకు ఉపయోగించు టాంకులు, బాయిలరులు, పీడపాత్రలు మొదలైనవి; గృహోపకరణ నిర్మాణమందు కూడ వెల్డింగు మిక్కిలి ఉపయోగ్యము. ధావన యంత్రములు, వంటపొయ్యిలు, శీతకములు, రేడియో వాల్వులు మొదలైన వాటికి వెల్డింగు ఉపకరించుచున్నది. తక్కిన సంధాన ప్రకారములకన్నను వెల్డింగు చాల చౌక. కొన్ని పట్ల మామూలుగా ఆవశ్యకమగు ఖర్చులలో సుమారు 40 శాతము పొదుపు చేయవచ్చును.

సాధారణముగ వెల్డింగు ప్రక్రియలను అయిదు తరగతులుగా విభజించవచ్చును : 1. కొలిమి వెల్డింగు; 2. ఆర్క్ వెల్డింగు ; 3. గాస్ వెల్డింగు ; 4. విద్యుత్తు నిరోధ వెల్డింగు ; 5. తెర్మిట్ వెల్డింగు.

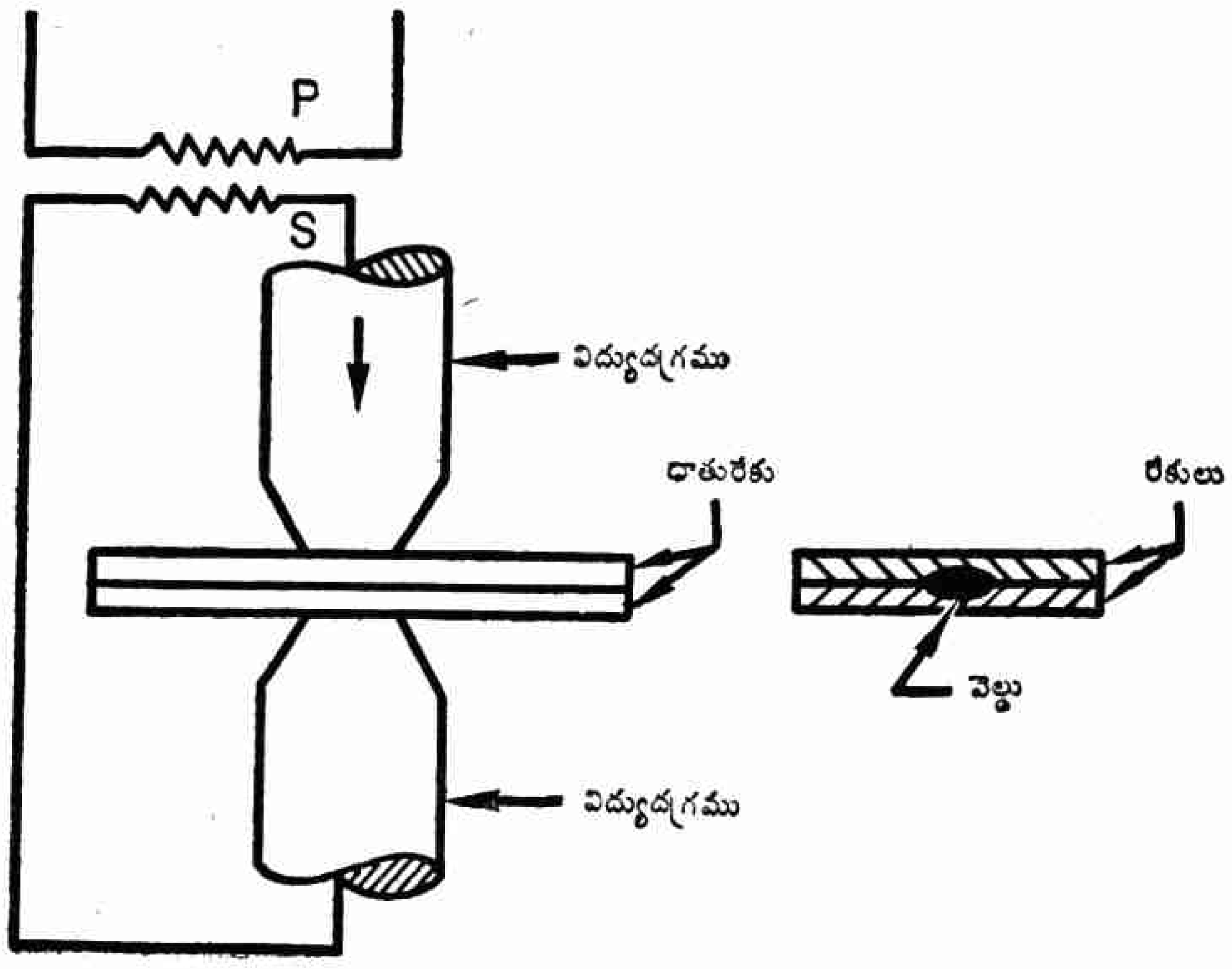
కొలిమి వెల్డింగు : ఇది చాల ప్రాచీన విధానము. కలుపు భాగములకు తొలిని ఉచిత రూపములను ఇచ్చి, సంధాన తాపక్రమము వరకు కొలిమిలో వాటిని కాల్చుదురు. తరువాత ఆ ఖండములను ఒక దానిపై మరొక దానిని ఉంచి అవి రెండును కలియువరకు సుత్తులతో మోదుదురు. ఒత్తిడిలో ఉండు గాస్ వెల్డింగులో అతుకబడు రెండు ఖండములును ఆక్సి ఆసిటిలీన్ దీపముతో వేడిచేసి దగ్గర పెట్టి బలముగా నొక్కుదురు [చూ. చిత్రము - 1].



చిత్రము - 1: కొలిమి వెల్డింగు

ఆర్క్ వెల్డింగు : ఇందు ఒక ఉక్కు కడ్డీ, వెల్డింగు చేయవలసిన ఖండము వీటి మధ్య ఒక విద్యుత్తు చాపమును స్థాపించి, చాప తాప కారణమున పనివస్తువును ఒక ద్రవరాశిగా కరగింతురు. రెండవ విద్యుదగ్రము కూడ కరగును. పైన చెప్పిన ద్రవీకృత ధాతువు ఈ ద్రవరాశి లోనికి మార్చబడును. ఈ ప్రక్రియయందు విద్యుత్తు చాపమును, ద్రవీకృత ధాతువును వాతావరణములోని

ఆక్సిజన్ ప్రభావమునుండి లేప కవచమును ఇచ్చి కాపాడ వలెను. కాన, విద్యుదగ్రములను ఉపయోగించి జరిపించు ఈ వెల్డింగు విధానము నేడు మిక్కిలి వ్యాప్తిలో ఉన్నది [చూ. చిత్రము 2].



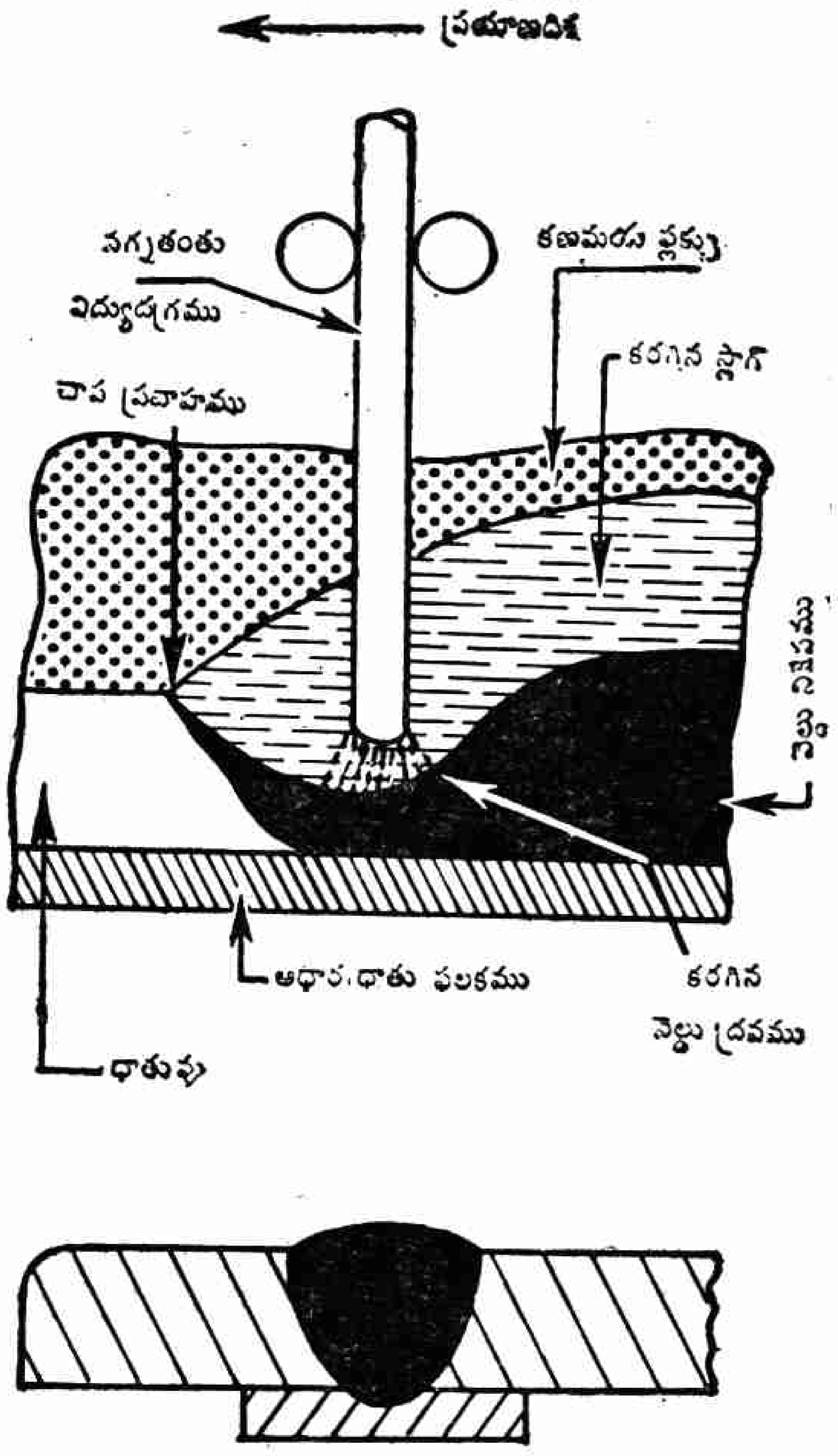
చిత్రము – 2 : ఆర్క్ వెల్డింగు

మగ్న చాపము : ఇది కూడ పై చాప విధానము యొక్క భిన్నరూపము. స్యందము (ఫ్లక్స్) విద్యుదగ్రముపై లేప కవచముగా ఆచరించుచు, చూర్ణ రూపమున విద్యుదగ్రముల మధ్య విస్తరించి ఉండును. ఈ చూర్ణము క్రిందనే చాపము జనించును; ధాతు వినిమయము కూడ చూర్ణము మాటుననే జరుగును. అందుచేతనే దీనికి 'మగ్నచాప విధానము' అని పేరు వచ్చినది.

జడవాయు కవచితమగు ధాతు చాపము : ఈ విధానమందు జడవాయు ఆవరణలో చాపము స్థాపింపబడును. టంగ్‌స్టన్‌తో చేయబడిన శాశ్వత విద్యుదగ్రమును ఉపయోగింతురు. పూరక చూర్ణమును తరువాత చేర్చుదురు. చూర్ణములో ఉంచిన కవచహీనమైన తంతువును విద్యుదగ్రముగా వాడుదురు. ఇది దహించుకు పోవు వేగముతో తంతిని చుట్టనుండి విద్యుదగ్రముగా తెరిపిలేకుండా ప్రవేశ పెట్టుదురు. ఇందువాడు జడవాయువులు : ఆర్గాన్, హీలియమ్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్. ఈ విధానము నేడు అత్యంత వ్యాప్తిని కన్నది.

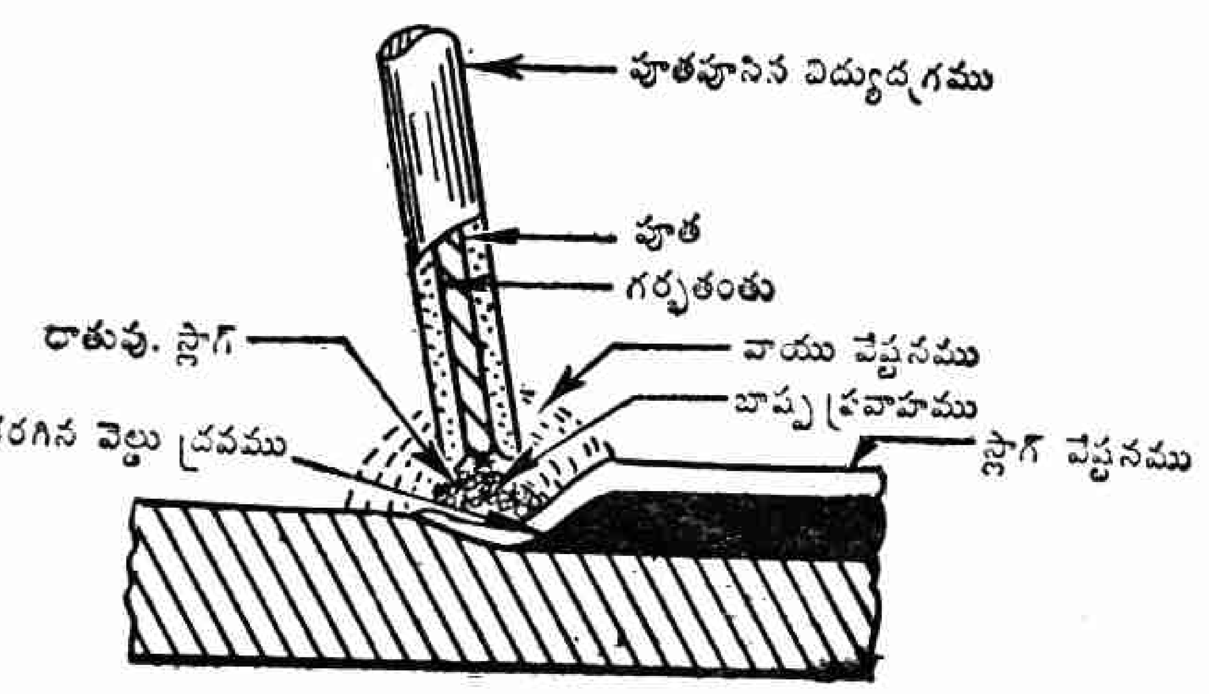
పరమాణు రూపముతో ఉన్న హైడ్రోజన్‌తో వెల్డింగు : చాపము గుండా ఒక హైడ్రోజన్ వాయు ధారను పంపుదురు; హైడ్రోజన్ అణువులు చాపము వేడిమికి పరమాణువులుగా విడిపోవును. ఆ చాపమునకు మరల కొంచము వెనుకకు హైడ్రోజన్ పరమాణువు మరల అణువులుగా మారుటలో అమితమైన వేడి జనించును. దీని ఫలముగ అత్యున్నత తాపక్రమము గల హైడ్రోజన్ జ్వాల యొకటి జనించును. ఈ జ్వాలయొక్క వేడిమి వెల్డింగు పనికి పిలిచ్చును [చూ. చిత్రము - 3].

ప్లాస్మా * చాపము : ఇది నూతన సృష్టి. మొదట ప్లాస్మాగా పరిణమించగల వాయువును ఒకదానిని ఋజు విద్యుత్తు ప్రవాహముచే జనింపజేయబడిన చాపము ద్వారా పంపుదురు. ఈ జ్వాలానాళము యొక్క ముఖద్వారమును సంకుచితముగా చేయుదురు. ఈ ముఖద్వారము విసురుతో ఆ వాయువును చాపముతో వాయువునకు సన్నిహిత



చిత్రము – 3 : నిమజ్జన చాప వెల్డింగు

సంపర్కము ఉండునట్లు పంపుదురు. ఈ వాయువులోని అణువులు అయన్‌లుగా మారి, బెజ్జము ద్వారా మిక్కిలి వేడిమిగల జ్వాల బయటకు వచ్చును. ఈ విధానమును

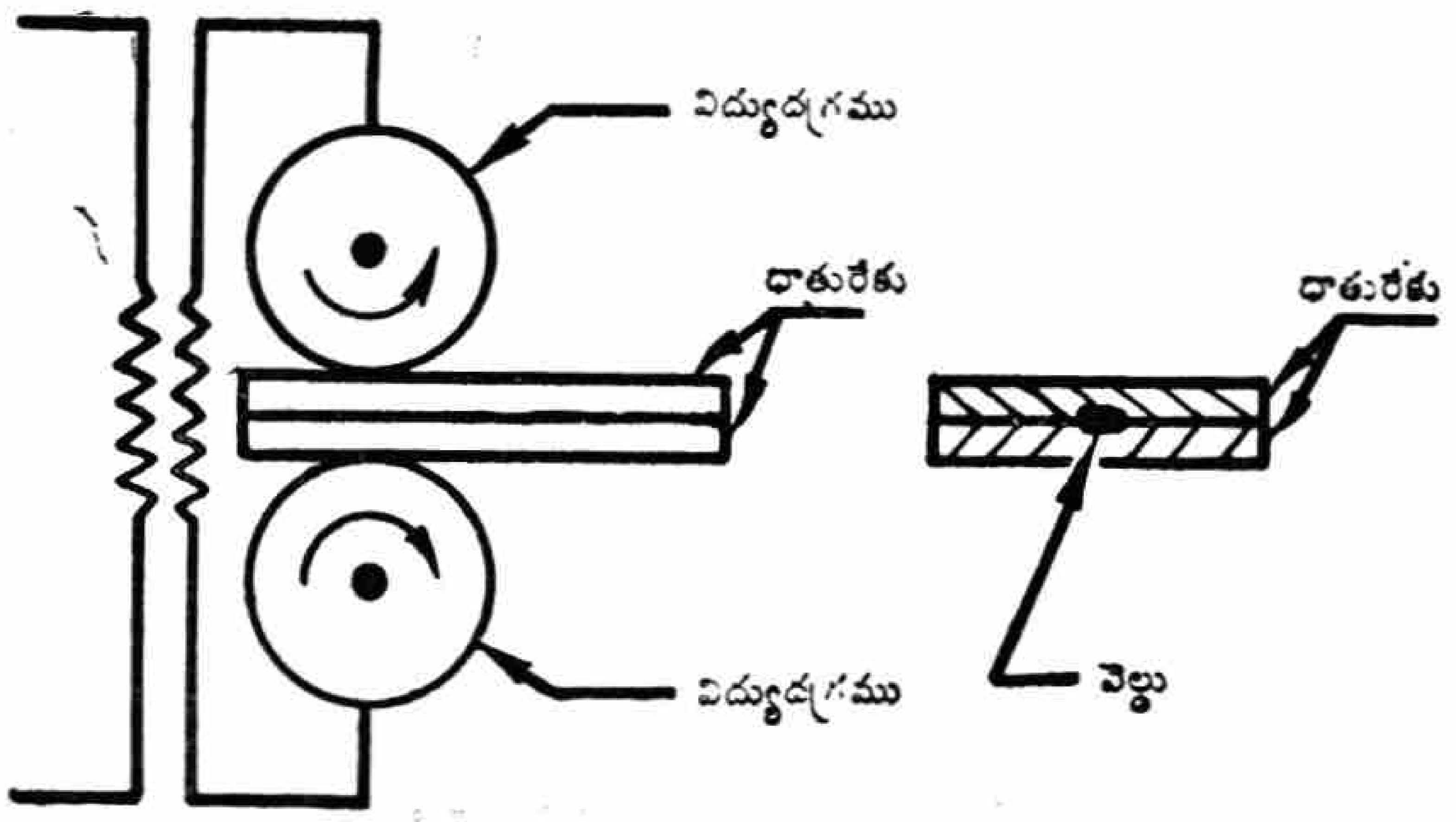


చిత్రము – 4 : ప్లాస్మా ఆర్క్ వెల్డింగు

కోయుటకు, వెల్డింగు చేయుటకు, వస్తువుల ఉపరి తలమును సంస్కరించుటకు వాడుచున్నారు [చూ. చిత్రము - 4].

* ప్లాస్మా : విద్యుత్తు ఉత్సర్గము ప్రసరించుచున్న నాళములో విద్యుదగ్రములమధ్య గల ద్రవ్యమునకు ప్లాస్మా అని పేరు. ఈ ప్లాస్మాలో ధన ఋణ అయన్‌లు సమ సంఖ్యలో ఉండును.

గాస్ వెల్డింగు: ఆక్సిజన్, ఆసిటిలీన్, ప్రొపేన్, బూటేన్ మొదలగు ఇంధనవాయువులతో కలిపి ఒక నాళపు బెజ్జము ద్వారా బయటకు పంపుదురు. ఆ బెజ్జము వద్ద వెలిగించినచో జ్వాల ఏర్పడును. ఆక్సీ-ఆసిటిలీన్ జ్వాల సుమారు 3000°C తాపక్రమమును అందుకొనును.



చిత్రము - 5: గాస్ వెల్డింగు

ఇనుము కలిసినవి, కలియనివి సంధానించుటకు ఈ జ్వాలను వాడుదురు [చూ. చిత్రము - 5].

కోయుట: కృంతన, ధమన నాళమందు ఉన్నత ప్రేషములో శుద్ధ ఆక్సిజన్‌ను ప్రవేశపెట్టుటకు ఇంకొక గమనమార్గము ఉండును. తొలిని ఆ ధాతువును అది మండు తాపక్రమము వరకు వేడి చేయుదురు. తరువాత ఆక్సిజన్ ప్రవాహమును జ్వాలలోనికి ప్రవేశపెట్టుదురు. ఈ మిశ్రజ్వాల ధాతువును కోసివేయును.

నిరోధ సంధానము (రెసిస్టెన్స్ వెల్డింగు): ఈ విధానమందు అతుకవలసిన రెండు ఖండములను దగ్గర పెట్టి విద్యుదగ్రముల మధ్య బలముతో నొక్కుదురు. తక్కువ వోల్టేజిలో పెద్ద విద్యుత్తు ప్రవాహమును విద్యుదగ్రముల మధ్య పంపుదురు. సంపర్కములో ఉన్న ఖండములు కాలి ఎర్రనై వెల్డింగు తాపక్రమమును అందుకొనును. తరువాత ఆ ఖండములను బలముతో అదుముదురు. ఆ భాగములు చివరకు అతుకుకొని పోవును.

తెర్మిట్ వెల్డింగు: అల్యూమినియము ధాతుచూర్ణమును ఐరన్ ఆక్సైడ్ చూర్ణముతో కలుపగా వచ్చు మిశ్రమునకు 'తెర్మిట్' అని పేరు. ఈ మిశ్రమును వేడిచేసిన అది వెలిగి, అల్యూమినియము చూర్ణము ఐరన్ ఆక్సైడ్‌తో రాసాయనికముగా కలిసి అతితప్తమైన ఉక్కు ఉద్భవించును. ఐరన్ ఆక్సైడ్ ఇనుముగా అక్సీహరించబడును. ఆ రాశి అంతయు ద్రవమై ఏక జాతీయ ద్రవ్యముగా ఫలించును.

సంధాన ప్రయోగమందు తెర్మిట్ మిశ్రమును అతుకబడు ఖండములకు సరిగా మీదను ఒక వేడిమికి తట్టుకొను మూసలో ఉంచి మగ్నీషియమ్ తీగెముక్కను వత్తిగా పెట్టి వెలిగింతురు. మూసలో కరిగి ఉన్న ఇనుమును ఖండములపై బడునట్లు అమర్తురు. ఆ ఖండముల చుట్టు కరగిన ఇనుము సర్దుకొని గట్టి అతుకు ఏర్పడును.

శీతల సంధానము: ఈ ప్రక్రియలో తన్యతా గుణము గలవి, మెత్తనివి అగు ధాతుమిశ్రముల పరస్పర సంధానమునకు ఈ విధానము వాడుకలో ఉన్నది. ఈ ప్రక్రియ పరిసర తాపక్రమములో ఒత్తిడిని పరపుటవలన సంధాన కార్యము నిర్వహింపబడును. రాగి, మెత్తటి అల్యూమినియము ధాతు మిశ్రముల మధ్య దృఢమైన సంధులు ఈ విధానము వలన సాధించబడును. ఎలక్ట్రాన్ కిరణ శలాక (ఎలక్ట్రానిక్ బీమ్), లేసర్, పారస్వనికములు (అల్ట్రాసానిక్స్) వీటిని ఉపయోగించి సంధానమును సాధించు ప్రక్రియలు ఇంకను వ్యాపార సరళిని అందుకొన లేదు. శ్రీవాత్సవ.

వ్యవసాయ యాంత్రిక శాస్త్రము: సం 8-పు. 711.

శబ్దలేఖనము - పునరుత్పత్తి: శబ్దమును లిఖించుట (రికార్డుచేయుట)కై 1876 వ సంవత్సర ప్రాంతమున అమెరికా దేశపు విజ్ఞాని థామస్ ఆల్వా ఎడిసన్ [చూ. పు. 258] కొన్ని ప్రయోగములు చేసెను. కాని, నేడు వాటికి చారిత్రాత్మకమైన ప్రాముఖ్యము తప్ప వేరొండు లేదు. రేడియో ప్రసారము, చలన చిత్రములు విరివిగా వ్యాపించుచున్న ఈ శతాబ్దమును సమగ్రముగా పునరుత్పత్తి చేయవలెనన్న జిజ్ఞాస ఎక్కువ కాజొచ్చినది. లిఖించబడిన శబ్దమును ఈ నాడు కేవలము వినోదమునకే కాక, విద్యావ్యాప్తికిని, కంఠధ్వనికి క్రమశిక్షణను ఒసంగుటకును కూడ ఉపయోగించుచున్నారు. ఇట్లు లిఖించబడిన ధ్వని యొక్క ఉపయోగములు నిత్యము పెరుగుచుండుటచే యథార్థమైన లిఖితములను తయారు చేయుటకై క్రొత్త విధానములను పెంపొందించు దృష్టితో ప్రయోగములు చేయుచున్నారు. ధ్వనిని లిఖించి పునరుత్పత్తి చేయుటలో గల భౌతిక సూత్రములను వివరించు బహువిధములైన లేఖన విధానములు కలవు.

ధ్వనిని లిఖించుటకు ఉపయోగించు ఆధార ద్రవ్యములను బట్టిగాని లేదా సాధనములను బట్టిగాని ధ్వని లేఖన విధానములను మూడు విభాగములు చేయవచ్చును. మెల్లక్ ప్లేటు, ఛాయగ్రహణ పత్రము, ఉక్కుతీగె లేదా ఉక్కు టేపు* అను వస్తువులను సామాన్యముగా శబ్దలేఖనమునకు ఉపయోగింతురు. ఈ ఆధారములపై శబ్దమును లిఖించుటకుగాను వినియోగించు పద్ధతులకు క్రమముగా యాంత్రిక,

* ఇప్పుడు మాగ్నటిక్ టేపు అనబడు అయస్కాంత చూర్ణము పూసిన ప్లాస్టిక్కు టేపు వాడుకలోనికి వచ్చినది.

తేజ, అయస్కాంత విధానములని పేరు. అయితే, వీటి అన్నిటియందును ఉమ్మడిగా ఉపయోగించు విధానములు కొన్ని కలవు.

పునరుత్పత్తి చేయవలసిన శబ్దముల లక్షణములు: శబ్దలేఖనముచేసి పునరుత్పత్తిజేయు పద్ధతులు అన్నిటి లక్ష్యము పునరుత్పత్తి చేయబడిన శబ్దము సాధ్యమైనంత వరకు ఆదిమ శబ్దముతో పోలి ఉండునట్లు ఒనర్చుటయే. పునరుత్పత్తి చేయబడిన శబ్దములు అన్నియును సంగీతము, భాషణము - వీటిలో ఏదో ఒక వర్గమునకు చెందును. కాబట్టి, శబ్దలేఖనము చేసి పునరుత్పన్నము ఒనర్చుటలో గల సమస్యలను అవగతము ఒనర్చుకొనుటకై సంగీతము, భాషణముల భౌతిక లక్షణములను సరిగా తెలిసికొనుట ఆవశ్యకము. భౌతిక విజ్ఞాన పరిభాషలో శబ్దము ఒక విధమైన తరంగ చలనము. 'శబ్దము' అని మనము పేర్కొను అనుభూతిని చెవులపై కలిగించు సామర్థ్యము ఆ తరంగచలనమునకు ఉన్నది. పౌనఃపున్యము, తీక్ష్ణత అను లక్షణములు మనకు బాహ్యమగు స్వరమునకు సహజములు. స్థాయి,[1] దార్ఢ్యత[2] (డెసిబెల్) అనునవి మన ఆంతరంగిక ప్రవృత్తిచే స్వరమునకు ఆరోపితములు.

వాస్తవముగా భాషణములోను, సంగీతములోను వినవచ్చు శబ్దములు శుద్ధస్వరములు గావు. అవి అన్నియు ఉపశ్రుతి శ్రేణులతో కలసి ఉండును. శబ్దమునకు ప్రత్యేకతను కలుగజేయునవి ఈ ఉపశ్రుతి శ్రేణులే. మానవాభిభాషణ యొక్క పౌనఃపున్యము సెకనుకు 100 ఆవృత్తులు మొదలు 8000 ఆవృత్తుల వరకును, దార్ఢ్యత 30 డెసిబెల్స్ (నీరసమైన అభిభాషణ) నుండి 80 డెసిబెల్స్ (దార్ఢ్యమైన అభిభాషణ) వరకును ఉండును. ఇక సంగీతధ్వనుల పౌనఃపున్యము సెకనుకు 35 ఆవృత్తులనుండి 15,000 ఆవృత్తుల వరకును, దార్ఢ్యత 30 డెసిబెల్స్‌నుండి 100 డెసిబెల్స్ వరకును ఉండును. అందుచేత ఈ పౌనఃపున్యములకును, దార్ఢ్యతలకును సంతృప్తికరముగా సంవదించు సామర్థ్యము గలదై లేఖన (రికార్డింగు) విధానము ఉండవలెను.

మానవుని శ్రవణేంద్రియ సామర్థ్యము పరిమితము. అందుచేత, పునరుత్పన్న శబ్దము సంతృప్తికరముగా ఉండవలెనన్నచో ఆ సామర్థ్యమునకు అనుగుణముగా పునరుత్పన్న విధానము ఉండవలెను. సాధారణ మానవుడు సెకనుకు 20,000 ఆవృత్తులవరకు పౌనఃపున్యములు గల శబ్దములను వినగలడు. కాని, వయోవృద్ధులలో ఎక్కువ మందికి హెచ్చు పౌనఃపున్యము గల శబ్దమును విను సామర్థ్యము ఉండదు. సాధారణముగా వ్యక్తియొక్క వయస్సు ముదిరినకొలదియు శ్రవణేంద్రియ శక్తి తగ్గును. కాని, అదృష్టవశమున భాషణమునందు గాని, సంగీతమునందు గాని శబ్దశక్తిలో హెచ్చు భాగము తక్కువ పౌనఃపున్యములందే ఉండును. అనగా శబ్దశక్తిలో నూటికి 95 పాళ్లు సెకనుకు 1,000 ఆవృత్తులకు తక్కువ పౌనఃపున్యము గల శబ్దమందే ఉండును. భాషణములో అధిక పౌనఃపున్యముగల భాగములు దానిని సుస్పష్టమును, సుగ్రాహ్యమును ఒనర్చుటయందే మిక్కిలి ముఖ్యమైనవి. నిజమునకు సెకనుకు 10,000 ఆవృత్తుల పౌనఃపున్యముగల శబ్దములను సంగీతమునుండి తీసివేసినచో విచక్షణులేగాని, ఇతరులు ఆ విషయమును గ్రహించలేరు. రేడియో ప్రసారము ఉపయోగించు శబ్దము యొక్క పౌనఃపున్య ఊర్ధ్వావధి సెకనుకు 5,000 ఆవృత్తులకు మించి ఉండదు. ఇక మంచి రకపు లిఖితములు సెకనుకు 8,000 కంటె ఎక్కువ ఆవృత్తులు గల పౌనఃపున్యములను పునరుత్పత్తి చేయవు. టెలిఫోన్ సంభాషణలో సెకనుకు 3,000 లేదా అంతకంటె తక్కువ ఆవృత్తుల పౌనఃపున్యములు గల శబ్దములే ఉండును. సంభాషణ గ్రాహ్యము అగుటకు ఈ పౌనఃపున్యములు సరిగా సరిపోవును. ఇక భాషణములోను, సంగీతములోను తక్కువ పౌనఃపున్యములు గల శబ్దములను తీసివేయుట వలన సహజత్వము లోపించుటవలన ఆ స్వరములు టిన్నేకుడబ్బాలోనికి ఒకడు మూతిపెట్టి మాట్లాడినపుడు వినబడు స్వరములువలె మారినప్పటికి పునరుత్పన్న శబ్దములో సుగ్రహ్యాతయందు ఎక్కువ లోపము ఉండదు. కాబట్టి, సెకనుకు 40 మొదలు 8,000 ఆవృత్తుల వరకు గల పౌనఃపున్యములను తృప్తికరముగా లిఖించి పునరుత్పత్తి చేయగల విధానములే ఉత్కృష్టములైనవి.

1. స్థాయిని గ్రహించుటకు మన శ్రవణేంద్రియములకు ఉన్న శక్తి స్వరముయొక్క పౌనఃపున్యమును బట్టి ఉండును.

2. శబ్దముయొక్క ఎక్కువ, తక్కువలను కొలుచుటకు ఉపయోగించు సాపేక్ష మానమునకు 'డెసిబెల్' అని పేరు. ఈ పేరు టెలిఫోను కనుగొనిన 'గ్రాహమ్‌బెల్' అను అమెరికా దేశపు శబ్ద శాస్త్రజ్ఞుని స్మారక చిహ్నముగా ఉంచబడినది. ఒక రేడియో గ్రాహకమునుండి వినవచ్చు శబ్దమునకు ఒకపాటి మహత్త్వము ఉన్నదని తలచిన ఆ శబ్దమును నూటికి 25. 9 పాళ్లు ఎక్కువ చేయగలిగిన శక్తికి ఒక డెసిబెల్ అనిపేరు. అనగా శబ్ద మహత్త్వమును ఒక డెసిబెల్ హెచ్చించిన మునుపటికన్నా నూటికి 25·9 పాళ్లు హెచ్చగును. అనగా వెనుకటి శబ్ద మహత్త్వము ఒకటి అయినచో, ఒక డెసిబెల్ శక్తిని అధికము చేసినచో శబ్ద మహత్త్వము 1. 259 అగును.

శబ్దలేఖన, పునరుత్పాదన పద్ధతుల సామాన్య ధర్మములు : శబ్దలేఖన విధానములను మూడింటిని లోగడ పేర్కొని ఉంటిమి. ఈ మూడు విధానములందును పెక్కు దశలు సామాన్యములే. ఆధునిక శబ్దలేఖన విధానమునందు భాషణము లేదా సంగీతము వలన జనించిన శబ్దతరంగములను వాటికి అనుగుణమైన విద్యుత్తు తరంగములుగా సూక్ష్మభాషిణి (మైక్రోఫోన్) సహాయమున మార్చి, పిమ్మట విపులీకరించి, ఆ తరువాత వాటిని యాంత్రిక విధానముచే పళ్లెము మీద గాని, తేజోవిధానముచే పత్రము (ఫిల్ము) మీద గాని, అయస్కాంత విధానముచే టేపుపై గాని లిఖంతురు. ఇట్లే పునరుత్పత్తియందు ఇంచుమించు దీనికి పూర్తిగా విలోమమైన పద్ధతియే అవలంబింపబడును. లిఖింపబడిన శబ్దమును తగిన విధానముచే పళ్లెము, చుట్ట లేదా తీగెనుండి అత్యల్పమైన మార్పులనొందే విద్యుత్తు ప్రేషముల (వోల్టేజి) రూపములో మొదట గ్రహించి, పిమ్మట దానిని విపులీకరించి, ఆ తరువాత లౌడ్‌స్పీకరు (ఉద్ఘోషిత్రము) నకు పంపుదురు. ఈ లౌడ్‌స్పీకరునందు విద్యుత్తు తరంగములు వాటికి అనుగుణమైన శబ్ద తరంగములుగా మార్పుచెంది చెవిని చేరును.

ఏదైన ఒక గొలుసు యొక్క దార్ఢ్యము ఆ గొలుసు యొక్క లింకులలో మిక్కిలి తక్కువ బలముగల లింకుపై ఎట్లు ఆధారపడి ఉండునో ఆ రీతిగనే శబ్ద లేఖనము పునరుత్పత్తి చేసెడి విధానమందలి అవయవములలో మిక్కిలి బలహీనమైనది ఎంతబాగుగా ఉండునో అంత బాగుగనే ఆ ఏర్పాటు అంతయు కూడ ఉండును. అందుచేత పునరుత్పన్న శబ్దము సాధ్యమైనంతవరకు ఆదిమ శబ్దమును పోలి ఉండుటకుగాను శబ్దమును లిఖించి పునరుత్పత్తి చేయు విధానములోని ప్రతి అవయవభాగమును అధమము 40 మొదలు 8,000 ఆవృత్తుల వరకు గల పౌనఃపున్యములైనను వికృతి లేకుండ యథామాత్రకముగా ప్రసరించు సామర్థ్యమును కలిగి ఉండవలెను. అందులకై ఈ పరిస్థితులు ఆవశ్యకము : 1. శబ్దలేఖన, పునరుత్పాదన పరికరములందలి అవయవములు అన్ని పౌనఃపున్యములకు కూడ సమానమైన ప్రతికారమును ఈయవలెను. దీనికే సమ ప్రతికారమని పేరు; 2 శబ్దముల తీక్ష్ణతలలో కలుగు హెచ్చు తగ్గులను బట్టి ప్రతికారము హెచ్చుతగ్గులు ఉండవలెను. దీనికే అనుదైర్ఘ్య ప్రతికారమని పేరు; 3. భాషణములోను, సంగీతములోను గల వేర్వేరు పౌనఃపున్యముల, శబ్దముల ప్రేషణములో ఎట్టి ఆలస్యమును ఉండరాదు. ఆలస్యము తప్పనిచో అది పౌనఃపున్యములను అనుసరించి మారవలెను.

కాని శబ్దలేఖన - పునరుత్పాదన విధానమందలి అవయవములు అన్నింటియందును వాస్తవముగా ఈ లక్ష్యము ఎన్నడును సిద్ధింపదు. అందుచేత, వేర్వేరు అవయవముల లోని లోపములకు ప్రత్యేకముగా సవరణలను చేయవలసి ఉన్నది.

ఎట్లయినను ఈ నియమములను సాధించినంత మాత్రమున ఆదిమశబ్దమునకు సమముగా పునరుత్పన్న శబ్దము ఉండునని ఊహింపరాదు. పునరుత్పన్న శబ్దమును సుఖముగను, సహజముగను చేయుటలో లేఖనాగారము (రికార్డింగు స్టూడియో) యొక్క, పునరుత్పాదన గృహము యొక్క శాబ్దికస్వభావము ప్రముఖమైన పాత్రను వహించునను విషయము మరువరాదు. ఒక స్టూడియో యొక్క శాబ్దిక స్వభావమును గూర్చిన ముఖ్యవిషయము దాని ప్రతిధ్వని కాలము, సంగీత మంటపములు, కళాగృహము (స్టూడియోలు), నాటకశాలలు వంటి భవనములలో శబ్దోత్పత్తి స్థానమునుండి శబ్దప్రసరణము ఆగిపోయిన తరువాతకూడ శబ్దము వినపడు సంఘటనకే ప్రతిధ్వని అని పేరు. శబ్దోత్పత్తి ఆగిపోయినతరువాత శబ్దతీక్ష్ణతలో పదిలక్షవ వంతుకు క్షీణించిపోవు వరకును పట్టు కాలమునకు ప్రతిధ్వని కాలమనిపేరు. ఒక కళాగృహము యొక్క ప్రతిధ్వని కాలము ముఖ్యముగా దాని ఆయతముపైనను, దానిలో ఉన్న శబ్దశోషక ద్రవ్యముల పరిమాణముపైనను ఆధారపడి ఉండును. ప్రతిధ్వని కాలము ఎక్కువగ ఉన్నప్పుడు క్రమానుగత శబ్దాంగములు ఒకదాని వెనుక ఒకటి కప్పివేయుటవలన భాషణము స్పష్టముగా వినిపించదు. ఇక భాషణమును అల్ప ప్రతిధ్వని కాలము సుగ్రహ్యమొనర్చును. కాని, బాగుగా వినిపించుటకు గాను వ్యక్తి గట్టిగా మాట్లాడుటకై తనకు తెలియకుండగనే చేయు ప్రయత్నమువలన అతడు అనవసరముగా ఆయాసపడవలసి వచ్చును. అందుచేత, సామాన్యగదుల విషయమున భాషణమునకుగాను యోగ్యతకు ప్రతిధ్వని కాలము ఒక సెకను ఉండును. సంగీతవిషయమున కూడ ప్రతిధ్వని కాల ఫలితము భాషణమునందు వలెనే ఉన్నను, దానియోగ్యతకు ప్రతిధ్వని కాలము 1. 6 సెకనుల దరిదాపులలో ఉండి, ఆ సంగీత నాద స్వభావమును బట్టి మారును.

కళాగృహము యొక్క శాబ్దిక స్వభావము బాగుగా ఉండవలెనన్నచో, అది నలుదిక్కులా శబ్దములు ప్రసరింపచేయు గుణము కలదిగా ఉండవలెను. అంతేగాక, అనునదము లేకుండుట, బాహ్యధ్వనులు లోనికి రాకుండుట కూడ ఆవశ్యకము.

పళ్లెములపై యాంత్రిక శబ్దలేఖనము : పళ్లెములపై శబ్దమును రెండు విధములుగా లిఖింతురు. ప్రక్కకోత (లేటరల్ కట్) పద్ధతి అనియు; లంబకోత (వర్టికట్) పద్ధతి అనియు వాటి పేర్లు. ఇందు ప్రక్కకోత పద్ధతిలో పళ్లెపు ఉపరితలమునకు సమానంతరముగాను, లంబ పద్ధతిలో పళ్లెపు ఉపరితలమునకు లంబముగను ధ్వని తరంగములు కోయబడును. గృహోపయోగమునకై నియమితములైన రికార్డులలో ప్రక్కకోత పద్ధతినే వాడుదురు.

ప్రక్కకోత పద్ధతియందు ఉపయోగించు లేఖన సాధనమందు ముఖ్యమైన భాగము M అను విద్యుత్తు అయస్కాంతము. దాని ధ్రువముల మధ్య A అను వలయము యథేచ్ఛగా పరిభ్రమించును. సూక్ష్మ భాషిణియందు విపులీకరించబడిన విద్యుత్తు ప్రవాహములు విద్యుత్తు అయస్కాంతమును శక్తిమంతమొనర్చి తదనుగుణముగా వలయము కోణీయ స్పందములు చేయును. వలయమునకు అతుకబడి S అను దండము ఒకటి ఉండును. ఈ దండము K అను స్ప్రింగుచేత సరియైన స్థానములో ఉంచబడును. ఈ దండముద్వారా ప్రకంపములు C అను కోతముల్లును చేరును. ఈ దండపు దూరపుకొన G అను దీర్ఘమైన రబ్బరు కడ్డీలోనికి బిగింపబడి ఉండుటచే కోతముల్లును దాటి ప్రసరించిన ప్రకంపములు తిరిగి వెనుకకు రాకుండా ఇది ఆ ప్రకంపన శక్తిని క్షయమొనర్చును.

ప్రక్కకోత లిఖితములనుండి శబ్దమును పునరుత్పన్నమొనర్చుటకు అయస్కాంత గ్రాహకము అనుగుణమైనది. అందులో ముఖ్యముగా 'M' అను శాశ్వత అయస్కాంతము ఉండును. దాని ధ్రువముల మధ్య 'O' అను అక్షముపైన 'A' అను వేష్టనము (ఆర్మేచరు) పరిభ్రమించగలదు. ఈ వలయమునకు చేర్చి 'N' అను సూది ఒకటి ఉండును. లిఖితముపై ఉన్న నరదయొక్క లోతుపాతులను అనుసరించి సూది తిరుగునపుడు వలయమును చుట్టి ఉన్న తీగెచుట్టయందు ఆయస్కాంత ప్రవాహము మారును. తన్మూలముగా జనించిన ప్రేషసహాయమున ధ్వనివర్ధక - ఉద్ఘోషిత్ర సంయోగము (ఆంప్లిఫయర్ - లౌడ్‌స్పీకర్ సిస్టమ్) ను పనిచేయించి శబ్దమును పునరుత్పన్నమొనర్చవచ్చును.

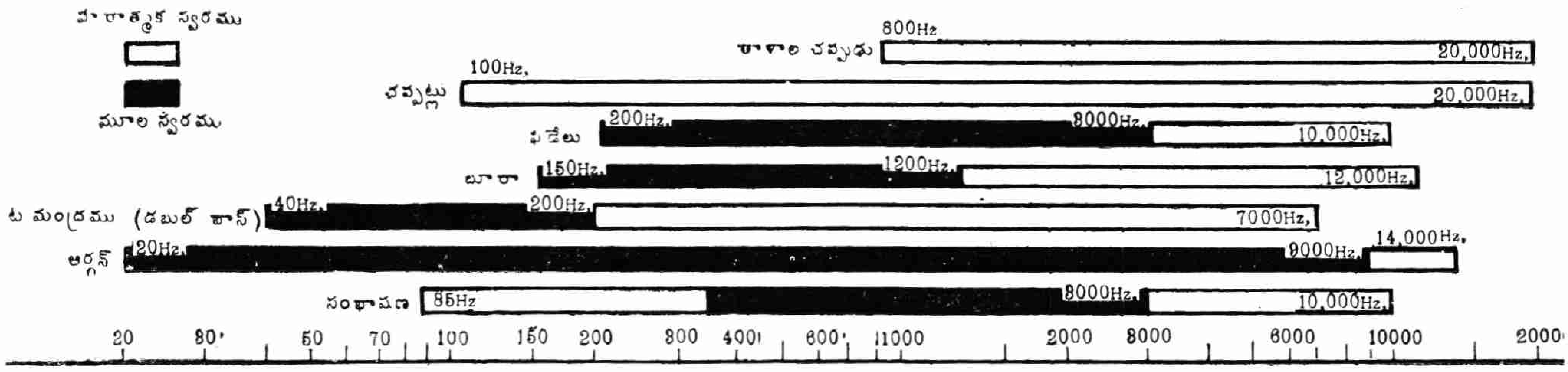
లంబలేఖినియందు M అనునది ఒక అయస్కాంతము. ఈ అయస్కాంతము F అను ఒక క్షేత్ర వేష్టనముచే ప్రేరేపింపబడినది. అయస్కాంత క్షేత్రములో ఉన్న C అను ఒక వృత్తాకార ధాతువేష్టనము గుండా విస్తృతమొనర్చబడిన విద్యుత్తు ప్రవాహములు ప్రవహించును. అప్పుడు ధాతువేష్టనము ఆ సమయములోని విద్యుత్తు ప్రవాహ దిశనుబట్టి పైకిగాని, క్రిందకుగాని చలించును. ఈ చలనమును ముల్లుకు అందజేయగా ఆ చలనమునకు అనుగుణముగా లోతులో హెచ్చుతగ్గులు గల నరదను పళ్లెముపై కోయును. ఈ సంవిధానమునే వెనుకకు నడిపి గ్రాహకముగా వాడవచ్చును.

వర్తక విధానములో హెచ్చుగా మెరుగు పెట్టబడిన మైనపు పొరమీద సాధారణముగా మొదట లిఖించి, అట్లు లిఖించునపుడు వచ్చు మైనపు తునకలను వెంట వెంటనే వాయువుచేత పీల్చుటద్వారా తీసివేయుదురు. ఆ తరువాత సన్నని గ్రాఫైటు పొడిని లేదా ఇత్తడి రజనును చల్లిగాని లేదా స్వర్ణమును గాని, రజతమునుగాని విద్యుత్తు విధానమున ఆ మైనపు లిఖితముపై చిమ్మిగాని దానిని విద్యుత్తు వాహకముగా ఒనర్తురు. దానిని ఆ తరువాత రాగితో విద్యున్మలామా ఒనరించి వెనుకతట్టున నికెల్ పలకలను బిగింతురు. దానికి ఋణమాతృక (నెగెటివ్ మాస్టర్) అని పేరు. ప్రతులు తీయుటకు ఋణమాతృకను ఉపయోగించుటకు బదులు ద్వితీయ ఋణమాతృకను ఉపయోగింతురు. ఈ ద్వితీయ మాతృకకు 'ముద్రకము' అని పేరు. మాతృకను బట్టి ఒక ప్రతిని తీసి, ఆ ప్రతినుండి మరియొక ప్రతిని తీయుట మూలముగా ముద్రకమును తయారు చేయుదురు. ప్రతులను తయారు చేయుటలో ముద్రకమునే వాడుటచే అసలు ప్రతిని భద్రపరతురు. ముద్రకములనుండి ప్రతులను తయారు చేయుటకు గాను అప్పుడప్పుడు వేర్వేరు ద్రవములను ఉపయోగించినను, సాధారణముగా ఉపయోగములలో ఉన్నది లక్క. కళాగృహములలో వాడు లిఖితములందు చప్పుడును తగ్గించుటకై సెల్యులోస్ ఆసిటేట్, వినిలైట్ అను కార్బన్ యౌగికములను కూడ వాడుచున్నారు.

పళ్లెములపై లిఖితములు తయారు చేయుటయందు లభ్యమయిన దీర్ఘకాలానుభవ ఫలితముగా ఉన్నత శ్రేణికి చెందిన లిఖితములను ఉత్పత్తి చేయుట సాధ్యమయినది. కాని, వాటిలో ముఖ్యమైన లోపము ఆ లిఖితములు మిక్కిలి చిన్నవి అగుటచే కలిగిన వాటి సంకుచిత కాల పరిమితి. మరియును అవి త్వరగా అరగిపోవుటవలన ఉపరితల ధ్వనులు కూడ ఉత్పన్నము అగును. ఇవియేగాక, మరి పెక్కు వికృత శబ్దములు కూడ ఉత్పన్నమగును. వాటిని అన్నిటినీ విలువగల పునరుత్పత్తి సాధనమును ఉపయోగించి నివారింపవచ్చును.

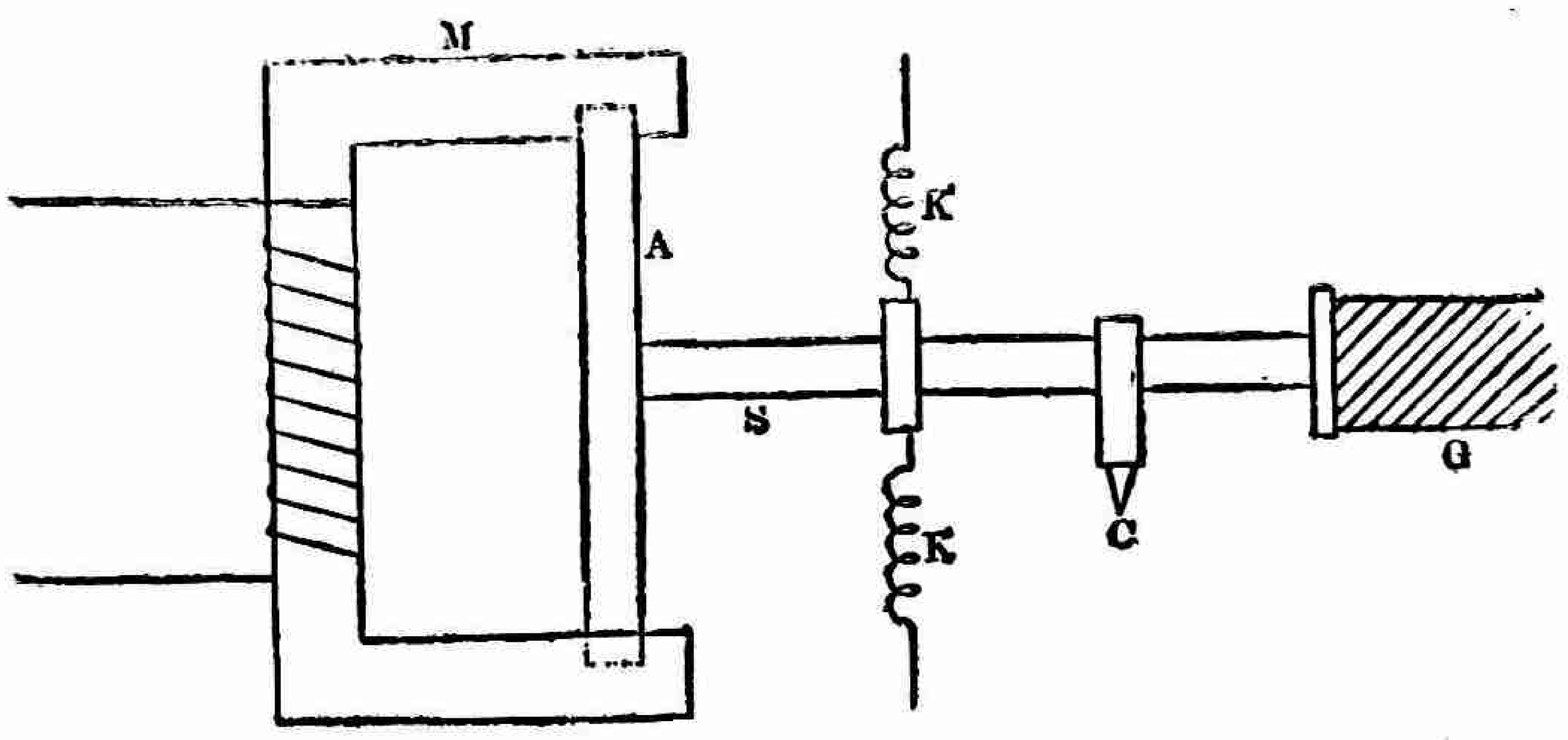
ఫిల్ముపై తేజో విధానముచే శబ్దలేఖనము : ఫిల్ముపై తేజో విధానముచే శబ్దలేఖనము చేయు పద్ధతి ఎక్కువగా చలనచిత్ర పరిశ్రమలో ఉపయోగింప బడుచున్నది. ఇందు సాధారణముగా వాడునవి రెండు విధానములు. మూరు

శబ్దలేఖనము - పునరుత్పత్తి

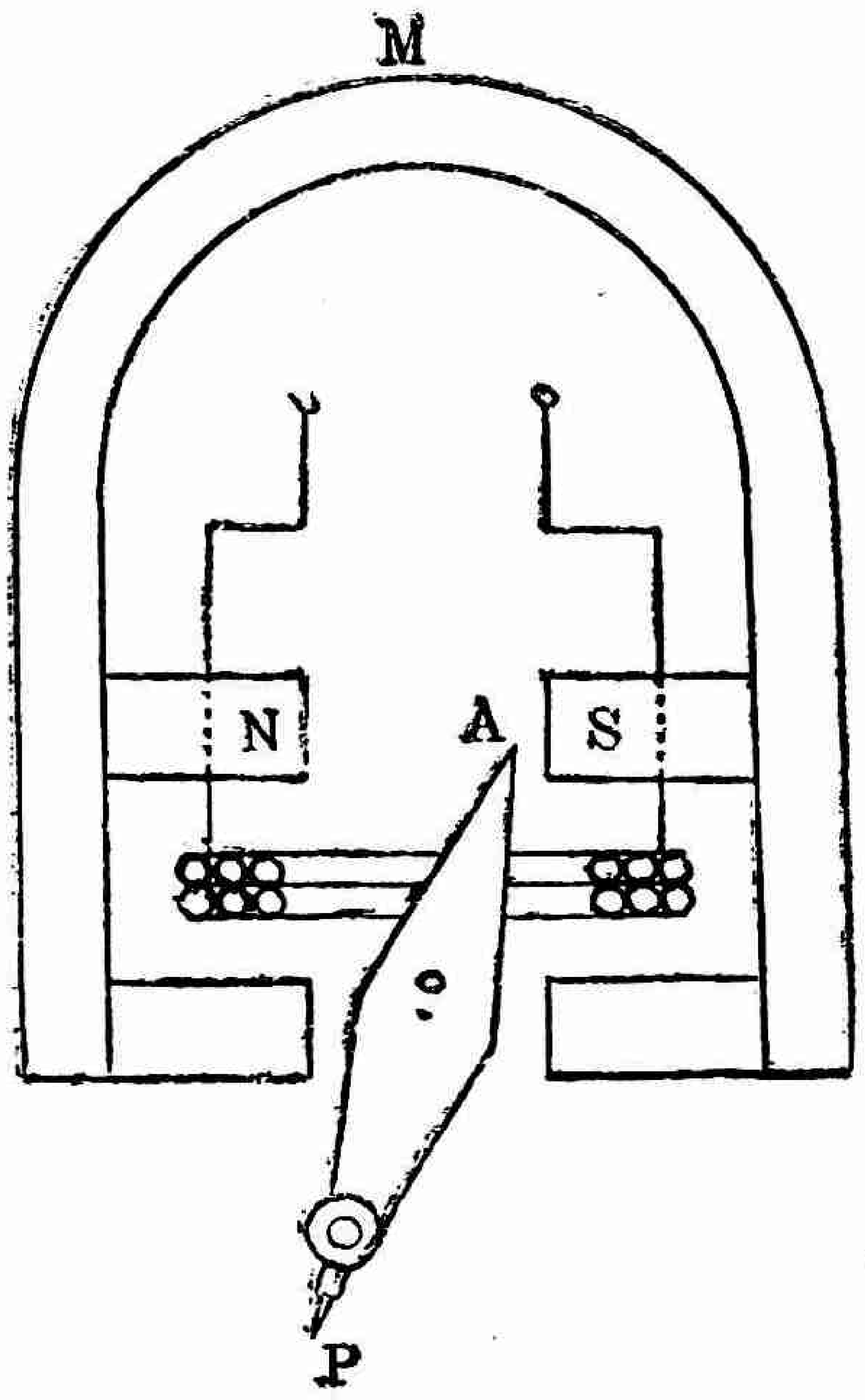


భాషణము, సంగీతము వంటి శబ్దముల పౌనఃపున్య స్వరూపములు

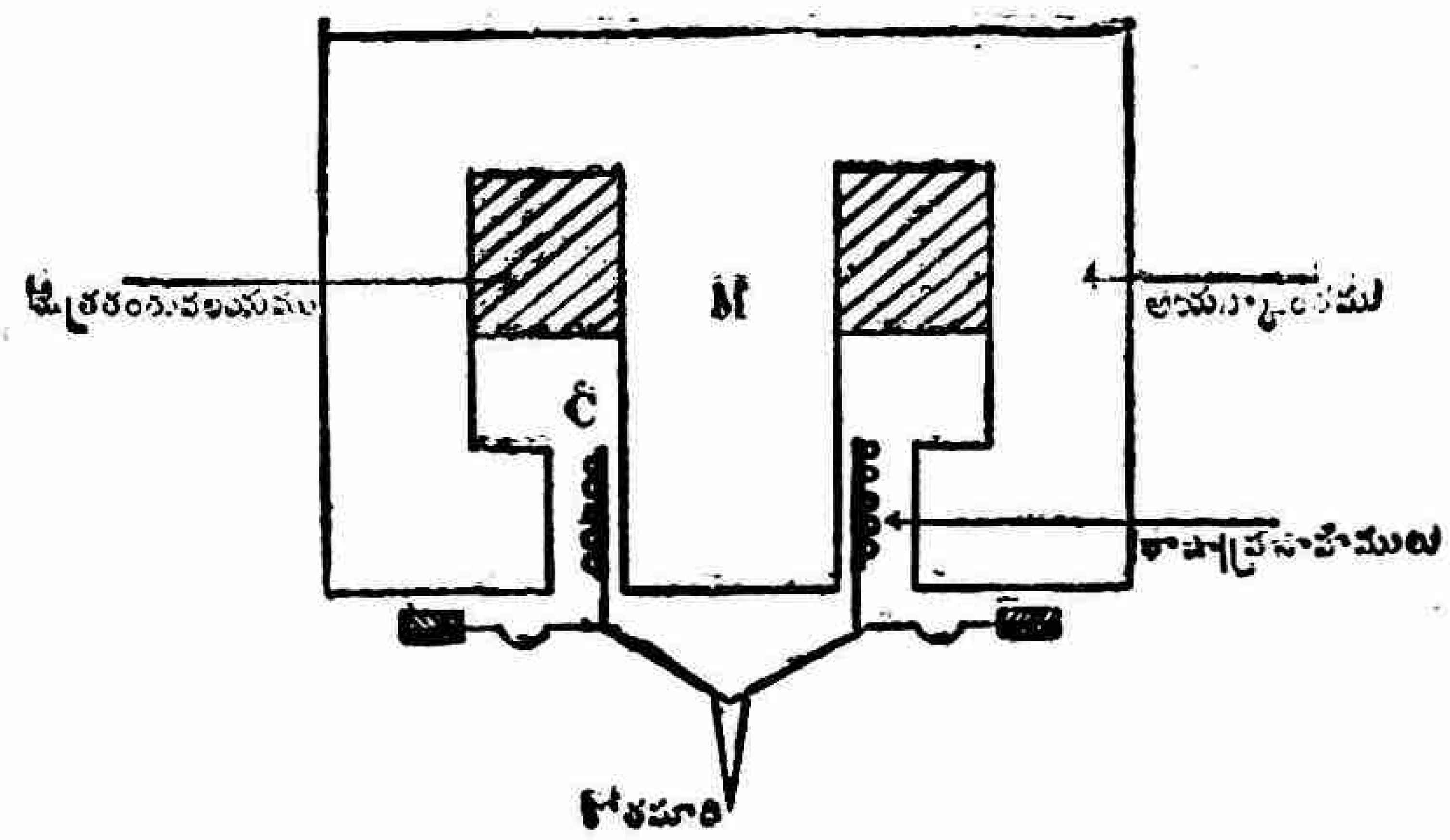
పళ్లెము (డిస్క్) మీద రికార్డింగు



ప్రక్కకోత రికార్డింగు పరికరము (చూ. పు. 768)

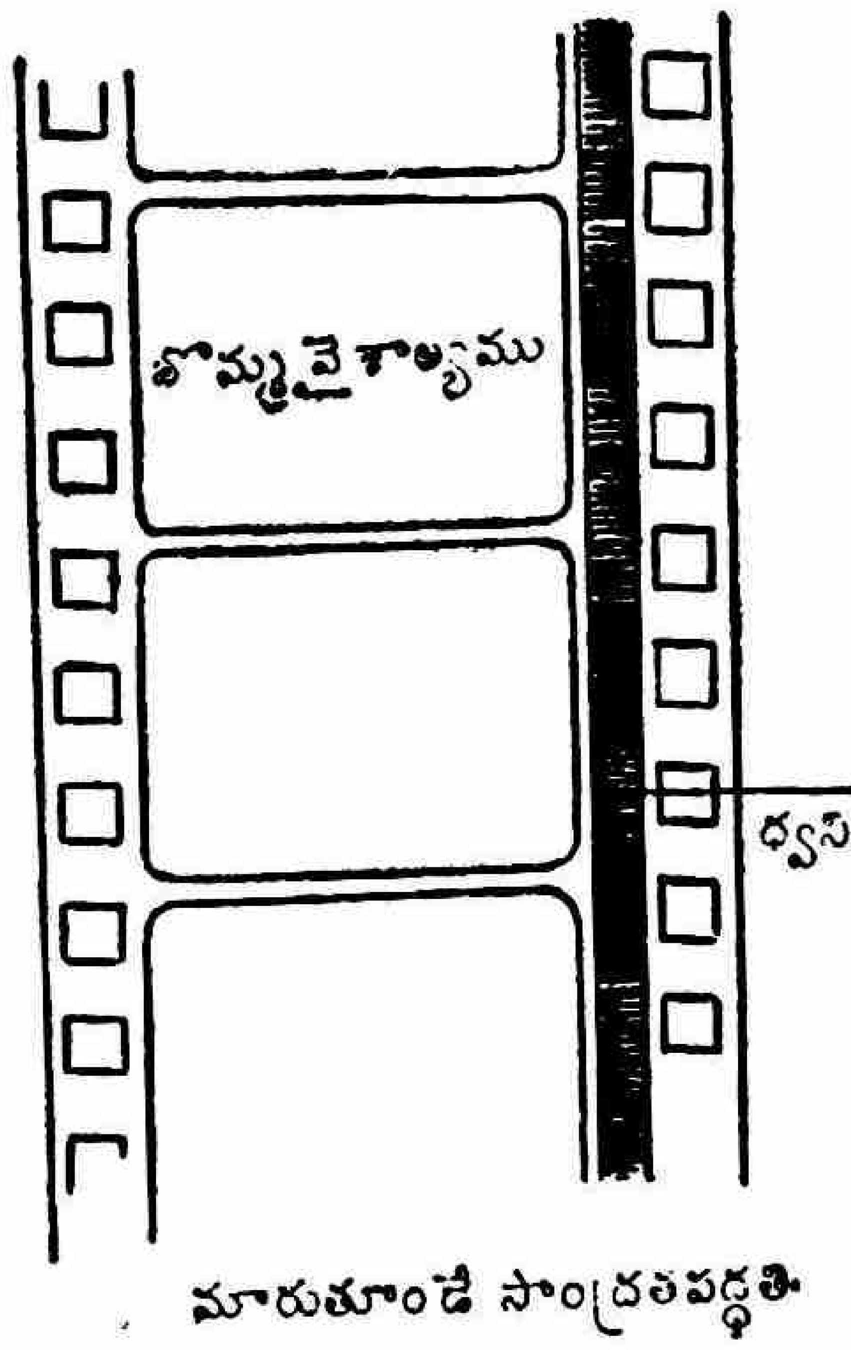


ప్రక్కకోత రికార్డింగు పికప్ (చూ. పు. 768)

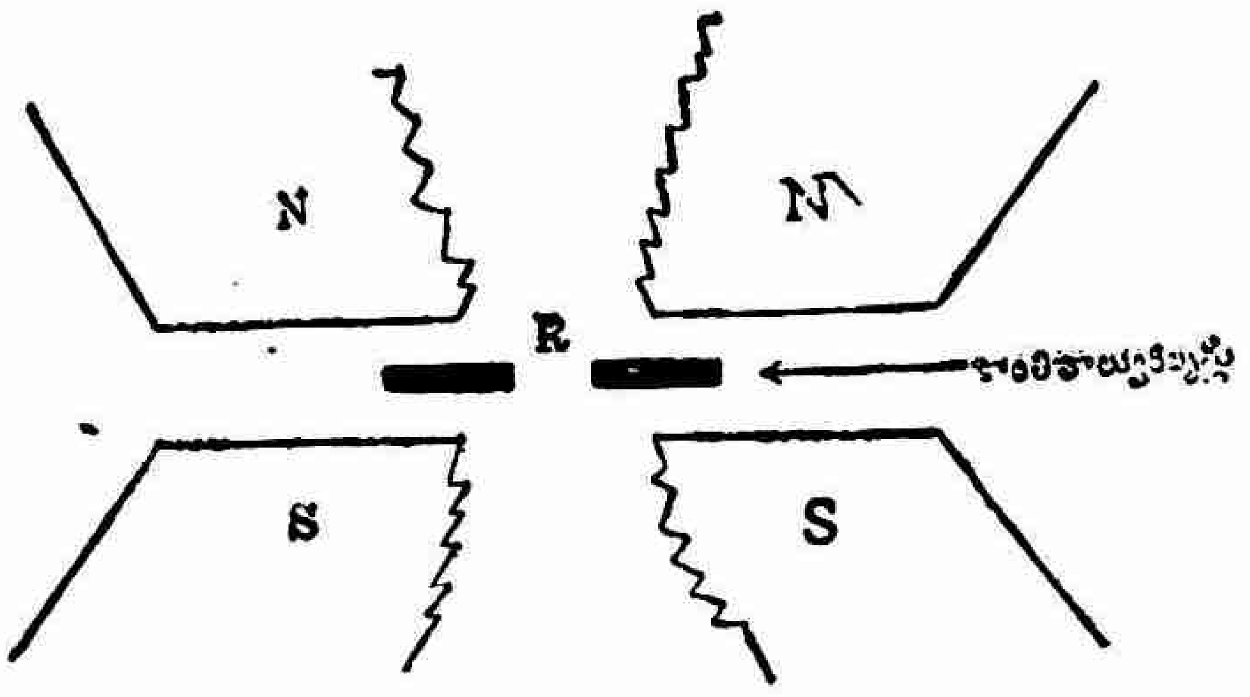


లంబలేఖని, లంబ పునరుత్పాదిని (చూ. పు. 768)

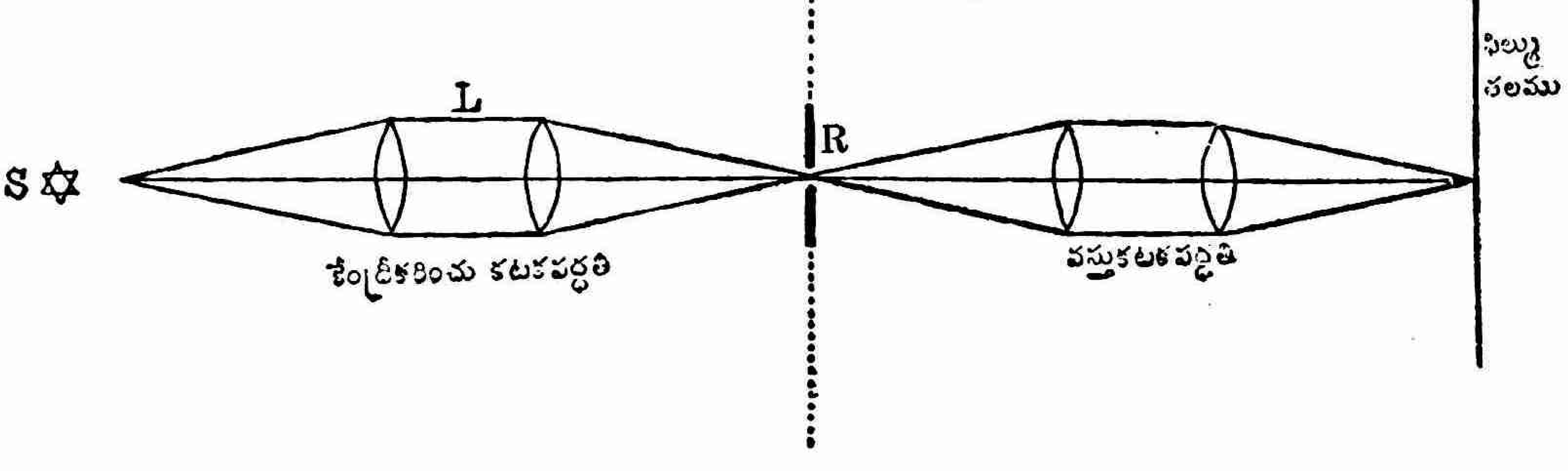
శబ్దలేఖనము - పునరుత్పత్తి (ఫిల్ముపై) మారునట్టి సాంద్రత పద్ధతి



మారుచున్న సాంద్రత (చూ. పు. 769)

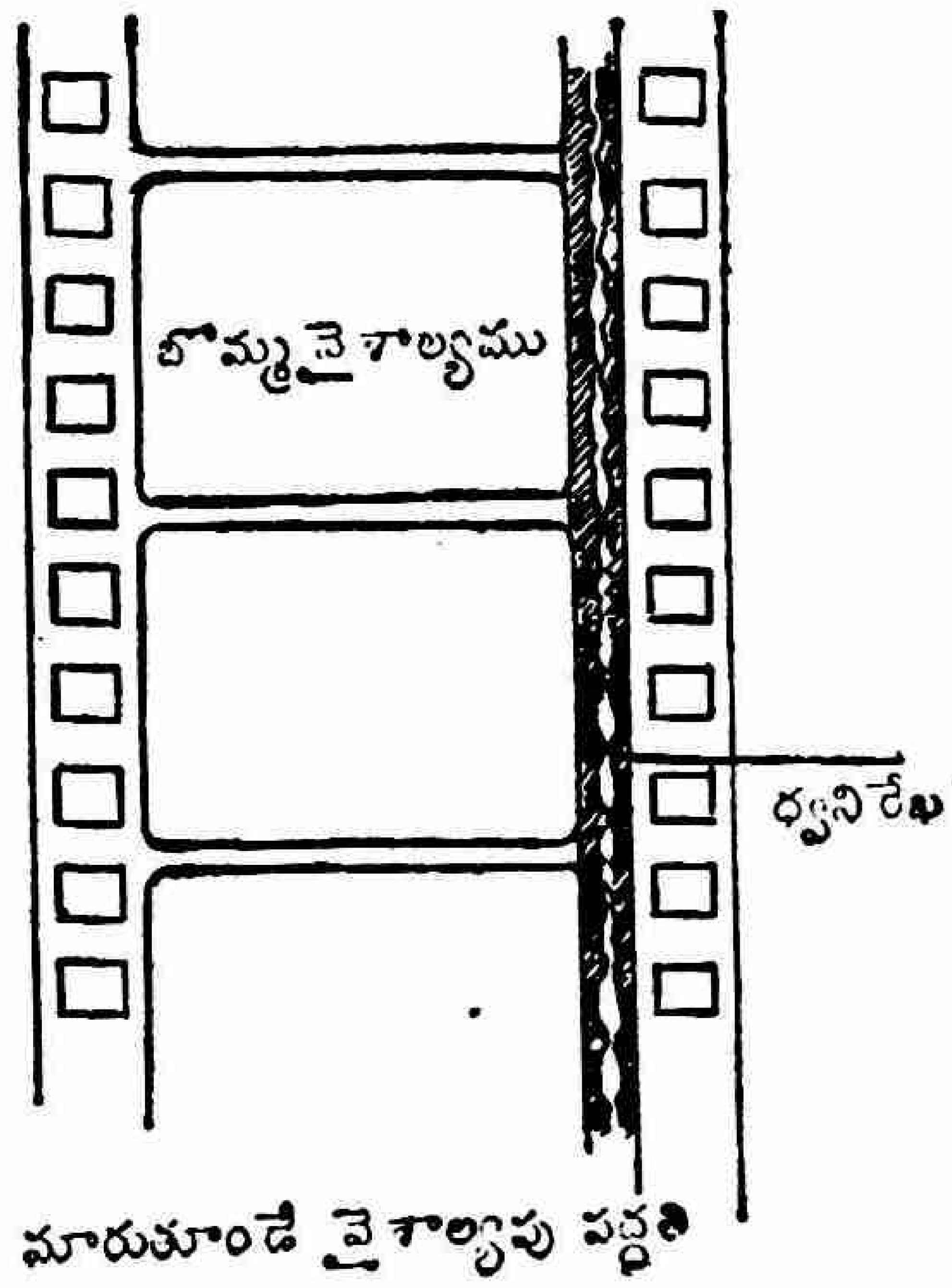


లైటువాల్వుకు సంబంధించిన శాశ్వత అయస్కాంతము యొక్క అధికీకృత సెక్షన్ (చూ. పు. 769)

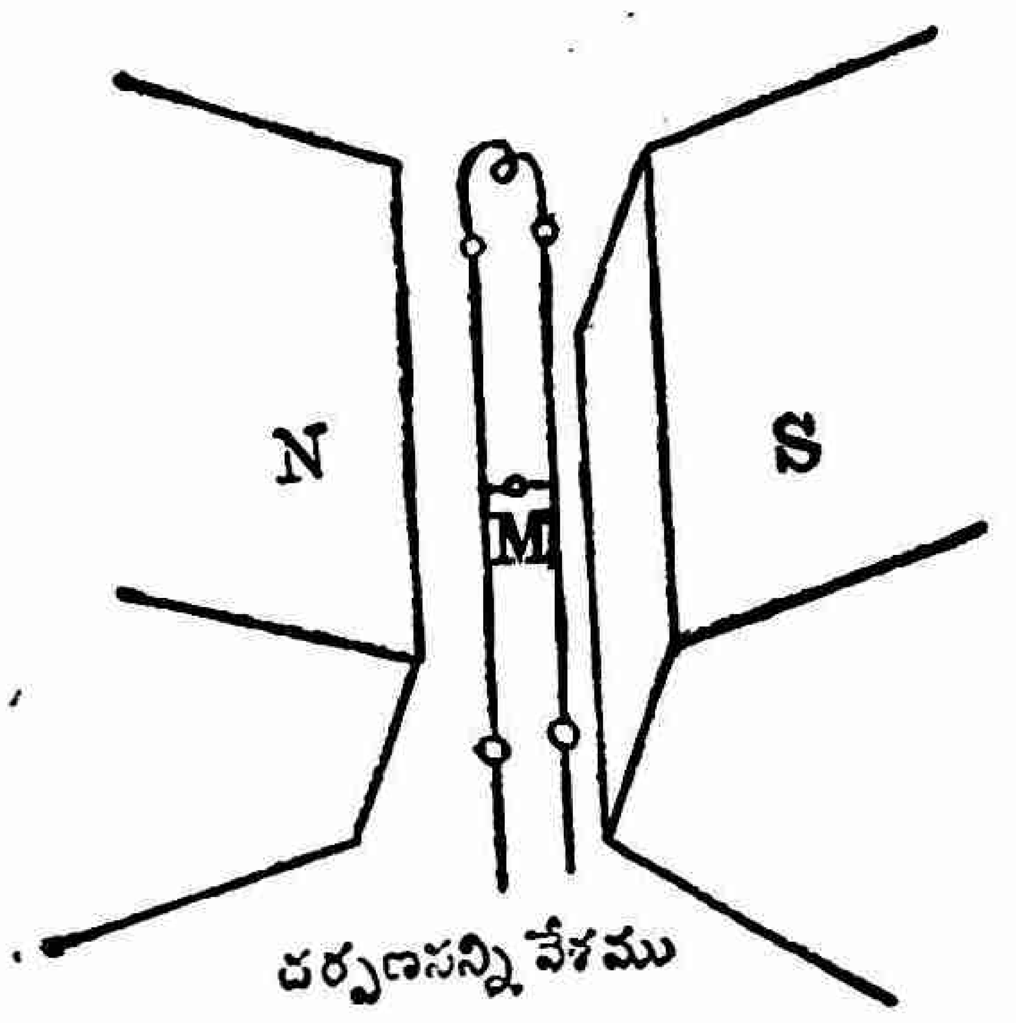


మారుచున్న సాంద్రతా విధానమున రికార్డు చేయుటకు లైటువాల్వు పద్ధతి (చూ. పు. 769)

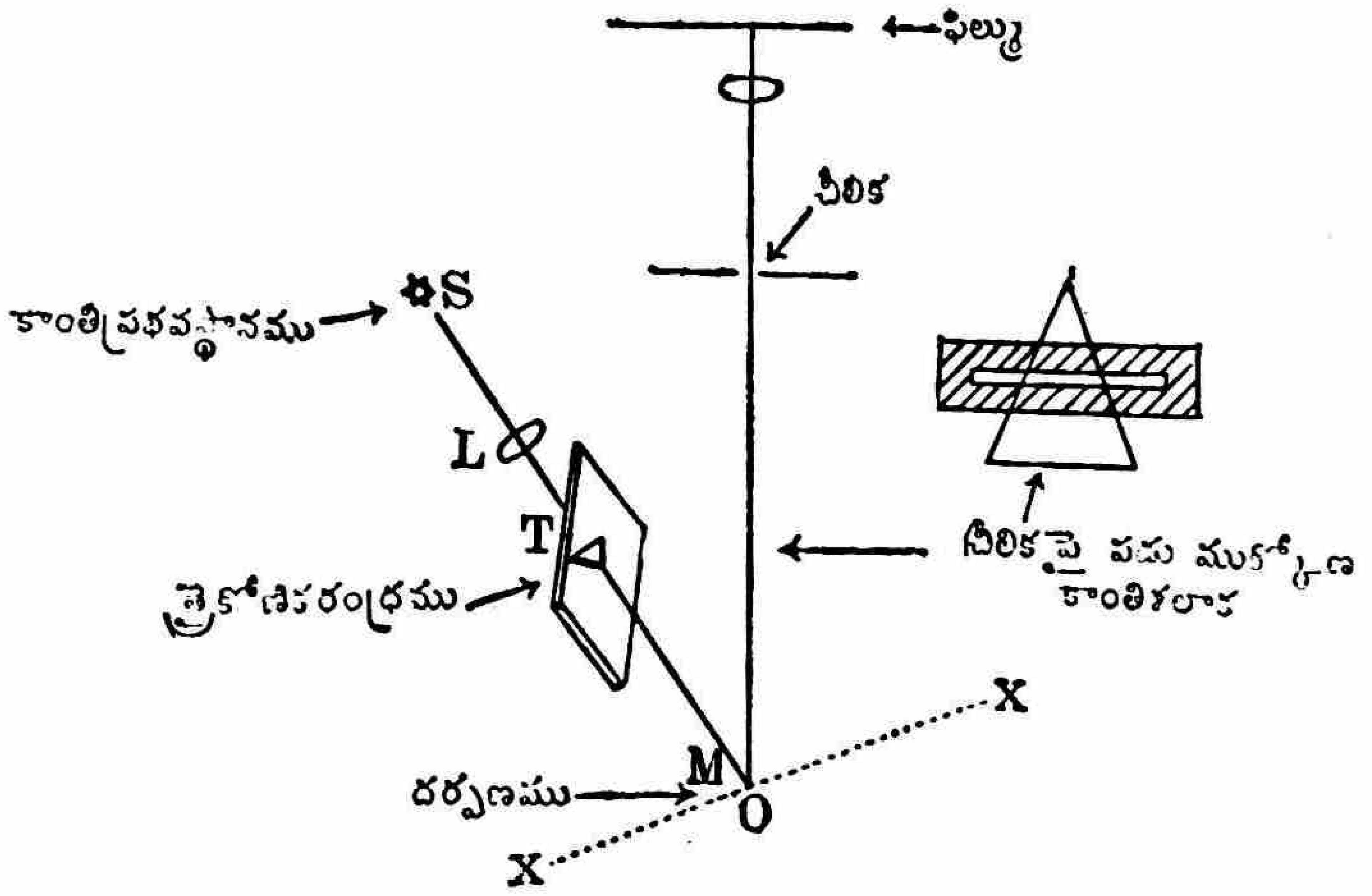
శబ్దలేఖనము పునరుత్పత్తి (ఫిల్ముపై) మారునట్టి వైశాల్య పద్ధతి



మారునట్టి వైశాల్యము (చూ. పు. 769)

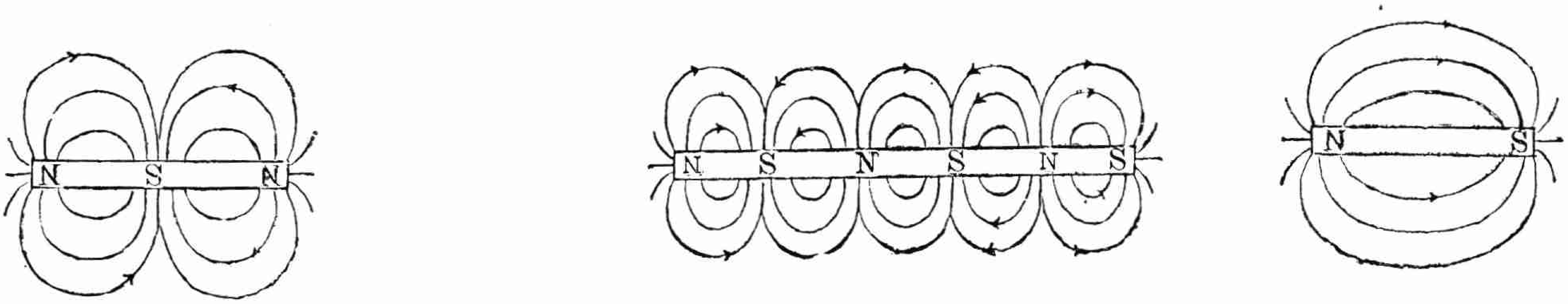


దర్పణ సన్నివేశము (చూ. పు. 769)

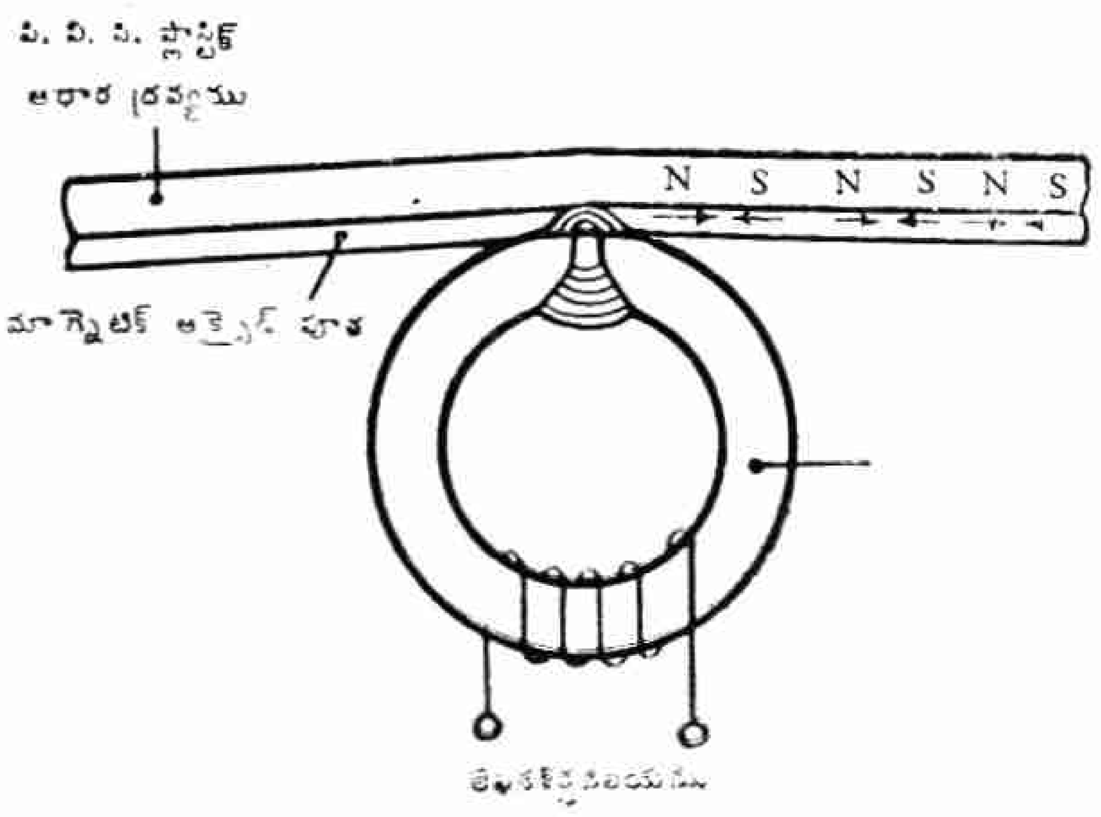


మారునట్టి వైశాల్య విధానమున శబ్దమును లిఖించు

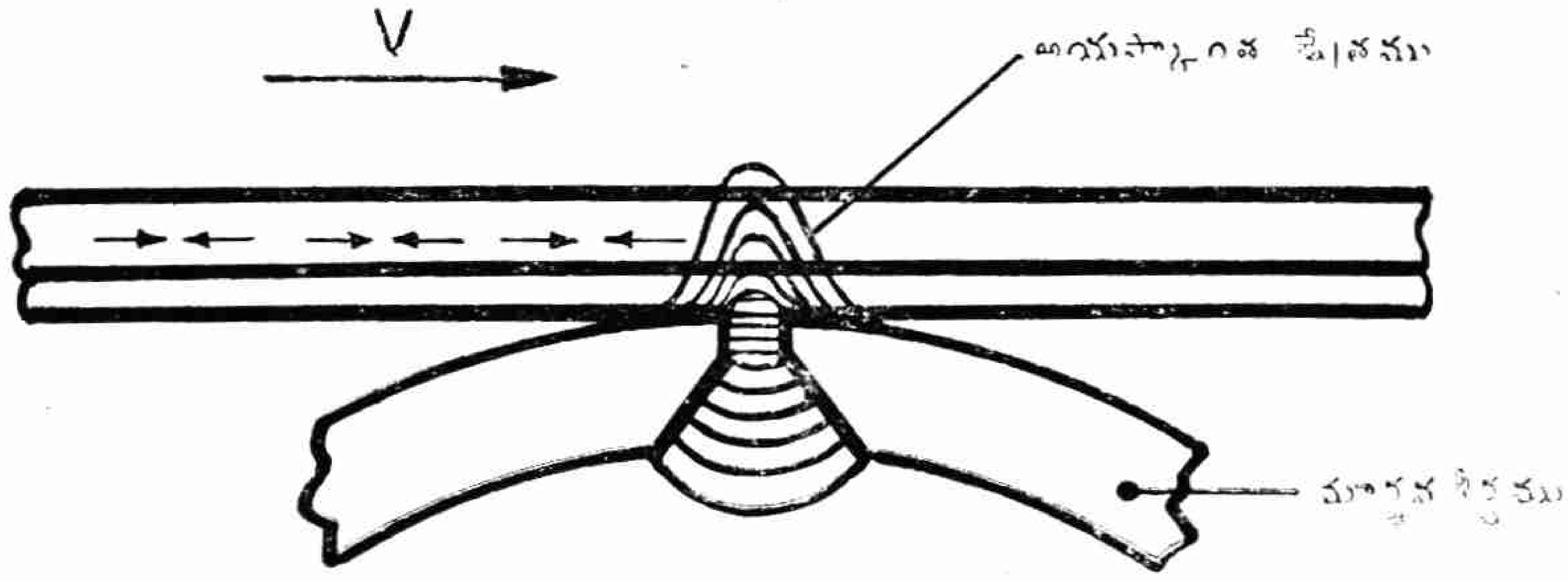
చాక్షుష పరికరములు (చూ. పు. 769)



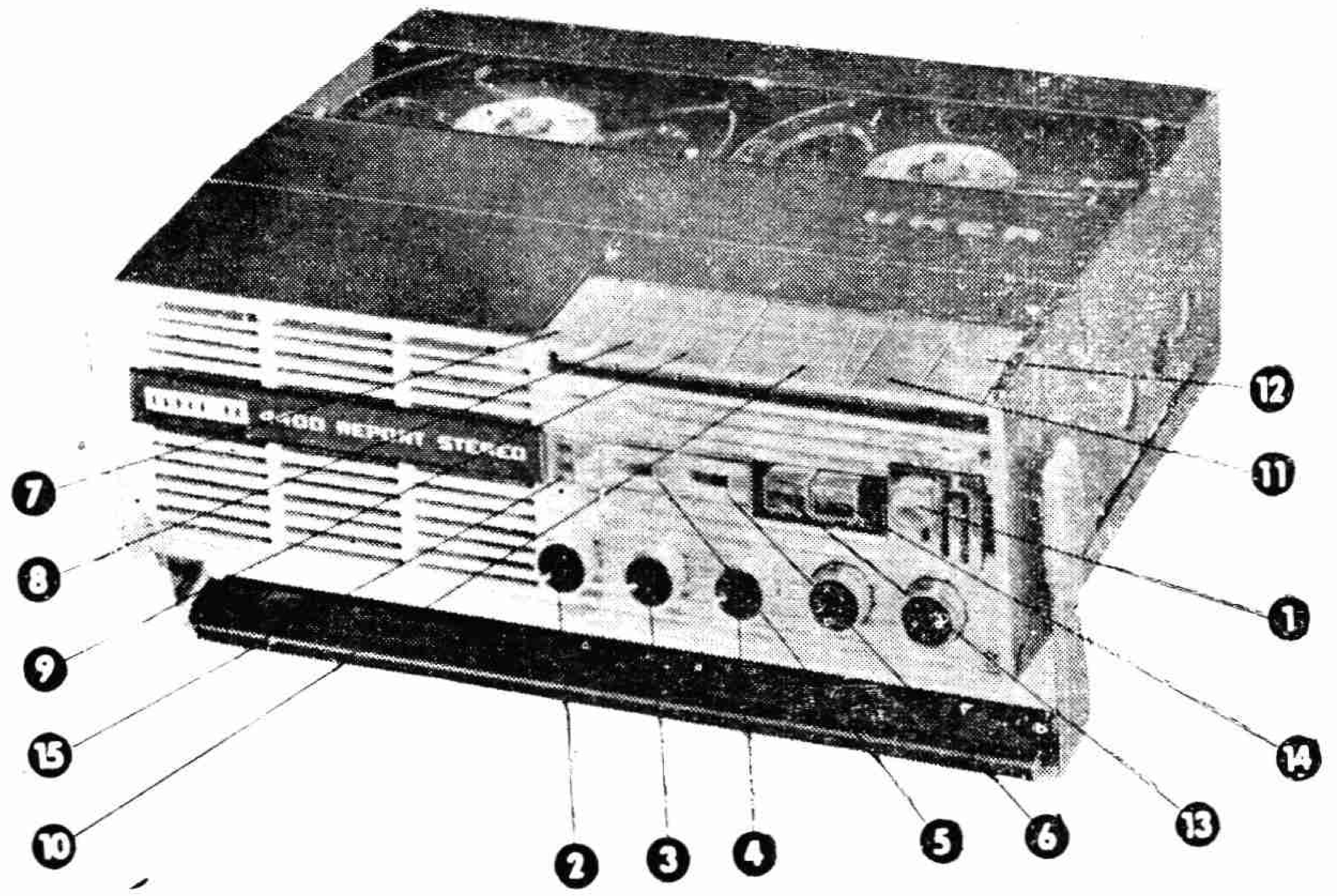
పిగ (టేపు) గుండా అయస్కాంతీకరణము యొక్క నమూనాలు (చూ. పు. 770)



టేపుపై శబ్దమును రికార్డుచేయుట

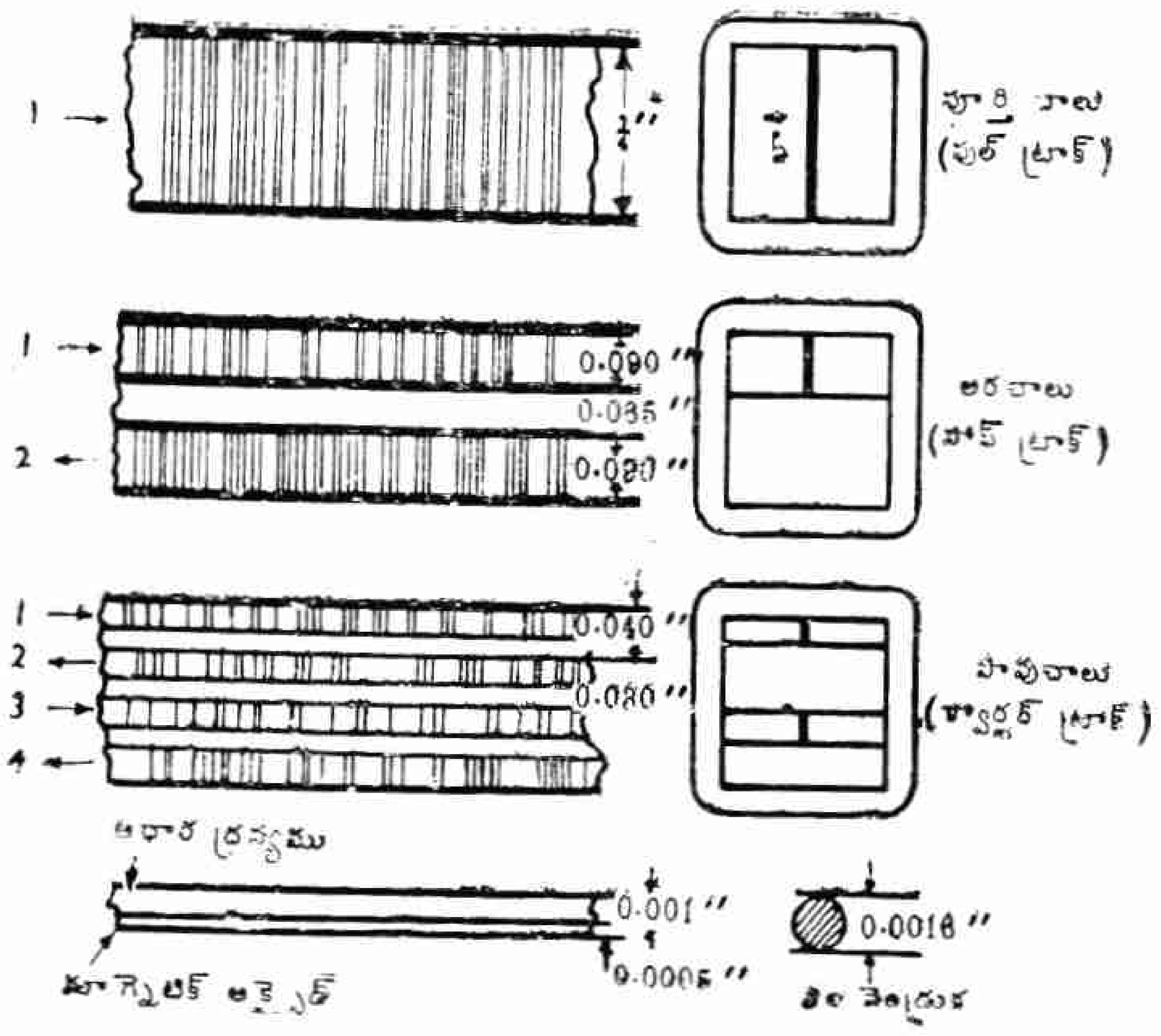


రికార్డు చేయబడిన శబ్దములను తుడిచివేయుట



టేపు రికార్డరు

1. స్విచ్చి; 2. వాల్యూం కంట్రోలు; 3 & 4. రికార్డింగు లెవెల్ కంట్రోలు; 5 & 6. రికార్డింగు లెవెల్ ఇండికేటరులు; 7. రీవైండ్ కీ; 8. స్టార్ట్ కీ; 9. టేపుగతిని కాసేపు ఆపుటకు కీ; 10. స్టాప్ కీ; 11. రికార్డింగు కీ; 12. శీఘ్రగతిని చుట్టుకొనునటుల చేయుటకు కీ; 13 & 14. చాలును నిర్దేశించు ట్రాక్ సెలక్టార్ కీలు; 15. టేప్ కౌంటర్.



శబ్దలేఖనమునకు ఉపయోగించు టేపుపై పూర్తి చాలు అరచాలు, పావుచాలు వివరములు

వైశాల్య లేఖనము (వేరియబుల్ రికార్డింగ్) అనియు, మారు సాంద్రతా లేఖనము (వేరియబుల్ డెన్సిటీ రికార్డింగ్) అనియు వాటి పేర్లు.

మారు వైశాల్య లేఖనము : పాజిటివ్ ఫిల్మునందు ఒక అంచున సమాన సాంద్రత కలిగి, వెడల్పులో వ్యత్యాసము ఉన్న శబ్ద చిత్రము ఉండును. మారు వైశాల్య పద్ధతిలో శబ్దలేఖన విధానము సూత్రప్రాయముగా చూపబడినది. ఇక మారు సాంద్రతా లేఖనములో శబ్దచిత్రము యొక్క వెడల్పులో మార్పులేక దాని సాంద్రతలో మాత్రము మార్పు ఉండును. S అనునది తేజః ఉత్పత్తి స్థానము. దాని నుండి ప్రసారితమైన కాంతిని L అను కటక సంవిధానము సమానాంతర కిరణ పుంజముగా మార్చును. ఈ సమానాంతర కిరణ పుంజము కాంతి నిరోధకపు తెరయందు ఉన్న T అను త్రిభుజాకార రంధ్రముగుండా ప్రసరించును. ఈ తేజః పుంజమున M అను దర్పణము K అను చీలికపైకి పరావర్తన మొనర్చును. ఆ చీలికగుండా ప్రసారితమైన కిరణములు మరియొక సంవిధానముచే చలనమందున్న ఫిల్ముపైకి కేంద్రీకరింపబడును. N,S అను అయస్కాంత ధ్రువముల మధ్య ఏర్పడినట్టి అయస్కాంత క్షేత్రమందు వ్రేలాడుచున్న విద్యుద్వాహకమునకు అతుకబడి పైన పేర్కొనబడిన M అను దర్పణము ఉండును. మైక్రోఫోనులో మాట్లాడుటచే ఏర్పడిన విద్యుత్తు తరంగములు అయస్కాంత క్షేత్రమందు వ్రేలాడి ఉన్న విద్యుద్వాహకమును చేరుటచే ఆ విద్యుద్వాహకమున్ను, దానికి అతుకబడి ఉన్న దర్పణమున్ను కోణీయడోలనము చేయును. XOX' అను అక్షముపై దర్పణము చేసిన కోణీయడోలనము ఫలితముగా చీలిక యొక్క వెడల్పునకు అడ్డముగా త్రిభుజాకారపు కాంతి పుంజము పైకిని, క్రిందికిని తిరుగును. ఆ విధముగా ప్రకాశితమైన చీలిక యొక్క పొడవులో మార్పువచ్చి పైన పేర్కొనిన శబ్దచిత్రము సిద్ధించును.

మారుసాంద్రతా విధానము: ఇది ఒకే వెడల్పుగలిగి శబ్దములందలి భేదములను సాంద్రతా భేదములచే కనపరచు శబ్దపు చాలు ఫిల్ముపై తీయు విధానము. మైక్రోఫోను పొరపై పడు శబ్దాఘాతములు విద్యుత్తు ప్రవాహములుగా మారి, విపులీకృతమై, మొదట సాధారణ ఔజ్జ్వల్యముతో వెలుగు బాష్పోత్సర్గ దీపములోనికి పంపబడును ఇందలి విద్యుత్తు ప్రవాహ తీక్ష్ణత మైక్రోఫోను నుండి వచ్చు శాబ్దిక విద్యుత్తు ప్రవాహములచే మార్పును చెందును. అనగా, ఈ ఉత్సర్గ దీపమునందు విద్యుత్తు ప్రవాహము శాబ్దిక విద్యుత్తు ప్రవాహములకు అనుగుణముగా మారుచుండును. ఈ కాంతిని ఒక చీలికపై పడునట్లు చేయుదురు. చీలికనుండి వెలువడిన కాంతి ఫిల్ముపై పడును. బింబావిష్కరణను చేసిన తరువాత ఫిల్ముపై ఈ శబ్దపుచాలు మారని వెడల్పు గలిగి సాంద్రతయందు భేదములు గల ఒక పట్టీవలె ఏర్పడును.

ఈ రకపు శబ్దపుచాలు మరొక విధానమున కూడ పొందవచ్చును. దానికి 'తేజఃకవాట (లైట్ వాల్వు) విధానము' అని పేరు. ఇందు స్థిర తీక్ష్ణత కలిగిన దీపపు కాంతిని చీలికద్వారా ఒక తేజఃకవాటముపై పడునట్లు చేయుదురు. ఈ సాధనము 'డ్యూరాల్యుమిన్' ధాతుమిశ్రముచే చేయబడిన టేపుచుట్ట. ఈ వలయపు రెండు కొనలును వాటి మధ్య ఎడము ఒక చీలికవలె కనిపించునట్లు చాల దగ్గరగా చేర్చి ఉండును. ఈ టేపుచుట్ట ఒక విద్యుత్తు అయస్కాంతపు ధ్రువ ఖండముల మధ్య ఉంచబడును. శబ్దముచే మైక్రోఫోనునందు కలుగు విద్యుత్తు ప్రవాహములను ఈ టేపు చుట్టలోనికి పంపుదురు టేపుచుట్టలో ఈ విద్యుత్తు ప్రవాహములు ప్రవహించుచున్న సమయమున వాటి హెచ్చుతగ్గులను బట్టి ఈ ధాతుమిశ్రపు వలయము యొక్క కొనల మధ్య సందు వెడల్పు శాబ్దిక విద్యుత్తు ప్రవాహానుగుణముగా మారుచుండును. మొదట చెప్పిన స్థిర తీక్ష్ణత గలిగిన విద్యుదుత్సర్గ దీపకాంతి ఈ సందులో నుండి ఫిల్ముపై పడునట్లు చేయుదురు. సందు వెడల్పు వలయములో ప్రవహించు విద్యుత్తు ప్రవాహముల హెచ్చుతగ్గులను బట్టి మారుచుండునని చెప్పి ఉంటిమి. ఈ ప్రవాహములు మైక్రోఫోనుపై పడు శబ్దాఘాతములయందు భేదముల బట్టి మారుచుండును. అందుచే, ఫిల్ము పైబడు చాలు మైక్రోఫోను గ్రహించు శబ్దమును అనుసరించి ఉండును.

తీగె, టేపుమీద అయస్కాంత లేఖనము - టేపు రికార్డరు : ఏభై ఏళ్ల క్రిందటినుండి దీని పరిచయము ఉన్నను, ఇటీవలననే ఈ విధానము సమగ్ర సంస్కారమును పొంది, చాల ప్రచురముగా వాడుకలోనికి వచ్చినది. అయస్కాంత క్షేత్రములో ఉంచబడిన ఉక్కుతీగె టేపు కొంత అయస్కాంత గుణమును స్వీకరించును. క్షేత్రమునుండి పైకి తీసివేసినప్పుడు కూడ అయస్కాంతగుణము తీగెలో శేషము మిగిలిపోవును. ఈ తత్త్వమును అనుసరించి ఒక ఉక్కుతీగె స్థిరవేగముతో విద్యుత్తు అయస్కాంతమందు దొలచబడిన రంధ్రముద్వారా లాగబడును. విపులీకృత శాబ్దిక విద్యుత్తు ప్రవాహములను మోయుచున్న ఒక తీగెచుట్ట ఈ విద్యుత్తు అయస్కాంతమును ఆవరించి ఉండును. తీగె రంధ్రము ద్వారా సెకనుకు 76, 38, 19, 9.5, 4.75, 2.375 సెం.మీ. (30", 15", $7\frac{1}{2}$", $3\frac{3}{4}$", $1\frac{7}{8}$", $\frac{15}{16}$") వేగములలో పోవునపుడు అయస్కాంత క్షేత్రమందలి బలము ఎప్పటికప్పుడు మారుచుండుటచే ఈ

మార్పుకు అనుగుణముగా తీగెకు కొంత శేష అయస్కాంత గుణము సంక్రమించును. అయస్కాంత రంధ్రమును ప్రవేశించకముందు ముప్పది వేల ఆవృత్తులు గల ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహమునకు ఈ తీగె గురిచేయబడును. దీనివలన ఇంతకుముందు ఏమైన అయస్కాంత గుణము ఉన్నచో అది తుడుచుకొని పోవును. తీగెమీద కలిగిన అయస్కాంతకతను అయస్కాంతక్షేత్రబలమునకు అనుగుణముగా ఉండునట్లు చేయుటకు అయస్కాంతముచుట్టు ఉన్న వలయములో ప్రవహించుచున్న శాబ్దిక విద్యుత్తు ప్రవాహములపై ఋజు మార్గ ప్రవాహమును ఒక దానిని ఆరోపణము చేయుదురు. దీని వలన మారుచున్న అయస్కాంత క్షేత్ర బలములకు అనులోమముగా తీగెటేపుయొక్క అయస్కాంతతత్త్వము మారును ఇట్లు లభించిన లిఖితము (రికార్డు) యొక్క మన్నిక ఎక్కువ. అదిగాక, కొంచము శ్రద్ధ వహించిన తీగె టేపు మీద అయస్కాంత లేఖనము మామూలు ఫిల్ముపై గాని, పళ్లెము పైగాని చేసిన లేఖనము అంత ప్రశస్తముగా చేయవచ్చును. తక్కిన విధానమువలె గాక, అయస్కాంత లేఖన విధానము మరి ఏ మధ్యక్రియలు ఆవశ్యకత లేకుండగనే శబ్ద పునరుత్పత్తికి నేరుగా వాడుక చేయవచ్చును. తీగెకు బదులుగా ఇటీవల 'టేపు' అధికముగ వాడుకలోనికి వచ్చినది. మాగ్నెటిక్ టేపుపై ఏక చాలు, రెండు చాళ్లు, నాలుగు చాళ్లు వరకు కూడ రికార్డు చేయ వీలుండుటచే టేపు ఆదా అగుచున్నది. ఇట్లు ఈ విధానము మనోరోగముల చికిత్సలకును, గాత్రాభ్యాసమునకును, స్టూడియోలలోను, భాషాధ్యయనమునందును, వినోద సాధనముగను మిక్కిలి ఉపయోగముగా ఉన్నది. ఇట్టి లేఖనము లోని మరియొక లాభము ఏమన పెక్కుసార్లు దీనిన ఉపయోగించినను చెడిపోకుండ శబ్ద పునరుత్పత్తిని చేయగలదు. అదియునుగాక, రికార్డు చేసిన దానిని తుడిచి వేయవలెననిన అధిక పౌనఃపున్యము గల ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహమునకు గురిచేయుదురు అట్లు ఆ టేపును ఎన్నిసార్లు అయినను తిరిగి తిరిగి ఉపయోగించవచ్చును.

బి ఎస్ రా. కృ.

శిలా ఖనిజములు : శిలలు అనగా ఖనిజములతో ఏర్పడిన ఘన స్వరూపములు అని నిర్వచింపవచ్చును. శిలా నిర్మాణములో ఏ ఖనిజమైనను చేరవచ్చును. అయితే, శిలలలో అత్యధిక భాగమును ఆక్రమించి, తప్పనిసరిగా నిత్యఘటకములై ఉండు వాటినే శాస్త్రజ్ఞులు 'శిలా ఖనిజములు' అని వ్యవహరించుట పరిపాటి.

శిలలుగా రూపొందు ఖనిజములలో గరిష్ఠ భాగము సిలికేట్‌లు. ఇవి అన్ని శిలలలోను దాదాపు 97% ఉండును. కాని, కొద్ది శిలలలో ఆక్సైడ్‌లు, కార్బొనేట్‌లు ప్రధాన ఘటకములుగ ఉండుట కూడ కలదు. (ఉదా: అగ్నిశిలలలో మాగ్నటైట్, ఇల్మెనైట్, క్రోమైట్ ; స్ఫటిక శిలలలో క్వార్ట్జ్ ; సున్నపు రాళ్ళలో కాల్సైట్).

సిలికేట్ ఖనిజములు సిలిసిక్ ఆసిడ్ యొక్క లవణములు. ఈ లవణముల సంఘట్టనములలో ఒంటరిగా గాని, ఒకటి, రెండు కలిసి గాని వేరు ధాతువులలో ప్రధానములైనవి ఇనుము, మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, అల్యూమినియము, సోడియమ్, పొటాసియమ్ - తరుచుగ సిలికేట్ ఖనిజములు రెండు ప్రధాన విధానములలో రూపు గొనును. అవి : 1. మగ్మామెల్ట్ నుండి స్ఫటికీకరణము - అనగా తప్తశిలాద్రవ్యము (మాగ్మా) నుండి స్ఫటికములుగ వేరుపడుట ; 2. రూపాంతర పరిస్థితులలో పునఃస్ఫటికీభవనము చెందుట. మొదటి విధానమున రూపొందువాటిని 1. ఇనుము - మగ్నీషియమ్ ఖనిజములు ; 2. ఫెల్‌స్పాతిక్ (అల్యూమినియముతో సంయుక్తముగ సోడియమ్, పొటాసియమ్) ఖనిజములు అని స్థూలముగ విభజింప వచ్చును.

నీల, శ్వేత, ఉపాంగ ఖనిజములు : ఇనుము - మగ్నీషియమ్ ఖనిజములు తప్పనిసరిగ కొంచెము నల్లగా ఉండును. కాబట్టి, అవి నీలఖనిజములు అని పేర్కొనబడును. ఫెల్‌స్పాతిక్ ఖనిజములను శ్వేతఖనిజములు అని వ్యవహరించుట పరిపాటి. ఈ నీల, శ్వేత వర్గ ఖనిజముల సంఘట్టనములలో కాల్సియమ్ కూడ చేరవచ్చును.

పై రెండు వర్గములకు తోడు ఉపాంగ ఖనిజములు కూడ కొన్ని కలవు. ఇవి శిలలలో చాల తక్కువ రాశులలో ఉండు ఖనిజములు. జిర్కాన్, ఆపటైట్, స్ఫీన్, టూర్మలీన్, మోనజైట్ మున్నగునవి సాధారణమైన ఉపాంగ ఖనిజములు. ఈ మూడు వర్గముల ఖనిజములు అగ్నిశిలలలో తరుచుగా ఉండును.

రూపాంతర, గౌణ ఖనిజములు : పై వర్గములకు తోడు సర్వ సామాన్యముగ రూపాంతర శిలలలోను గౌణ పరివర్తన ఉత్పన్నముల రూపమునను కనిపించు మరికొన్ని ఖనిజములు, ఖనిజ వర్గములు సైతము కలవు. అవి : 1. స్టారొలైట్ ; 2. ఎండలూసైట్, సిల్లిమనైట్, కెయనైట్ ; 3. గార్నెట్ వర్గము ; 4 కార్డియరైట్ ; 5. స్ఫీన్, ఎపిడోట్ ; 6. క్లోరైట్‌లు ; 7. సోదక మగ్నీషియమ్ సిలికేట్‌లు (టాల్క్, సర్పెన్‌టైన్) ; 8. సోదక అల్యూమినియము సిలికేట్‌లు (కెయొలిన్, బంక మట్టి ఖనిజములు). అగ్నిశిలలకు, రూపాంతర శిలలకు కొన్ని లాక్షణిక ఖనిజములు, లాక్షణిక ఖనిజ స్వరూపములు కలవు. పంక శిలలలో అగ్నిశిలలనుండి, రూపాంతర శిలల

నుండి శిథిలము లైన ద్రవ్యములు మాత్రమే ఉండును. అందు వలన లాక్షణిక పంకశిలా ఖనిజములు అనునవి లేవు. భౌతిక, రాసాయనిక చూర్ణీభవనమును విజయవంతముగా ప్రతిఘటింపగల కఠిన ఖనిజములు మాత్రమే పంకశిలలలో కనిపించును. ఇపుడు పైన పేర్కొనిన శిలానిర్మాణక ఖనిజవర్గముల గూర్చి సంగ్రహముగ తెలిసికొందము.

నీల ఖనిజములు : వీటిలో ఆలివీన్‌లు, పైరాక్సీన్‌లు, ఆంఫిబోల్‌లు, ఇనుము - మగ్నీషియమ్ అభ్రకములు ప్రధానములైనవి.

ఆలివీన్‌లు : ఇవి అతి క్షారక శిలలలో కనిపించు లాక్షణిక ప్రాయమైన ఆగ్నేయ ఖనిజములు. ఆలివీన్ ఇనుము, మగ్నీషియమ్ ధాతువుల ఆర్థోసిలికేట్. ఇది సులభముగా సర్పెన్‌టైన్‌గా మారిపోగలదు. పారదర్శకత, లేత ఆకుపచ్చరంగు కలిగి రత్నముగ ఉపయోగపడు పెరిడట్ ఖనిజము ఆలివీన్‌లలో ఒక రకము.

పైరాక్సీన్‌లు : అతిక్షారక - ఆమ్లక అగ్నిశిలలలో అంశీభూతములయిన ఖనిజములలో ఒక ప్రముఖ వర్గమునకు చెందిన పైరాక్సీన్‌లు మగ్నీషియమ్, ఇనుము, కాల్సియమ్ ధాతువుల మెటాసిలికేట్‌లు. ఇవి అల్యూమినాతో సహాగాని, వినాగా గాని ఉండవచ్చును. ఇనుము, మగ్నీషియమ్ ధాతువుల పైరాక్సీన్‌లకు ఎన్‌స్టాటైట్, హైపర్‌స్తీన్ అని పేళ్ళు; కాల్సియమ్ పైరాక్సీన్‌లలో ఆగిట్, డైఆప్‌సైడ్ అనునవి ప్రముఖములు. ఆగిట్ చాల తరుచుగా దొరుకు పైరాక్సీన్. ఐజరీన్, జేడైట్ వంట సోడియమ్ పైరాక్సీన్‌లు కూడ కలవు. అవి క్షార ధాతువులు అధికముగా కల శిలలలో క్వాచిత్కముగ కనిపించును. పైరాక్సీన్‌లకు ఆర్థిక ప్రాముఖ్యము లేదు.

అంఫిబోల్‌లు : పైరాక్సీన్‌లవలె ఇవి కూడ నీలఖనిజ వర్గములలో ఒక ప్రధానవర్గము. వాటి సంఘట్టనము కూడ పైరాక్సీన్‌ల సంఘట్టనమును పోలి ఉండును. అయితే, వీటిలో నీరు ఒక అదనపు ఘటకముగ ఉండును. ఇవి అనేక విషయములలో కూడ పైరాక్సీన్‌లను పోలి ఉండును. రెండు వర్గములు తరుచుగా సన్నిహిత సమ్మిశ్రితములై ఉండును.

ఆంఫిబోల్‌లలో హారన్‌బ్లెండ్ ప్రధానతమమైనది. అది అగ్ని, రూపాంతర శిలలు రెండింటియందును ఉండును. దాని కారునలుపు రంగును బట్టి దానిని సులువుగనే గుర్తింపవచ్చును. ఆకుపచ్చ రంగు కల ఆక్టినోలైట్ (కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, ఐరన్ సిలికేట్), తెలుపు రంగు కల ట్రెమోలైట్ (కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ సిలికేట్) కూడ ఈ వర్గములో ముఖ్యమైనవి.

నారల రూపమున లభించు ఆంఫిబోల్‌లు ఆస్‌బెస్టాస్ అను పేర ఆర్థికముగ చాల విలువ కలవి. ఈ నారలు తరచుగ పొడవుగా, సన్నముగా, వంచుటకు వీలుగా ఉండును. వాటిని వడికి, గుడ్డలుగ, త్రాళ్లుగ నేయవచ్చును. ఆస్‌బెస్టాస్ అమోఘమగు అగ్ని, విద్యుత్తు బంధకము. అది బ్రేక్ లైనింగ్‌లలోను, ఆస్‌బెస్టాస్ రేకుల తయారీలోను వాడబడును. పైరాక్సీన్‌లలోవలెనే ఆంఫిబోల్‌లలో కూడ క్షారక ఆంఫిబోల్‌లు కూడ కలవు. వాటిలో గ్లాకోఫేన్, రైబెక్కైట్ అనునవి గణ్యములు.

ఇనుము, మగ్నీషియమ్ అభ్రకములు : ఈ వర్గములో ప్రధానములైనవి బయోటైట్, ఫ్లాగోఫైట్. బయోటైట్ అనునది తరుచుగా దొరకు అభ్రకము. దాని నలుపు రంగును బట్టి, తళుకువలె మెరయు దాని స్వభావముబట్టి అతి సూక్ష్మకణముల రూపమున ఉన్నపుడు కూడ దానిని ఇట్టే గుర్తింపవచ్చును. ఇది స్ఫటికాంతరజలము కల ఇనుము, మగ్నీషియమ్, అల్యూమినియము, పొటాసియమ్ ధాతువుల సిలికేట్. బయోటైట్ దాదాపు అన్ని అగ్నిశిలలలోను (అతి క్షారములు మినహా), పెక్కు రూపాంతర శిలలలోను అంశీభూతమై ఉండును. పొటాసియమ్ నష్టముతో ఇది చాల సులభముగ క్లోరైడ్ క్రింద మారిపోగలదు.

ఫ్లాగోఫైట్ అనునది ఒక మగ్నీషియమ్ అభ్రకము; మగ్నీషియమ్‌తో కూడిన సున్నపు రాళ్ళలో ఉండును. మస్కోవైట్ అభ్రకము తరువాత ఇది ఆర్థిక ప్రాముఖ్యము కలది. ఇది విద్యుత్తు, రేడియో పరిశ్రమలలో ఉపయుక్తమగును.

ఫెల్‌స్పార్‌లు : ఫెల్‌స్పార్‌లు ఉపరితల శిలావరణములో విశేష విస్తరణ ప్రాముఖ్యము కల ఖనిజవర్గము; అగ్నిశిలలలో ఇవి దాదాపు 60% వరకు ఉండును. ఇవి పొటాసియమ్, సోడియమ్, కాల్సియమ్, బేరియమ్ ధాతువుల అల్యూమినా - సిలికేట్‌లు. వీటిలో ఇనుము, మగ్నీషియమ్ ధాతువులు లోపించుట వీటి ప్రత్యేకత అని చెప్పవచ్చును. ఆర్థోక్లేజ్, మైక్రోక్లైన్ అనునవి ప్రముఖ పొటాసియమ్ ఫెల్‌స్పార్‌లు. ప్లాజియోక్లేజ్ ఫెల్‌స్పార్‌లు సోడియమ్ - కాల్సియమ్ వర్గములకు ప్రధాన ప్రతినిధులు. ఈ వర్గము ఆల్బైట్, ఏండసీన్, లాబ్రొడొరైట్, ఆలిగోక్లేజ్, బైటౌనైట్ అనబడు ప్రత్యేక ఖనిజములతో సమరూప పరంపరగా ఏర్పడును. బేరియమ్ ఫెల్‌స్పార్ చాల అరుదుగ దొరకును. ఫెల్‌స్పార్‌లను వాటి లేతరంగు వలన, పగిలిన పలకలమీద అవి ప్రదర్శించు ముత్యపు ప్రకాశము వంటి ప్రకాశమువలన అవలీలగా గుర్తింపవచ్చును. ఇవి పింగాణీ పరిశ్రమలకు చాల ఉపయోగకరములు.

ఫెల్స్పాతాయిడ్‌లు : ఇవి చాల అరుదు. సిలికా తక్కువగను, క్షారములు ఎక్కువగను కల అగ్నిశిలల లోనే వీటి ఉనికి. పంక, రూపాంతరశిలలలో ఇవి మృగ్యములు. ల్యూసైట్, నెఫిలీన్, సోడాలైట్ అనునవి ఈ వర్గమున ముఖ్య ఖనిజములు.

క్షారాభ్రకములు - మస్కొవైట్ : క్షారాభ్రకములలో అతి ప్రధాన ఖనిజము మస్కొవైట్ అను పొటాసియమ్ అభ్రకము. ఇది అతి పలుచని పొరలుగ విడిపోగలుగుట జగద్విదితము. దాని పారదర్శకత వలన, తాప, విద్యుత్తు నిరోధక శక్తివలన ఇది లాంతరు చిమ్నీలు, కందెనలు, పూతరంగులు, విద్యుత్తు బంధకములు మున్నగు బహుముఖ ప్రయోజనములకు ఉపయుక్తమగుచున్నది.

జియొలైట్‌లు : ఇవి కాల్సియమ్, అల్యూమినియము ధాతువులు, స్ఫటికాంతర జలము గల సిలికేట్‌లు ; క్షార ధాతువులతో సహా గాని, వినాగా గాని ఏర్పడును. ఇవి తప్పనిసరిగా హైడ్రోథెర్మల్ లేదా గౌణ ఉత్పత్తి కలవి. జియొలైట్‌లు తెలుపురంగు లేదా బూడిదరంగుతో కూడిన తెలుపురంగు, అల్ప దృఢత్వము కలిగి ఉండుటచే వాటిని గుర్తించుట తేలిక. ఈ వర్గమున అనాల్సైట్, ఎపోఫిలైడ్, నేట్రొలైట్ అనునవి ప్రధాన ఖనిజములు. జియొలైట్‌లు ఆర్థిక దృష్ట్యా నిరుపయుక్తములు.

క్వార్ట్జ్ (సిలికన్ డై ఆక్సైడ్) : ఇది ఒక ప్రధాన ఖనిజము ; పారదర్శకము లేదా అపారదర్శకము, వర్ణరహితము లేదా తరుచుగా తెలుపు, గులాబిరంగు, ఆకుపచ్చ, బూడిదరంగు కలిగి ఉండును. దాని లక్షణమైన జిడ్డువంటి ప్రకాశమువలన, వలయాకారపు పగులువలన క్వార్ట్జ్‌ను ఇట్టే పోల్చుకొనవచ్చును. అతిక్షారకశిలలు, ఫెల్స్పాతాయిడ్ శిలలు మినహా దాదాపు తక్కిన అన్ని శిలలలోను ఇది అతి సామాన్య ఘటకము. విశుద్ధము, పారదర్శకము, వర్ణరహితము అగు క్వార్ట్జ్ చాక్షుష సాధనములలో పట్టకములు, కటకములు వగైరా తయారీకి ఉపయోగపడును. పారదర్శకమై, లేతరంగు కలది రత్నజాతులలో పుష్యరాగముగ వాడబడును.

ఓపాల్, ఆగిట్, ఛాల్సిడోనా అనునవి సూక్ష్మస్ఫటిక లేదా అస్ఫాటిక సిలికాలలో రకములు. మొదటివి రెండు మంచి రంగులు కలిగి ఉన్నప్పుడు రత్నములుగ వాడబడును.

ఉపాంగ ఖనిజములు - జిర్కాన్ : ఇది జిర్కోనియమ్ ధాతువు యొక్క సిలికేట్, గ్రానైట్‌ల వంటి ఆమ్లక అగ్ని శిలలలో ప్రధాన ఉపాంగ ఖనిజము. ఇది అత్యంత సూక్ష్మ రాశిలో ఉండుటవలన శిలలలో దానిని గుర్తించుట కష్ట సాధ్యము. తన అధిక కాఠిన్యము వలన, క్షరణమును ప్రతిఘటింపగల శక్తివలన ఇది గురు ఖనిజములకు లాక్షణికమైనది ; అధిక విశిష్ట గురుత్వము కారణమున ఇది ఇతర గురు ధాతువులతో కలసి ప్లాసర్ నిక్షేపములలో కేంద్రీకరించును. జిర్కాన్ కొలుములలో రిఫ్రాక్టరీ ద్రవ్యముగను, పారదర్శకమైనచో గోమేధికరత్నముగను ఉపకరించును.

అపటైట్ : ఇది కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ ; ఆమ్లక, క్షారక అగ్నిశిలలు అన్నిటిలోను సాధారణ ఉపాంగ ఖనిజము. పెద్ద మొత్తములలో దొరకినచో దీనిని సూపర్ ఫాస్ఫేట్ ఎరువుల ఉత్పత్తికి వినియోగించవచ్చును.

టూర్మలీన్ : ఇది సోడియమ్, పొటాసియమ్, ఇనుము, మగ్నీషియమ్, అల్యూమినియము, బోరాన్‌లతో కూడిన సిలికేట్ ; ఆమ్లక అగ్నిశిలలలోను, ముఖ్యముగ పెగ్మటైట్‌లలోను విరివిగ ఉండును. ఇది తరుచుగా నల్లనిది. పారదర్శకత, గులాబీ రంగు కలిగిన టూర్మలీన్ రత్నముగ వినియోగపడగలదు.

మోనజైట్ : ఇది సిరియమ్, థోరియమ్ ధాతువుల ఫాస్ఫేట్ ; గ్రానైట్‌లవంటి ఆమ్లక అగ్నిశిలలలో ఉపాంగ ఖనిజముగ ఉండును. ఇది దాదాపు అన్ని ధర్మములలోను పైన చెప్పిన జిర్కాన్‌ను పోలి ఉండును. పరమాణుశక్తి ఉత్పాదనకు అత్యావశ్యకమగు థోరియమ్ ధాతు సాధనకు ఇది ప్రధానతమ ఖనిజము.

రూపాంతర ఖనిజములు, స్టారొలైట్ : ఇది ఒక లాక్షణిక రూపాంతర ఖనిజము ; ఇనుము, అల్యూమినియము ధాతువుల సిలికేట్ ; లేత ఎరుపుతో కూడిన ఇటుకరంగు లేదా లేత ఇటుక రంగుతో కూడిన నలుపు రంగు కలది. దీని రంగును బట్టి, అధిక కఠినతను బట్టి ఈ ఖనిజమును ఇట్టే గుర్తింపవచ్చును. స్టారొలైట్ తరుచుగ గార్నెట్, కెయనైట్ ఖనిజములతో సమ్మిళితమై దొరకును.

ఎండలూసైట్, సిల్లిమనైట్, కెయనైట్ ; ఇవి మూడును అల్యూమినియము సిలికేట్‌లు. కాని, అల్యూమినియము ధాతుసాధనకు పనికిరాగల ముడిఖనిజములు కావు ; రూపాంతర శిలలలో ఉండును. సిల్లిమనైట్, కెయనైట్ కొలుములకు అస్తరులు వేయుటకు రిఫ్రాక్టరీలుగ ఉపయోగపడును.

గార్నెట్ వర్గము : ఇవి ద్వియోజనీయ (ఫెర్రస్ ఇనుము, కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్), త్రియోజనీయ (ఫెర్రిక్ ఇనుము, అల్యూమినియము, క్రోమియమ్) ధాతువుల సిలికేట్‌లు. వీటిలో విశేషభాగము రూపాంతరశిలలలో కన్పించును. అయితే, కొన్ని అగ్నిశిలలలో కూడ ఉండ

వచ్చును. ఆల్మన్ డైట్, గ్రోస్సులారైట్, పైరోప్, స్పెస్సార్ టైట్, అన్డ్రాడైట్ అనునవి గార్నెట్ వర్గములో ముఖ్య ఖనిజములు. వీటి రంగునుబట్టి, విశిష్ట స్ఫటికాకృతులనుబట్టి, అధిక కఠినతలనుబట్టి వీటిని అవలీలగా గుర్తింపవచ్చును. ఇవి అపఘర్షకము (ఒరగల్లు) లుగను, పారదర్శకములైనచో రత్నములుగను పనికివచ్చును.

స్ఫీన్, ఎపిడోట్ : స్ఫీన్ కాల్సియమ్, టైటానియమ్ సిలికేట్. అగ్నిశిలలలోని ఉపాంగఖనిజము. కాని, అగ్నిశిలా సామీప్యమువలన రూపాంతరీకరణమును పొందిన సున్నపు రాళ్ళలో పుష్కలముగ ఉండును.

ఎపిడోట్ రూపాంతరిత అగ్నిశిలలలోని లాక్షణిక ఖనిజము. దీనిని దీని ఆకుపచ్చ - నలుపురంగునుబట్టి, మలినాకార స్వభావమునుబట్టి గుర్తించుట తేలిక.

గౌణ (సెకండరీ) ఖనిజములు, క్లోరైడ్లు : ఇవి అల్యూమినియము, ఇనుము, మగ్నీషియమ్ ధాతువులు, స్ఫటికాంతర జలము కల సిలికేట్లు ; ఆంఫిబోల్ల, అభ్రకముల వినంయోగమువలన వచ్చిన గౌణ ఉత్పత్తి కలవి లేదా రూపాంతరిత ఉత్పత్తి కలవి. విలక్షణములైన ఆకుపచ్చ రంగువలన, తళుకువలె మెరయుచు పొరలు పొరలుగా ఉండు అభ్రక స్వభావమువలన వీటిని తేలికగా గుర్తింపవచ్చును.

సోదక మగ్నీషియమ్ సిలికేట్లు: టాల్క్, సర్పెన్టైన్ అనునవి రెండును ఈ వర్గమునకు నమూనాలు. రెండును గౌణ ఉత్పత్తి కలవి. మగ్నీషియమ్ పాలు అధికముగా కల శిలలు తాపజలపరిస్థితులలో పరివర్తనము చెందుటవలన ఏర్పడినది టాల్క్. మగ్నీషియమ్ పాలు మిక్కుటముగ కల క్షారక, అతిక్షారక శిలలు తాపజల పరిస్థితులలో చెందిన పరివర్తనము వలన పర్యవసించినది సర్పెన్టైన్.

టాల్కమ్ పౌడరులో ఉపయోగింపబడు సుప్రసిద్ధ ఖనిజము టాల్క్ చాల మెత్తనిది ; గోటితో మీటిన గీటు పడును. దానిని దాని మెత్తదనమునుబట్టి, రంగులో కల లేత ఛ్ఛాయలనుబట్టి గుర్తించుట తేలిక. సర్పెన్టైన్కూడ మృదువుగ ఇంపైన వర్ణచ్ఛాయలు కలిగి ఉండుటవలన దానిని గృహ నిర్మాణములలో పాలరాయివలె అలంకార శిలగా వినియోగింతురు ; నారల మాదిరిగ ఉండు రకము లను ఆస్బెస్టాస్ (రాతినార)గ ఉపయోగింతురు.

సోదక అల్యూమినియము సిలికేట్లు : ఇవి మన్నులలో ప్రధాన ఘటకములు ; ఫెల్స్పాథిక్ శిలలు వాతావరణ ప్రభావముచే క్షరణము చెందుటవలన రూపొందును. కెయొలిన్, హెల్లోయ్సైట్, మాంట్ మోరిల్లోనైట్, ఫుల్లర్ మన్ను అనునవి ఈ వర్గములోని ప్రధాన ఖనిజములు. వీటిని విడివిడిగా గుర్తించుట కష్టసాధ్యము. పింగాణి, కాగితము, రబ్బరు, పూతరంగులు మొదలగు పరిశ్రమలలో కయోలిన్ ; చమురు శుద్ధిలోను, గుడ్డలు శుభ్రపరుచుట లోను ఫుల్లర్ మన్ను వినియోగపడుచున్నవి. అ. న.

శిలాశాస్త్రము : పెక్కు నక్షత్రములు, సూర్యులు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు మున్నగు నభోమూర్తులతో సంకీర్ణమై, దిగ్భ్రమ పుట్టించు విశ్వములో మనము నివసించు భూమి ఒక భాగము. దాని అనుశీలనము ఆసక్తికరము ; హృదయాకర్షకము. భూమిని గూర్చి విమర్శనపూర్వకముగ అనుశీలింపదగు అంశములు అసంఖ్యాకములు. భూమి అంతస్తమ గర్భమునుండి ప్రారంభించి, బహిర్వాతావరణము, అంతరిక్షమువరకు గల అనేక విషయములను చర్చించు ఖగోళ, భౌతిక, రాసాయనిక, భూతత్త్వ, భూ భౌతిక, భూ రాసాయనిక, వాతావరణ శాస్త్రముల వంటి బహుశాస్త్రములు సమగ్ర భూమ్యనుశీలనమునందు అంతర్భాగములై ఉండును. అయితే, భూమి ఉపరితలము మానవునికి వసతి కాబట్టి, భూపృష్ఠమే అన్నిటికన్న అతనికి అందుబడి ప్రాంతము అగుట సహజము.

భూ శాస్త్రీయ, భూ భౌతిక శాస్త్ర పరిశోధనలను పురస్కరించుకొని, భూమి పెక్కు పొరలతో సంఘటితమై ఉన్నదనియు, ఆ పొరలు కొంతవరకు వ్యత్యస్త ద్రవ్యములతో కూడి ఇంచుమించు తీర్చిదిద్దిన నిశిత సరిహద్దులు కలిగి ఉండుననియు శాస్త్రవేత్తలు నిగమించిరి. భూమిలో అంతస్తమ భాగమగు గర్భము ఉన్నత సాంద్రతలు కల నికెల్, ఇనుము ధాతువులతోను ; బహిస్తమభాగమగు పృష్ఠము శిలలతో (బహుశః 16 కి. మీ. లోతువరకు) నిర్మింపబడినదనియు కూడ వారి అభిప్రాయము. ఈ పృష్ఠముయొక్క అనుశీలనమే-అనగా దానిలోని ఘటకములైన పలురకములైన శిలల అనుశీలనమే - శిలాశాస్త్రము అని స్థూలముగ నిర్వచింపవచ్చును. ఇందు ఆ శిలలకు సంబంధించిన వివిధ విషయములు - వాటి ఆకృతులు, రచనాక్రమములు, సంఘట్టనములు, ఉనికి, నిర్మాణ ప్రకారములు, వర్గీకరణము ; వాటి నిర్మాణ సమయమున, తదనంతరకాలమున తమ పరిసరములలో ఏర్పడు భౌతిక, రాసాయనిక, తదితర పరివర్తనములకు అవి ప్రతికరించు రీతులు మున్నగునవి - చర్చకు వచ్చును.

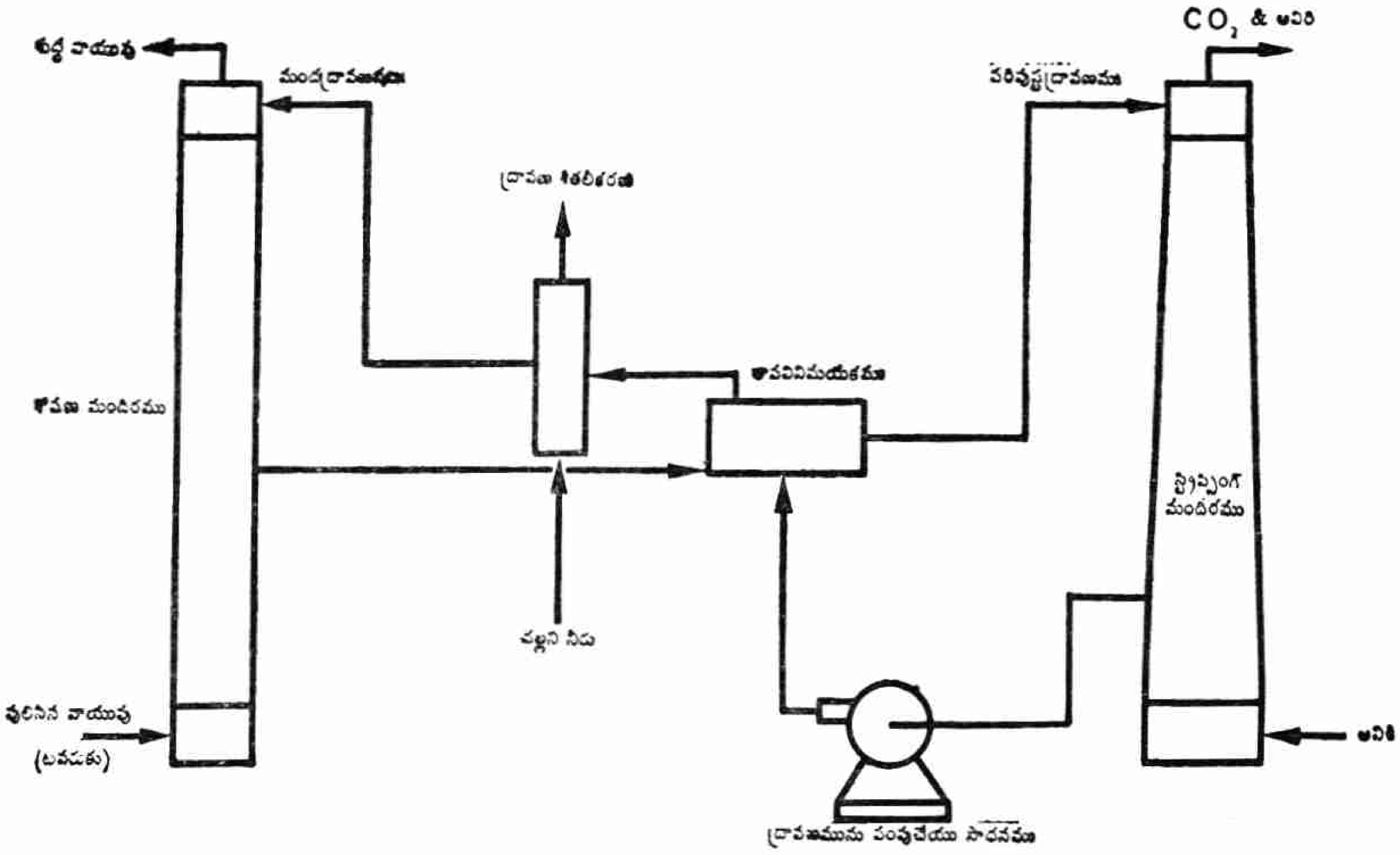
శిలలు : శిలలు అనగా కొన్ని ఖనిజముల సమాహారముగా ఏర్పడిన ఘన పదార్థములు అని నిర్వచింపవచ్చును. శిలాఘటకములగు ఖనిజములు సాధారణముగ ఒక విస్పష్టమైన నమూనాలో విన్యసింపబడి, శిలలకు స్వాభావికములైన ఆకృతిని, కూర్పును చేకూర్చును. శిలలు కఠినముగ

లేదా మృదువుగ ఉండవచ్చును; ముతుకని లేదా సున్నితపు కణములతో పత్రాకారముగనో, తద్విరుద్ధముగనో నిర్మింపబడి ఉండవచ్చును. శిలల నిర్మాణములో ఏ ఖనిజమైన పాల్గొనవచ్చును. కాని, శిలాఖనిజములలో ముఖ్యమైనవి సిలికేట్‌లు [చూ. శిలా ఖనిజములు - పు.553].

శిలల వర్గీకరణము : శిలాశాస్త్రరీత్యా శిలలు వాటి నిర్మాణక్రమమును బట్టి అగ్నిశిలలు [చూ. పు. 116], పంకశిలలు [చూ. పు 553], రూపాంతర శిలలు [చూ. పు.671] అని స్థూలముగ మూడు ప్రధానవర్గముల క్రింద విభజింపబడినవి.

మాగ్మాలు అని వ్యవహరింపబడు తప్తశిలా ద్రవ్యములు చల్లారి స్ఫటికీకరించుటవలన నేరుగా ఏర్పడునవి అగ్నిశిలలు; అతఃపూర్వపు శిలలు విసంఘట్టన విసంయోజనములు చెందగా, వాటి ఫలిత ద్రవ్యములనుండి భూమి ఉపరితలముపై రూపొందునవి పంకశిలలు; భౌతిక, రాసాయనిక పరిసరములలో సంభవించిన మార్పు ఫలితముగ తమ పూర్వస్థితినుండి రూపాంతరము పొందిన శిలలు రూపాంతర శిలలు.

ఇటుల అగ్నిశిలలు ఏర్పడుట; అవి చూర్ణీభవనమునకు గురియై, తత్ఫలిత ద్రవ్యములు పంకశిలలుగా రూపొందుట; ఈ పంకములు రూపాంతరీకరణమును పొంది, పునర్ద్రవణ పునఃస్ఫటికీకరణముల ద్వారా అగ్నిశిలలను అనుకరించు రూపాంతర శిలలుగ తయారగుట ఒక సంపూర్ణమైన ఆవృత్తి. ఇట్టి ఆవృత్తులు భూపృష్ఠమున మరల మరల సంభవించుచునే ఉండును.



చిత్రము - 1
CO_2 శోషణ కర్మాగారము

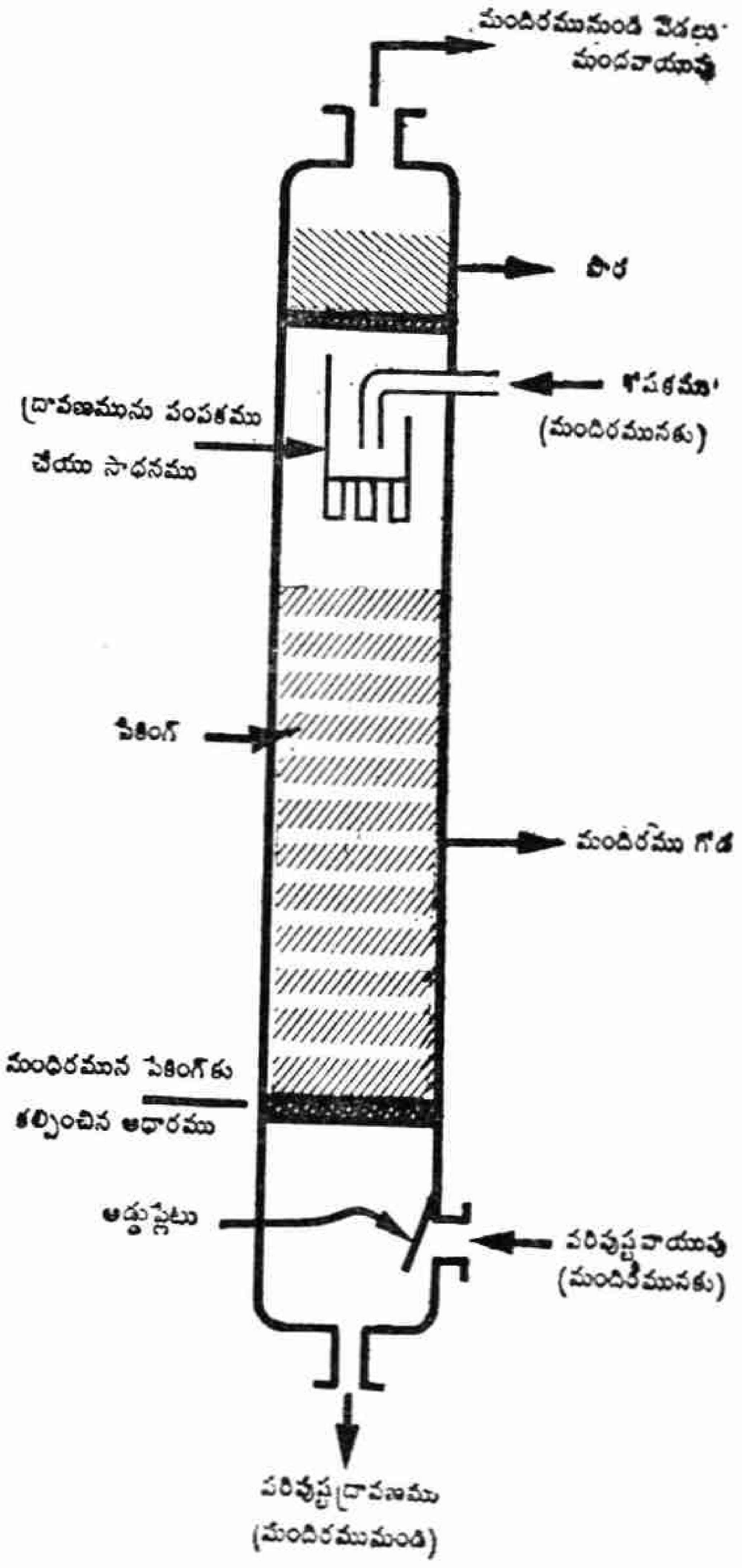
శిలల ఖనిజ సంఘట్టనము, కణముల ప్రమాణము, కూర్పు మొదలగు లక్షణములను క్షుణ్ణముగ పరిశీలించి, అవి ఏ యే శిలారకములకు చెందినవో గుర్తించుటకు సాధ్యపడును. శిలలనుండి పలుచని పలకను కోసి, దానిని శిలానుశీలన సూక్ష్మదర్శని క్రింద పరీక్షించి, పైన చెప్పిన లక్షణములను నిర్ణయింపవచ్చును. ఒకానొక శిలను ఇదమిత్థముగ గుర్తింపగలుగుటకు ఒకప్పుడు దాని ఉనికి, తీరును, ఇతర క్షేత్ర లక్షణములను అనుశీలించుట కూడ ఆవశ్యకము కావచ్చును. పంకశిలలు మినహా మిగిలిన రెండు రకముల శిలలను గుర్తించుటకు, వాటి ఉత్పత్తి ప్రకారములను అవగాహన చేసికొనుటకు ఖనిజ సంఘట్టన పరిజ్ఞానమే అత్యంత సహాయకారి. కాబట్టి, శిలల అనుశీలనకు ఖనిజముల [చూ. పు. 316] సమగ్ర పరిజ్ఞానము మొదటి మెట్టు, అత్యావశ్యకము.

భూపృష్ఠము యొక్క ఆయతనములో అత్యధిక భాగము అగ్నిశిలలే ఆక్రమించి ఉండును. కాని, అవి తరుచుగ పంక, రూపాంతర శిలల పొరల క్రింద మరుగుపడి ఉండును. భూ పృష్ఠము యొక్క మొత్తపు ద్రవ్యరాశితో పోల్చి చూచినచో పంకశిలలకు సాపేక్షముగ ప్రాధాన్యము తక్కువ. అయితే, అవి భూమి ఉపరితలమున విస్తరించి ఉండును. పర్వతోత్పాదన జరుగు ప్రాంతములలో రూపాంతర శిలలు చాల తరుచుగ కనిపించును. అ. న.

శోషణము (వాయు) : ఒక జడ వాతావరణముతో కలసి ఉన్న ఒక వాయువుగాని లేదా వాయుఘటకముగాని ఒక ద్రవముపై బంధితమైనపుడు, ఆ ద్రవములో ఆ వాయువు విలీనమగుటకు 'శోషణము' అని పేరు.

వినియోగము: అనేకవిధములగు వాయు శోషణ ప్రక్రియలు విపులముగా వ్యాప్తిలో ఉన్నవి. జడ వాయు వాతావరణలనుఉత్పత్తి చేయుటకు, అమోనియా ఉత్పత్తికి ఆవశ్యకము అగు హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ వాయు మిశ్రమును ఉత్పత్తి చేయుటకు మిశ్రము నుండి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వంటి మలినములను తొలగించవలెను. ఈ తొలగింపు రెండు గోపురములు గల ఒక నిర్మాణమునందు జరుగును. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ మొదటి గోపురములో వేడి కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణముచే విచూషింపబడి, రెండవ దానియందు తిరిగి విడుదల చేయబడును.

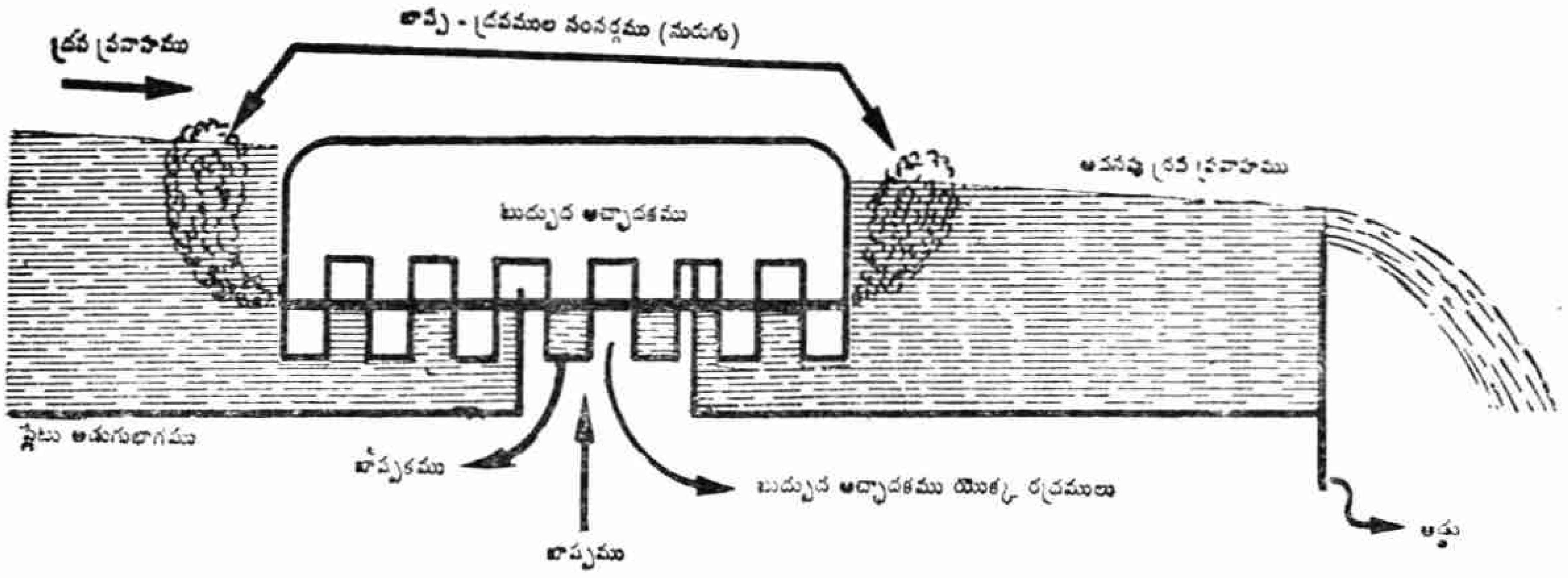
నూనె గనులందు సహజముగా ఉద్భవించు వాయువు నందు గల తక్కువ తాపక్రమములలో మరుగు ద్రవ్య



చిత్రము - 2 పూరణ గోపురములు

ఘటకములను తొలగించుటకు కూడ వాయుశోషణ ప్రక్రియ వాడుకలో ఉన్నది. ఈ ఘటకముల శోషణమునకు ఒక విశిష్టగుణ జాలము గల నూనెను శోషకముగ ఉపయోగింతురు.

ఆ సహజ వాయువులో కలిసి ఉన్న హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ నీటి ఆవిరిని తొలగించుటకు, చిమ్నీల వాయువుల నుండి ప్రేరక ద్రవ్యములకు హానికరములగు సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌వంటి వాయువులను, ఇంకను ఇతర మలిన వాయువులను తొలగించుటకు శోషణ ప్రక్రియలు వాడుకలో ఉన్నవి.



చిత్రము - 3 ఫలక గోపురము

సిద్ధాంతము : వాయు శోషణను ప్రోత్సహించుటకు ఒక నోదనబలము అవశ్యకము. వాయుమిశ్రములో ఉండు అవశ్యక ఘటకము యొక్క సాంద్రత సాధారణ ముగ తెలియజేయబడును. ఈ సాంద్రతకు ఆంశికవాయు ప్రేషము (ప్రార్షియల్ ప్రెషర్) అందురు. శోషక ద్రవము శోష్య ద్రవ్యముతో రాసాయనికముగ ప్రతికరించని పరిస్థితులలో ద్రావణప్రక్రియ కేవలము ఒక భౌతిక ప్రక్రియ గనే ఉండును. అందువలన, శోషణ కార్యము పరివర్తనీయము - అనగా ఆ ఘటకము శోషణ ద్రవముపై ఒక ఒత్తిడిని నెరపును. దీనికి ప్రతిప్రేషమని పేరు. ఈ ప్రతిప్రేషము శోషక ద్రవమందు ఆ వాయుఘటక సాంద్రతా ఫలము శోషణ కార్యమునకు పూర్వముండు వాయు ఘటక ఆంశిక ప్రేషమునకు, వాయుఘటకము శోషణ ద్రవములో కొంత లీనమైన తరువాత మిగులు దాని సమతులిత ఆంశిక ప్రేషమునకు గల భేదము నోదన శక్తికి మానముగా గ్రహింతురు. ఈ ప్రేషభేదము ధన చిహ్నము కలిగినది యైనచో శోషణము జరుగును. అట్లు గానిచో శోషకద్రవము నుండి వాయువు బయటకు నిస్సరించును.

పరికర సామగ్రి : శోషక పరికరములుగ గోపురములు వాడుకలో ఉన్నవి. ఈ గోపురములు అనేక నమూనాలలో ఉండును. కొన్నిటిలో శోషక సాధనము పూరణముగ దట్టించబడి ఉండును; మరికొన్నిట ఫలకములు అంతస్తులుగ పరచి ఉండును. బుడగ - మూత - ఫలక గోపురము లందు, వాయువు ఒక చిన్న ద్రవపు మట్టముగుండ బుడగల రూపమున లేచును. శోషకద్రవము ఫలకముపై మట్టముగ ప్రవహించి, క్రిందనున్న సందుల ద్వారా ఫలకమునుండి ఫలకమునకు దిగును [చూ. 774 వ పుటలోని చిత్రము - 1].

పూరణ గోపురముల విషయములో ప్రతి వినిమయప్రకాంకమునకు హీనప్రేషపాతములను కల్పించవచ్చును. కాని, ద్రవ విభజన చాల క్లిష్టమైన సమస్య. పూరణ గోపురము తిన్నగ ఉండును. అందు పూరణ ద్రవ్యముగ కుండ పెంకులు లేదా ధాతు రూపములు లేదా ప్లాస్టిక్ ఆకృతులు వాడబడును. ఈ పూరణ

ద్రవ్యముపై ద్రవ విభాజకము ఉండును [చూ. 775 పుట లోని చిత్రము - 2].

పూరణ గోపురములు ఫలక గోపురముల కన్న సరళతర నిర్మాణము కలవి. కాని, పెద్ద వ్యాసము గల పాత్రలను ఉపయోగించినపుడు, ఏకరూప ద్రవవిభజనము దుస్సాధ్యమగును [చూ. 775 పుటలోని చిత్రము - 3]. డి. వెం.

శ్రీశైలము ప్రాజెక్టు: ఆంధ్రప్రదేశ్ (కర్నూలు జిల్లా, నందికొట్కూరు తాలూకా) లోని సుప్రసిద్ధ పుణ్యక్షేత్రము శ్రీశైలము పేరుతో వ్యవహరింపబడుచున్న ఈ జలవిద్యుత్తు ప్రణాళిక కృష్ణానది నీటి వనరులను అభివృద్ధి చేయ సంకల్పించిన అఖండ పథకములో ఒక భాగము. శ్రీశైలము వద్ద జలవిద్యుత్తు ఉత్పత్తికి వినియోగింపబడిన కృష్ణానది నీరు తదుపరి అచ్చటకు దిగువన ఉన్న నాగార్జునసాగరు డాము [చూ. పు 476] వద్ద అరికట్టబడి పంటనీటికై ఉపయోగింపబడును. కాబట్టి, నాగార్జున సాగరుకు ఇది పూరక ప్రణాళిక అగును. ఈ ప్రాజెక్టు క్రింద ఒక డాము, డాముకు అడుగున ఒక జలవిద్యుత్తుకేంద్రము నిర్మింప బడును. విద్యుత్తును తరలించుటకు ప్రసారక తంత్రులు, ఉపకేంద్రములు కూడ ఏర్పాటు చేయబడును.

డాము: నాగార్జునసాగరు డాముకు 103 కి. మీ. ఎగువన శ్రీశైలదేవాలయ సమీపమున కృష్ణానదిపై రాతితోను, తాపీపనితోను నిర్మింపబడు ఈ డాము తిన్నని గ్రావిటీ రకపు డాము. అట్టడుగు పునాదినుండి పూర్తి రిజర్వాయరు మట్టము 269·74 మీ. (885′) మీ వరకు డాము గరిష్ఠపు ఎత్తు 118 మీ. పూర్తి రిజర్వారు మట్టము వద్ద డాము వెరళి పొడవు 514 మీ. ఇందు 252 మీ. భాగము నీరు ఆవలికి దొర్లిపోవు భాగము. మిగిలిన 262 మీ. భాగములో విద్యుత్తు కేంద్రపు భాగము 148 మీ. ఉండును. డామువద్ద + 269·74 మీ. పూర్తి రిజర్వాయరు మట్టమునకు, + 260·29 మీ. గరిష్ఠ డాముమట్టమునకుమధ్య4·24.కో.ఘ.మీ.నీరు నిల్వ ఉండును.

విద్యుత్తుకేంద్రము: ఇది రీ - ఇన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటుతో నిర్మింపబడును. అయితే, ఉపరిభాగమున గోడలు రాతితో కట్టబడును. యంత్రాగార మంటపము ఆరంభమున 106 మీ. పొడవున నిర్మింపబడును. ఇందు ఒక్కొక్కటి 1 10,000 కిలోవాట్ల సామర్థ్యము కల నాలుగుజనిత్రములు, మరమత్తు తటాకము ఉండును. విద్యుత్తు కేంద్రము పొడవును ఉత్తరోత్తర విస్తరించి, అందులో రెండు అదనపు జనిత్రములను చేర్తురు. ముమ్ముందు నిర్మింపబడు ప్రత్యేక భవనమున ఏడవ జనిత్రమును నెలకొల్పుదురు.

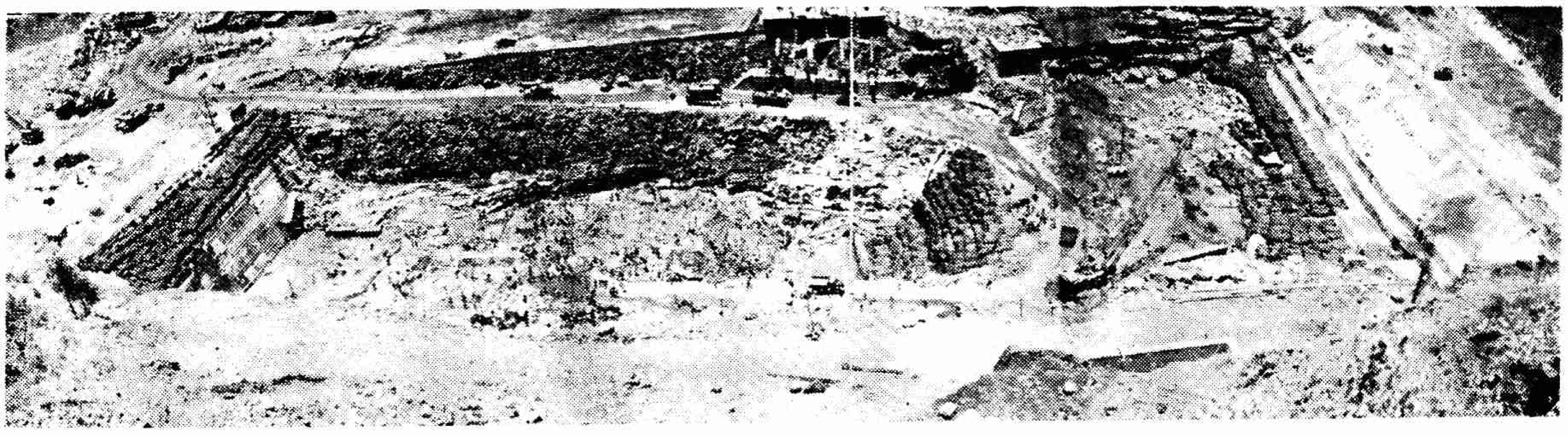
ప్రసారక తంత్రులు: శ్రీశైలము నుండి నాగార్జున సాగరువరకు 64 కి.మీ. పొడవున, కడప వరకు 185 కి. మీ. పొడవున, ఒంగోలు వరకు 145 కి. మీ. పొడవున, కర్నూలు - ధర్మవరము వరకు 161 కి. మీ. పొడవున ప్రసారక తంత్రులు వేయబడును. మొదటివి రెండు 220 కిలో వోల్టుల సింగిల్ సర్క్యూట్ తీగలు; మిగిలిన రెండును 132 కిలో వోల్టుల సింగిల్ సర్క్యూట్ తీగలు. కడప, ఒంగోలు, ధర్మవరము మొదలైనచోట్ల ఉపకేంద్రములు ఏర్పాటు చేయబడును.

వ్యయము - ప్రయోజనములు: ఈ ప్రాజెక్టుకు రూ. 55 కోట్లు ఖర్చుకావచ్చునని అంచనా వేయబడినది. ఆంధ్ర ప్రదేశ్‌కు మధ్యగా ఉన్న శ్రీశైల విద్యుత్తుకేంద్రమును 220 కి. వో. ప్రసారక తంత్రుల ద్వారా రాష్ట్రములోని ఇతర జలవిద్యుత్తు, తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రములతో కలిపి రాష్ట్రమునకు అంతటికి ఒక గ్రిడ్ ఏర్పాటు చేయబడును. ఇచటనుండి 132 కి. వో. ప్రసారక తంత్రుల ద్వారా కర్నూలు, గుంటూరు వంటి ఇరుగు పొరుగు ప్రాంతముల లోని పారిశ్రామిక కేంద్రములకు విద్యుత్తును సరఫరా చేయ వీలగును. కె. వి. కృ.

షెల్ నిర్మాణము: భవన నిర్మాణ చరిత్ర స్థూలముగా మానవుడు అంతరాళమునకు ఆవరించుకొనుటకు చేయు ప్రయత్నములు. ఇది మానవ జాతితోనే ప్రారంభమయినది. వాతావరణ నిరోధకముగా నిర్మించుకొను చిన్న నిర్మాణమువలన మానవునకు సంతృప్తి కలుగలేదు. దీని అభివృద్ధి ప్రథమావస్థయందు, ప్రకృతియందు సులభముగా లభ్యమగు రాటలు, దూలములు, రాతి పలకలు, రాయి మొదలగువాటిని వినియోగించి 'పోస్టు వింటెల్' వంటి వాటిని నిర్మించుకొని మానవుడు ఆశ్రయమును తీసికొనుచుండెను. ఇవి మానవునికి కావలసినంత వైశాల్యమును కల్గించుచున్నవి. రానురాను మానవ నాగరకతా అభివృద్ధితో బాటు నిర్మాణ పద్ధతులు, కూడ అభివృద్ధి చెందినవి. సమాజ శాలలు, పెద్ద పెద్ద భవనములు, ప్రభుత్వ భవనములు, వైద్య శాలలు రైల్వే స్టేషను భవనములు మొదలగు వాటి ఆవశ్యకత పెరిగినది [చూ. నిర్మాణ సిద్ధాంతములు - పు. 505].

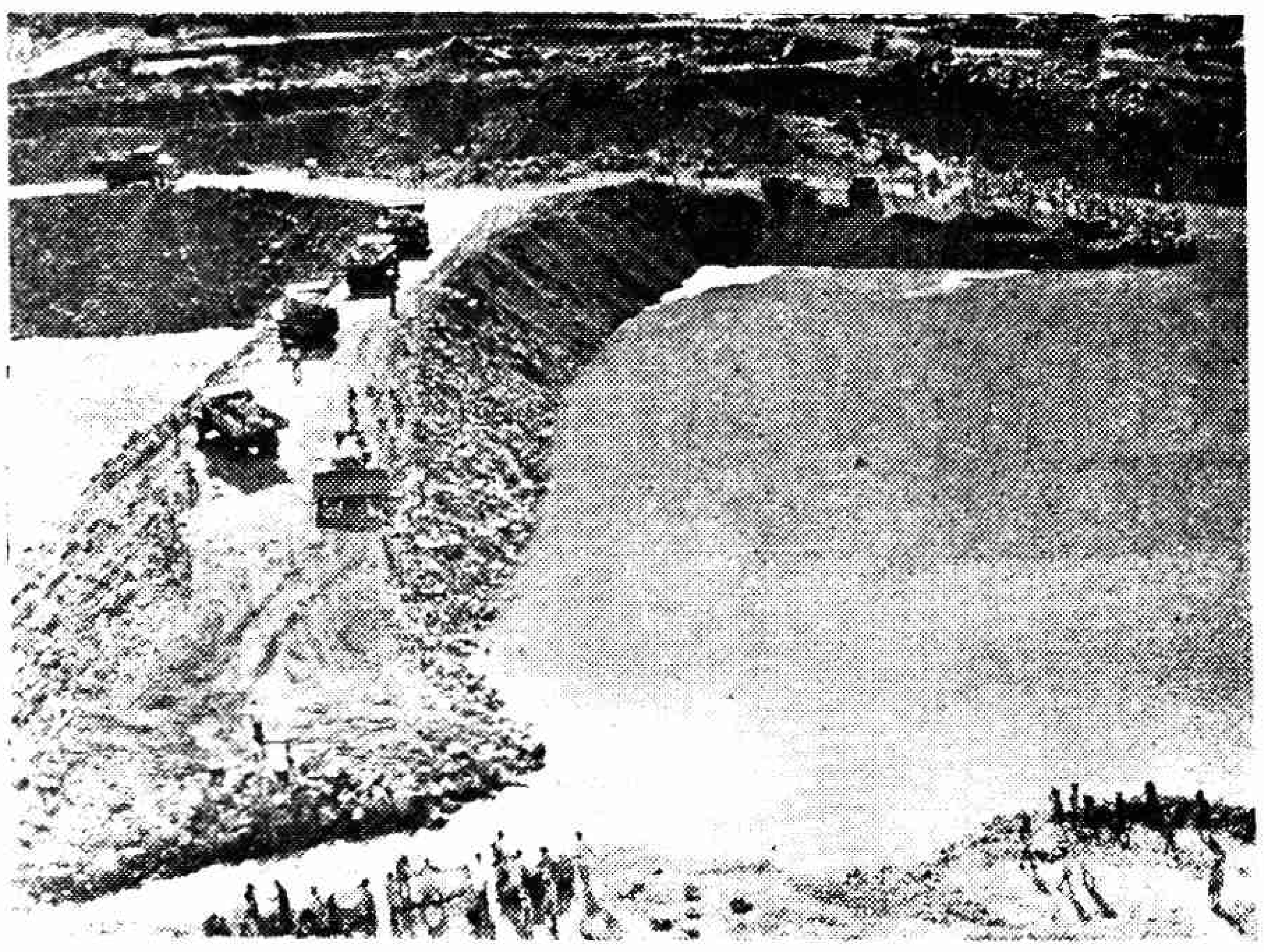
వీటి నిర్మాణములకు వస్తు సామగ్రి కావలసి ఉండును. ఆర్చిలు, గోపురములు కట్టవలెనను విజ్ఞానము అభివృద్ధి పొందినది. దానికి కావలసిన రూపములలో వినియోగించుకొనుచుండెను. ఈ చెక్కిన రాళ్ళను పేర్చి ఆర్చిలు కట్టుచుండెను. రాయి అంత సులభముగా అన్ని చోట్లను దొరకదు; దొరికినను దానిని తయారు చేసికొనుట అంత సులభమైన పని గాదు. పైగా విసుగుతో కూడిన పని. సులభముగా ఇటుకలను చేయుట, వాటిని

శ్రీశైలం ప్రాజెక్టు నిర్మాణదశలు



కృష్ణానది ఎడమ ఒడ్డునుండి కనుపించు దృశ్యము. ఎగువ, దిగువ ప్రవాహముల వైపు కాఫర్ డాములు (1968)

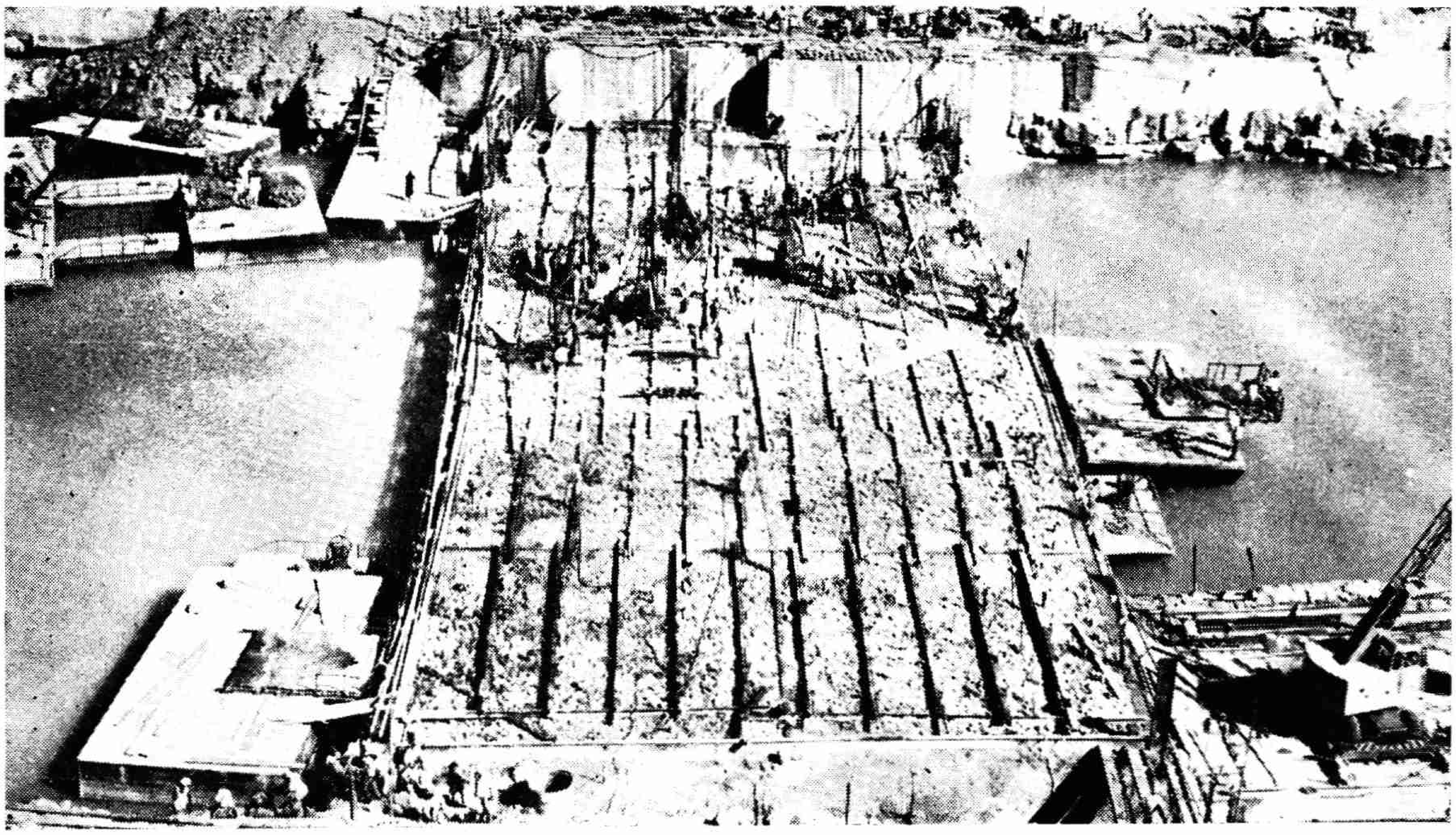
ఎగువ ప్రవాహము వైపు కాఫర్ డామును నిర్మించుటలో మూసకట్టి రాతితో నింపుట



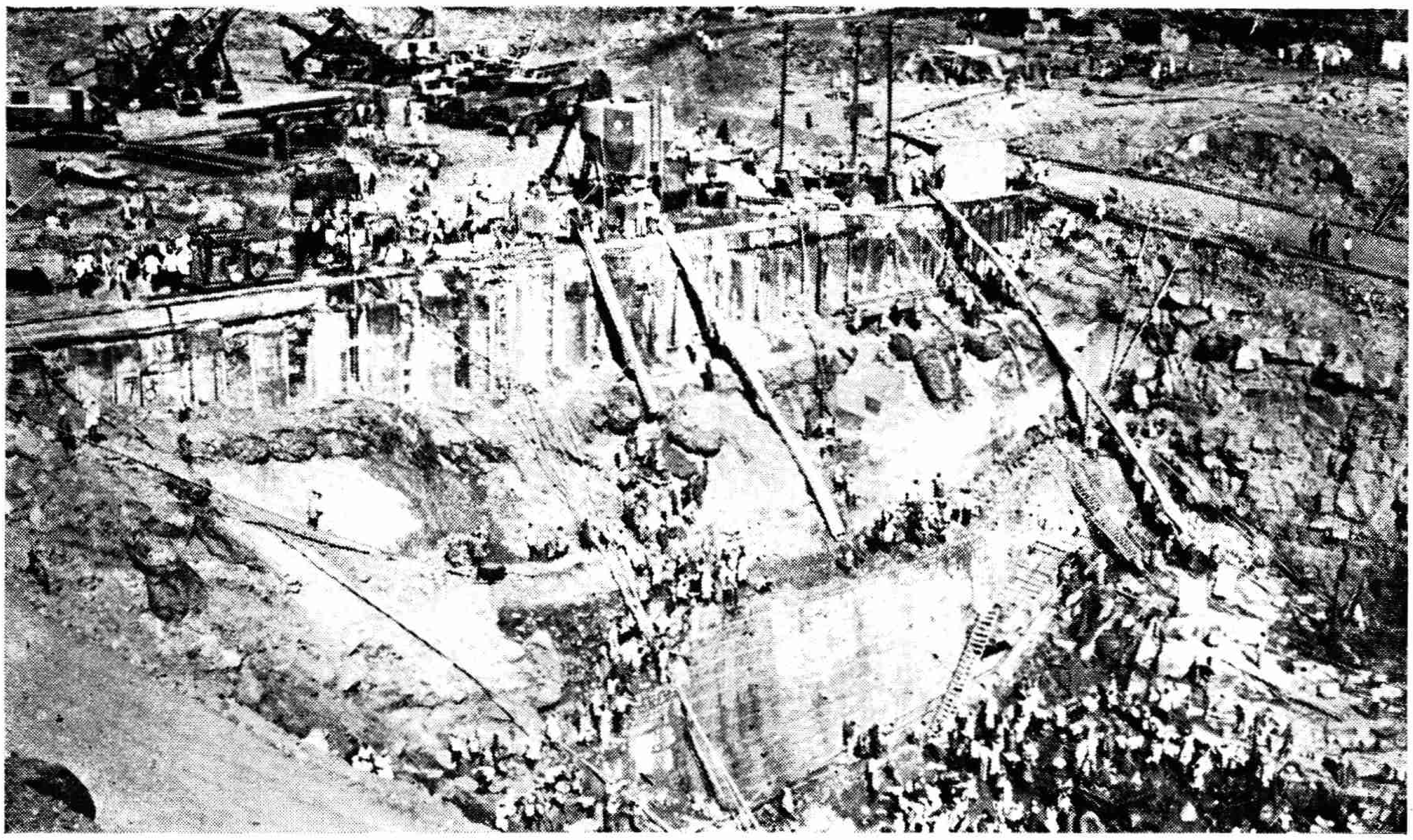
ఎగువ ప్రవాహమున రాతిని నింపి కాఫర్ డామును కట్టుట (1966)

డాము నిర్మించు స్థలమున కృష్ణానది ప్రవహించు కనుమ దృశ్యము. దిగువ ప్రవాహము వైపున కాఫర్ డామును, పునాదులను చూడవచ్చును (1968)

ఎగువ ప్రవాహము వైపు ఓజీ స్వరూపమున కాఫర్ డాము నిర్మాణము. ముందు భాగమున మెట్లు సంరక్షించుచుండును



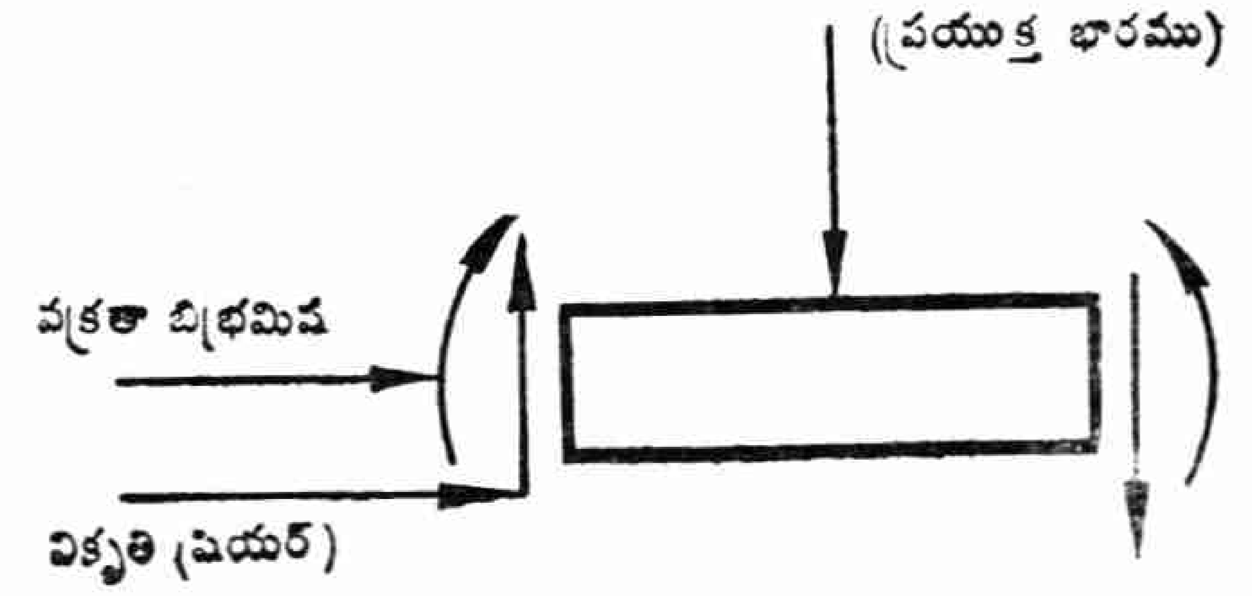
కృష్ణానదిపై నిర్మాణములో ఉన్న శ్రీశైలం ప్రాజెక్టుకు సంబంధించిన కాఫర్ డాము



శ్రీశైలం ప్రాజెక్టుకు సంబంధించిన కాఫర్ డాము యొక్క మరొక దృశ్యము

కాల్చుట మానవుడు తెలిసికొనెను. కొంత కాలమునకు ఇట్లు నిర్మించు పెద్ద పెద్ద ఆర్చీలు కలిగించుచున్న ప్రఘాతమును నివారించుటకు ఉపాయములను కనుగొనెను. ఇట్టి పరిశోధనలలో డోములు, గోపురములు వాటి ఉపయోగమును మానవుడు తెలిసికొనగలిగెను.

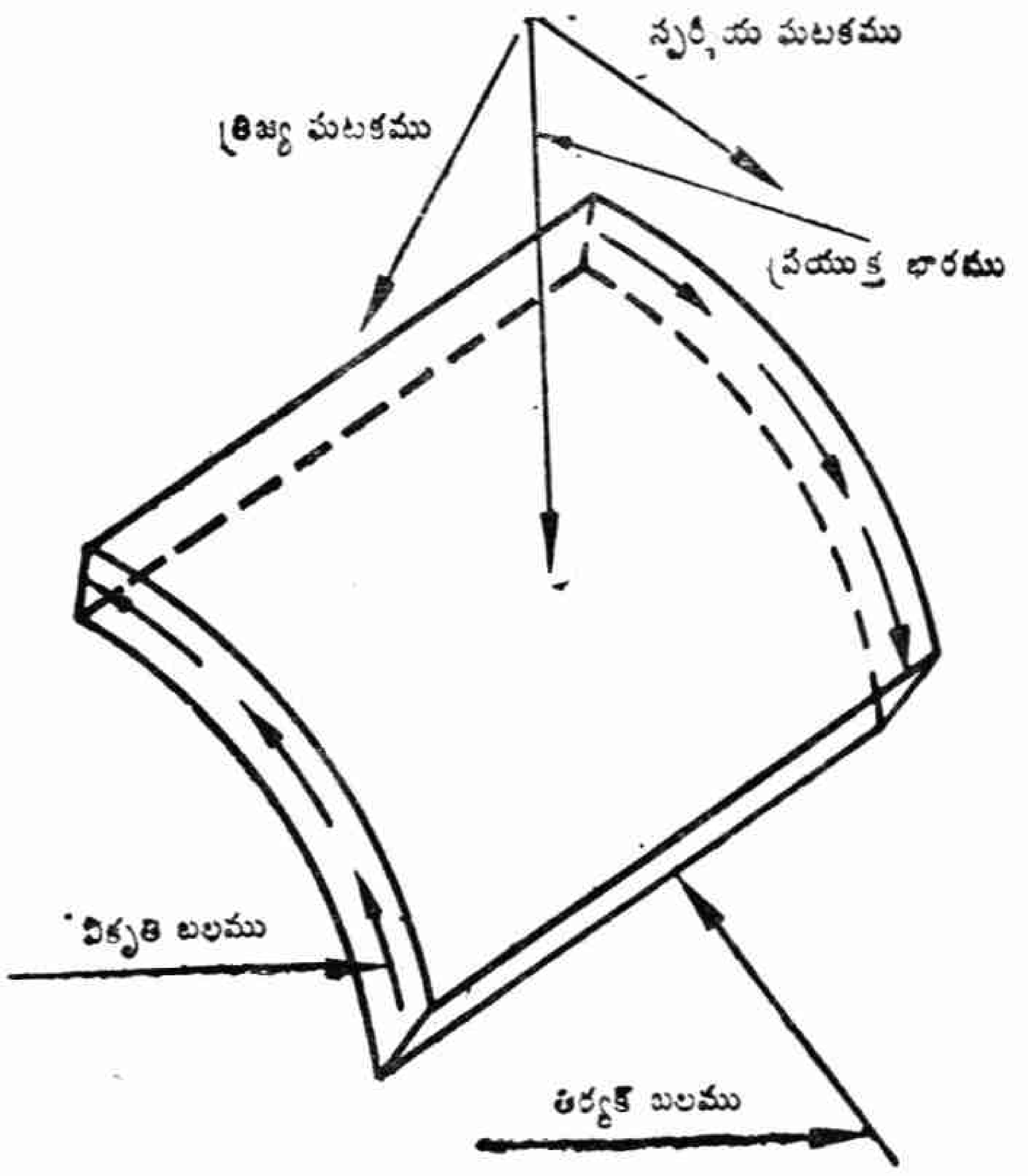
షెల్ నిర్మాణపు పరిస్థితులు 19 వ శతాబ్దము చివర వరకు ఇట్లే గడచినవి. ఏనాడో నిర్మించిన పెద్ద పెద్ద గోపు



చిత్రము - 1 a: స్లాబ్

తలమునకు లంబముగ నెరపబడు వికృతి బల సహాయముతో ప్రయుక్త భారమును స్లాబ్ వహించగలదు.

రములు నేటికిని చెక్కు చెదరకుండా చూడ కలుగుచున్నాము. రోములో (ఇటలీ) సెంట్ పీటర్స్ డోము,



చిత్రము - 1 b: షెల్

షెల్‌నందు ప్రయుక్త భారము యొక్క స్పర్శీయ ఘటకము వికృతిచే వహించబడును. షెల్ తలమునందలి బలములు, త్రిజ్యఘటకము అనునవి అదే తలమున గల తిర్యక్ బల దిశలో నెరపబడు ఘటకముచే వహించును.

బీజాపూరు (భారతదేశము) గోల్‌గుంబాజ్ అతిపురాతనమైనవి. ఇవి సుమారు 42 మీ (138′), 44 మీ. (145′) వ్యాసములు కలిగి ఉన్నవి. ఇట్టి గోపురములను నిర్మించుట అంత సులభమైన పని కాదు. బహుధనము వెచ్చించి దీర్ఘ కాలముపాటు వీటిని నిర్మించిరి. ఈ నిర్మాణములు అతి భారముగా ఉండును. ఉదా: ఇటలీలోని సెంట్ పీటర్స్ డోము బరువు 10,000 టన్నులు. దీనిని నిర్మించుటకు అనేక సంవత్సరములు పట్టినది. రాను రాను ఈ షెల్ నిర్మాణము అభివృద్ధి చెంది, వీటి నిర్మాణమునందు గణిత శాస్త్రము ఉపయోగించవలసి వచ్చినది; రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటును కూడ ఉపయోగించ వీలయినది.

ఇట్లు షెల్ నిర్మాణము గణితశాస్త్ర సహాయముతో, భవననిర్మాణ విజ్ఞానాభివృద్ధితో అతి సౌలభ్యముగా చేయగలిగెను. మానవుని ఈ ప్రయత్నములలో ఆధునిక షెల్ నిర్మాణము అభివృద్ధి పొందినది: 1. స్వల్ప నమన దృఢత: దీనివలన బెండింగ్ మోమెంట్లు పెరుగ జాలవు; 2. బెండింగు మోమెంట్లు పెరుగ జాలనప్పుడు దీనియందు జనించు బలములపైననే ఆధారపడి ఉండును. షెల్ రాతి పలకల వినియోగము సూచింపబడుచున్నది [చూ. చిత్రము - 1*a* — 1*b*].

షెల్‌ల ప్రత్యేక లక్షణములు కొన్ని క్రింద సూచింపబడినవి.

ఆకారమును బట్టి దృఢత్వము: షెల్లులు స్థూలతను బట్టి గాక ఆకారమును బట్టియే దృఢత్వమును పొందు

చిత్రము - 2

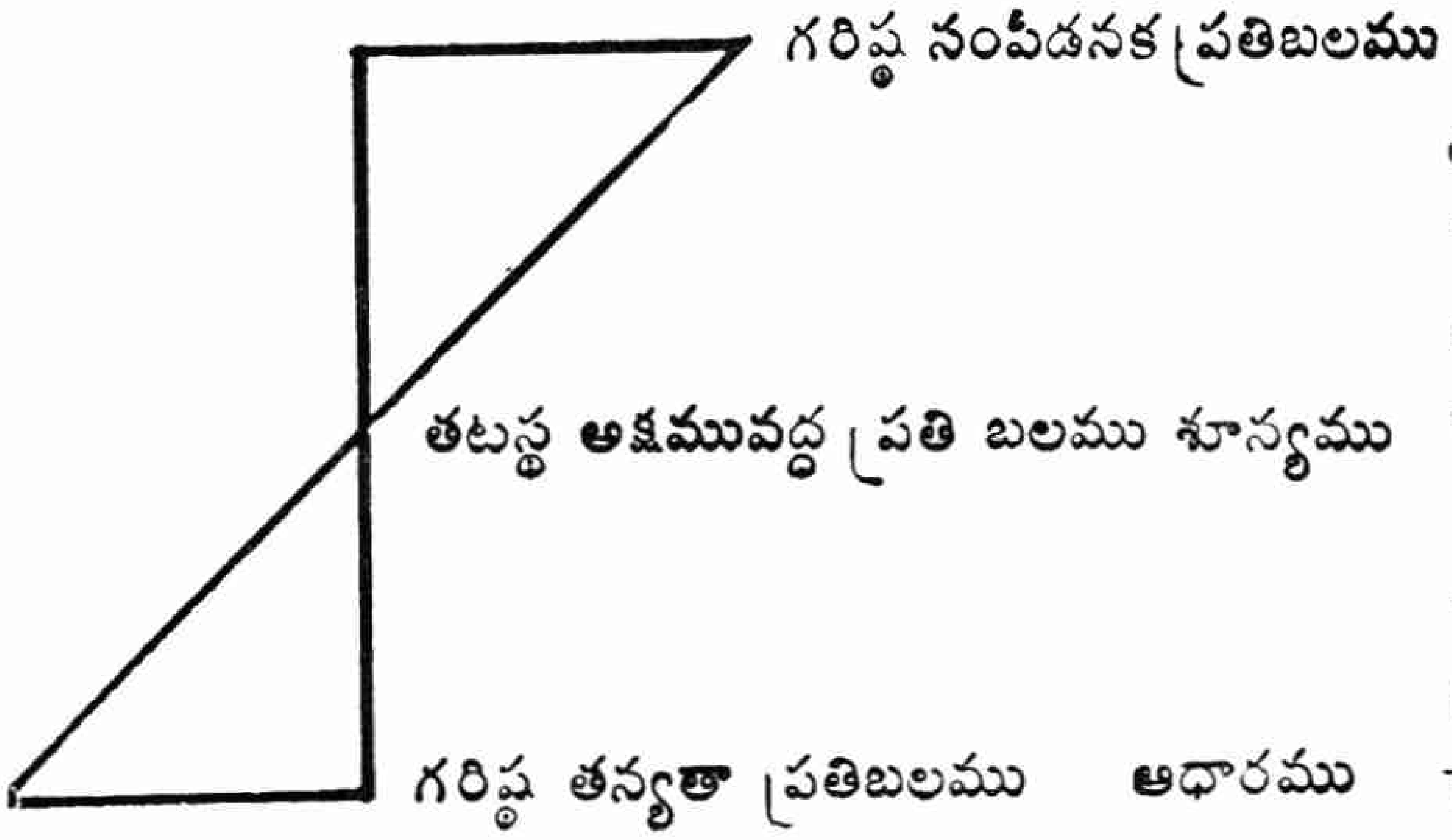
షెల్ భార నిర్వహణను స్థూలముగా చూపు పటము

చున్నవని వ్యక్తమగుచున్నది. ఒక చిన్న ఉదాహరణము ఈ విషయమును వ్యక్తీకరించు చున్నది. [చూ. చిత్రము - 2].

ఒక కాగితముయొక్క అంచును పట్టుకొనినచో దాని భారమునే మోయలేక వంగిపోవును. కాని, అదే కాగితమును కొంచెము వంచినచో తన భారమునే గాక ఇతర అదనపు భారములను కూడా మోయగలుగుచున్నది. షెల్లులు మోయు భారములను కూడ ఈ విధముగా సూచింపవచ్చును.

వస్తు సామగ్రి సామర్థ్యత: ఒక దూలమునందు అత్యధికపు బెండింగు మోమెంట్ ఒక ప్రత్యేక భాగమునందు ఏర్పడును. అట్టి ప్రదేశములందును చివరలందు అధిక

ఒత్తిడిని కలిగి మధ్య కక్ష్యయందు శూన్యమై ఉండును [చూ. చిత్రము 3].



చిత్రము – 3

తటస్థ అక్షము వద్ద ప్రతిబల శూన్య నిరూపణ

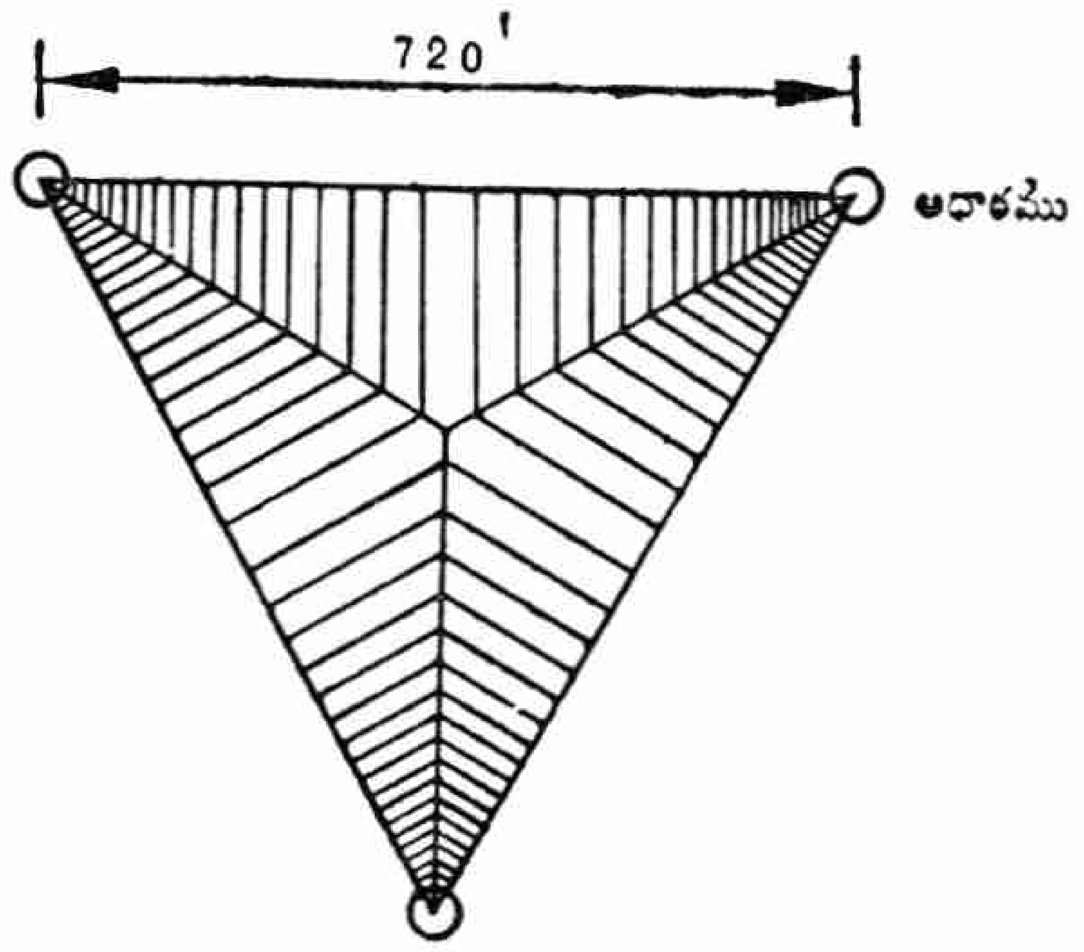
వస్తు సామర్థ్యత 50% ఉన్నప్పుడు బాగుగా వంగగల తీగె ఎక్కువగా బరువులను ఋజు తన్యతా బలముల మీద మోయును. ఇచ్చట వస్తు సామర్థ్యత 100% ఉన్నప్పుడు బోరగిల వంచబడిన తీగె దూలము కంటె అధికముగా బరువును మోయగలదు. షెల్ సాధారణముగా మూడు పరిమాణములు కలిగి ఉండును. ఇది ఆర్చికి అనురూపముగ ఉండును. ఆదర్శపూర్వకమైన షెల్ నందు ట్రస్సులు పూర్తిగా ఒత్తిడితో కూడినది. దీని నిర్మాణమునకు కాంక్రీటు తీగెవలె వినియోగపడును. షెల్ లు దళసరి కలిగి, సాధారణముగా కాంక్రీటుతో చేయబడి, అతి తక్కువ బెండింగు మోమెంట్ కలిగి ఉండును.

రెండు రకముల ఉపయోగములు : రాతి పలకలు చోటును ఆక్రమించుకొనును. దూలములు భారములను వహించును. ప్రతి విభాగము తనయొక్క బరువునేగాక దానిపై ఉండు ఇతర భారములను కూడ మోయును. భారములను మోయుటకు ఇది అంతశక్తిమంతమైనది కాదు.

నిర్మాణములు : 1. మధ్య మధ్య ఆధారములు లేకుండ విశాలమైన స్థలములు ఆవరించుకొని ఉండును. ఉదాహరణకు: పారిస్ ఎగ్జిబిషన్ హాలు. ఇది సమ బాహు త్రిభుజాకారములో ఉండి ఒక్కొక్క భుజము 30 మీ. (720′] ఉండును [చూ. చిత్రము 4]; 2. అతి తేలికగా ఉండి పునాదులపై అతి తక్కువగా భారము ఉండును. 120 మీ. (300′) వైశాల్యమును, 48 మి. మీ. (3″) లేదా 51 మి. మీ. (4″) దళసరి ఉన్న షెల్ మీద నిర్మింపవచ్చును; 3 వస్తు సామగ్రిని తక్కువగా వినియోగించవచ్చును. ముఖ్యముగా ఉక్కు ఉపయోగము తక్కువ; 4. గాలివానలు, భూకంపములకు దెబ్బతినవు; 5. చూచుటకు కనుసొంపుగా ఉండును; వెలుతురు బాగుగా ప్రసరించును; 6. అనేక రూపములలో షెల్ లను నిర్మించవచ్చును.

ప్రకృతి చెప్పు పాఠము : అతి శక్తిమంతముగా ఉండుటకు, మంచి భద్రతకు ప్రకృతిలో అనేక రకములగు షెల్ లు గలవు. కోడి గ్రుడ్డుపై షెల్, మానవుని కపాలము మొదలగునవి. మానవుడు వీటిని అనుకరించి వాటిపై అభివృద్ధులను కావించుచున్నాడు.

ప్రాచీనకాలపు షెల్లులు - ఆధునిక షెల్లులు : ప్రాచీన కాలములో నిర్మింపబడిన షెల్లులు బీజాపూర్ లోని గోల్ గుంబాజ్ (భారతదేశము) 17 వ శతాబ్దము నాటిది. సెంట్ పీటర్స్ చర్చి (రోము) 16 వ శతాబ్దము నాటిది. ఇవి చాల పెద్దవిగా, దళసరిగా ఉండును. అతిభారవంతముగా ఉండును. ఆధునిక డోములు, గోపురములు బరువులేక ఉండును.



చిత్రము – 4 : సమబాహు త్రిభుజాకార షెల్ వలన లాభములు

ఆధునిక షెలుల చరిత్ర : 1911 వ సంవత్సరమున పారిస్ లో నిర్మింపబడిన రైలు స్టేషను అతినూతనమైనది. 1916 - 17 సం॥ లో షార్ట్ బ్యారల్ షెల్లులు ఫ్రాన్స్ లో నిర్మింపబడినవి. ఆధునికముగా వివిధ రూపములలో, ఆకారములలో షెల్లులు నిర్మింపబడుచున్నవి. రామయ్య.

సబ్బు పరిశ్రమ

సబ్బు పరిశ్రమ : పరిశుభ్రతకు ఉపయోగ్యమైన ద్రవ్యము సబ్బు. 19 వ శతాబ్దము లో సబ్బు యూరప్ లో తయారై 50 ఏండ్లతరువాత భారత దేశమునకు వచ్చినది. 1930 లో స్వదేశీ ఉద్యమ కారణమున సబ్బు పరిశ్రమ బాగుగా పెరిగి, ఇప్పుడు పెద్ద పరిశ్రమగా స్థిరపడినది.

సబ్బులలో ముఖ్యమైన రకములు : 1. బట్టలు ఉతుకుటకు సబ్బులు ; 2. స్నానము చేయునపుడు వాడు సబ్బులు ; 3. పరిశ్రమలయందు ఉపయోగించు సబ్బులు.

ఈ పరిశ్రమకు ముఖ్యమైన ముడి ద్రవ్యములు : 1. గింజ నూనెలు, క్రొవ్వులు ; 2. కొబ్బరి నూనె ; 3. రోసిన్ ;

4. సబ్బులలో కలుపు రంగులు; 5. కాస్టిక్ సోడా; 6. చాందినీ అత్తరు, నిమ్మగడ్డి నూనె మొదలైన సువాసన ద్రవ్యములు; 7. సోడియమ్ సిలికేట్ మొదలైన పూరక ద్రవ్యములు. 8. అట్టలు, కాగితములు, సోపు కేసులు మొదలైనవి.

సబ్బు తయారుచేయుటకు మూడు ముఖ్య విధానములు కలవు: 1. శీతల విధానము; 2. కొద్దిగా మరగించు విధానము (ఈ రెండును కుటీర పరిశ్రమలందు వాడుకలో ఉన్నవి); 3. మరగించి తేర్చు విధానము (ఇది నవీన పరిశ్రమాగారములలో ఉపయోగించుదురు).

నూనెలు, క్రొవ్వులు కాస్టిక్ సోడాతోగాని, కాస్టిక్ పొటాష్‌తోగాని కలిసినప్పుడు గ్లిసరీన్ వేరై మజ్జామ్లముల సోడియమ్ లేదా పొటాసియమ్ లవణములు ఏర్పడును; ఈ లవణములే సబ్బులు.

భారతదేశములో గృహపరిశ్రమ క్రింద బట్టల సబ్బులు చాలవరకు ఉత్పత్తి అగుచున్నవి. ఇందుకు మంచి ముడి ద్రవ్యము 35 - 36 బౌమ్ డిగ్రీల విశిష్ట గురుత్వము గల సోడాక్షార ద్రావణము. దీనిని తూచి ఎక్కువ తక్కువ లేకుండ కలిపినచో క్షారము నూనెతో కలిసి పాకము వలె ఏర్పడును. దీనిని చట్రములలో పోయుదురు. గట్టిపడి సబ్బు ఏర్పడిన తరువాత చట్రములు విప్పి సబ్బును ముక్కలుగా కోయుదురు. ఇదియే శీతల విధానము. పై విధానములో కాస్టిక్ సోడాతో చేర్చిన నూనెలను నిప్పుపై గాని, ఆవిరితోగాని వేడిచేసి సబ్బును తయారుచేయుట 'సగము మరగించిన విధానము' అందురు. ఈ రెండు విధానములలో తయారగు సబ్బుకు కూర్పు బాగుగా ఉండును.

కర్మాగార పరిశ్రమ: ఫుల్లర్ మట్టి, ఆక్టివేటెడ్ బొగ్గు మొదలైనవానితో నూనెలను మొదట శుభ్రపరచి తరువాత సబ్బు డేకిసాలలోనికి యంత్రసాహాయ్యమున పంపు చేయుదురు. 30 - 40 బౌమ్ డిగ్రీల సోడాక్షార ద్రావణమును నూనెలో పోయుదురు. ఈ ద్రవమును నీటి ఆవిరితో ఉడకపెట్టుదురు. మరుగునంతసేపు ఇమల్షన్‌గా ఉండునట్లు చిలికెదరు. నూనె అంతయు సబ్బుగా మారిన తరువాత ఉప్పు నీళ్ళు కాస్టిక్ సోడా ద్రావణమునకు కలిపి సబ్బుకు కణరచన ఉండునట్లు చేయుదురు. తేరిన తరువాత స్వచ్ఛమైన సబ్బును వేరుచేసి, రోసిన్‌నుండి తయారైన సబ్బుతో నిమ్మనూనె మొదలైనవి కలిపి చట్రములలో చల్లారబెట్టి, పలకలుగా కోసి, ఎండపెట్టి అమ్మకము చేయుదురు. సబ్బు తేరిన తరువాత డేకిసాలలో మిగిలిన ద్రవ్యమును 'నైగర్' అని అందురు. దీనిలో సబ్బును వేరుచేసి ఉపయోగింతురు. కొన్ని సబ్బులలో సోడియమ్‌సిలికేట్‌ను కొద్దిగాకలుపుదురు.

వాసన సబ్బులు: భారతదేశములో ప్రస్తుతము ఇతర దేశములలో తయారగు వాసన సబ్బులతో సమానమైనవి 14,000 టన్నులకు పైగా ప్రతిసంవత్సరము తయారగుచున్నవి. దీనికి యంత్ర సంపద అధికముగా కావలెను. శుభ్రమైన ముడి ద్రవ్యములను ఉపయోగించవలయును.

తేరి స్వచ్ఛముగా ఉన్న సబ్బు ద్రవముగా ఉన్నపుడు ఆవిరితో వేడిచేసిన టాంకులోనికి పంపుచేయుదురు. వేడిగా ఉన్నపుడే నీటితో చల్లార్చబడు రోలర్ యంత్రములోనికి ఈ సబ్బును పంపించి పట్టీలుగా తయారుచేసి, వేడి గదిలో ఆరబెట్టుదురు. ఎండిన పట్టీలను అండాలలో వేసి సువాసన, రంగు మొదలైనవాటిని కలిపి నల్లరాతి రోలర్లతో నొక్కి సబ్బు పలకలు తయారుచేయుదురు. ముక్కల క్రింద కోసి, అచ్చులలో నొక్కి, ముద్రవేసి, కాగితములు చుట్టి విక్రయింతురు. ఈ పని అంతయు యంత్రముల వలనే జరుగును. ఇటువంటి వాసన సబ్బులలో అనేక రకములు కలవు.

పరిశ్రమలలో ఉపయోగించు సబ్బులు: వీనిలో ముఖ్యమైనవి: 1. సబ్బుపొడి; 2. చిన్న చిన్న సబ్బు పెల్లలు.

సబ్బును కరగబెట్టి దానిలో సోడా యాష్ (చాకలి సోడా) కలిపి, గట్టిపడిన తరువాత యంత్రముచే గుండచేసి అమ్మకము చేయుదురు. దీనిలో ఒకప్పుడు సబ్బుకన్న సోడా ఎక్కువగా ఉండును. గొడ్డు క్రొవ్వు ఎక్కువగాను, కొబ్బరి నూనె తక్కువగాను ఉన్న సబ్బును రోలర్లతో నొక్కి, ఎండబెట్టి చిన్న చిన్న ముక్కలుగా కత్తిరించి సబ్బును తయారుచేయుదురు. ఇది లాండ్రీలలోను, ఇండ్లలోను ఎక్కువగా ఉపయోగింతురు. సబ్బువలె శుభ్రపరచుటకు ఉపయోగించెడి ఇతర ద్రవ్యములు డిటర్జంట్లు అనునవి కొన్ని గలవు.

డిటర్జంట్లు (అవక్షాళకములు): క్షారగుణము గల రంగులనుగాని, తటస్థ వర్ణములనుగాని బట్టలకు వేయునపుడు వాటిని శుభ్రముచేయుటకు సబ్బు పనికివచ్చును. ఆమ్లవర్ణ ద్రవ్యములు వాడునపుడు సబ్బు పనికిరాదు. ఇందుకు టర్కీ రెడ్ ఆయిల్ * పూర్వము ఉపకరించెడిది. ఇప్పుడు డిటర్జంట్లు అను రాసాయనిక ద్రవ్యములను విరివిగా ఉపయోగించుచున్నారు [చూ. సమీక్ష - పు. 103].

మురికిని తొలగించుటలో మామూలు సబ్బులు విరివిగా వాడుకలో ఉన్నను వాటికి కొన్ని అవగుణములు ఉన్నవి. ఆమ్లపరిసరములందు సరిగా పనిచేయకపోవుట, వాటి ధాతు

---

* ఆముదమును గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో మరగించి చల్లారిన తరువాత దాని ఆమ్లతను సోడాక్షారముతో తొలగించగా లభ్యమగు ద్రవ్యమునకు టర్కీ రెడ్ ఆయిల్ అని పేరు. దీనిని అలిజరిన్ రంగులను బట్టలకు అద్దుటలో వాడుక చేయుదురు.

లవణములు కొన్ని నీటిలో కరగిపోవుట అనునవి ఈ యవ గుణములలో ముఖ్యములైనవి. కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ లవణములు ఉండు ఉప్పునీటితో సబ్బులు నురుగు నియ్యకపోవుట అందరకు తెలిసిన విషయమే. ఇట్టి అవ గుణములు లేని క్రొత్తరకపు సబ్బులు (డిటర్జంట్లు) కొన్ని ఇటీవల వాడుకలోనికి వచ్చినవి.

సామాన్యముగా ఈ సబ్బులు అన్నియు అనేక కార్బన్ పరమాణువుల శృంఖల రచన గల ఆల్కహాల్‌ల సల్ఫేట్‌లు. వీటికి కావలసిన దీర్ఘ శృంఖల ఆల్కహాల్‌లను ప్రకృతిలో దొరకు క్రొవ్వులను ఉదజనీకరించుటచే సాధించవచ్చును. ఈ ప్రక్రియయందు ఆ క్రొవ్వులో ఉండు పారఫిన్ ఆమ్లము ఉదజనిచే ఆక్సీహారింపబడి ఆల్కహాల్‌గా మారును. ఈ ఆల్కహాల్‌ను తరువాత సోడియమ్ పైరో సల్ఫేట్‌తో సల్ఫేట్ లవణముగా మార్చవచ్చును.

$$RCOOH \xrightarrow{H_2} RCH_2OH \xrightarrow{O(SO_2ONa)_2} RCH_2OSO_2ONa.$$

10 - 14 కార్బన్ పరమాణువులు గల యౌగికములు మిక్కిలి కార్యక్షమములు. వీటిని కొబ్బరి నూనెవంటి నూనెలనుండి తయారుచేయవచ్చును. ఈ సబ్బులు ప్రబలమైన ఆమ్లముల లవణములు అగుటచే ఆమ్ల పరిసరములందు వికృతిని చెందవు సరికదా సముద్రపు నీటితోకూడ వాడుక చేయుటకు వీలైనవి. వీటికి స్వే, డెట్, సర్ఫ్, గార్డినాల్, డ్రెఫ్ట్, డ్రీన్, మోడినాల్ అను విచిత్ర వ్యాపార నామములు గలవు.

గ్లిసరీన్ పరిశ్రమ : సబ్బు పరిశ్రమలో గ్లిసరిన్ ఉపోత్పన్నముగా లభ్యమగును. ఇది పాకమువలె చిక్కగాను, తెల్లగాను, తియ్యగాను ఉండును. నీటిలో పూర్తిగా కలిసిపోయి కరగును. 290°C వేడికి మరగి ఆవిరి అగును. భారతదేశములో సంవత్సరమునకు 2,500 టన్నుల గ్లిసరీన్ తయారగుచున్నది.

గ్లిసరీన్ : సబ్బు తీసిన తరువాత మిగిలిన నైగర్ ద్రావణములో గ్లిసరీన్ నూటికి నాలుగైదు పాళ్లవరకు ఉండును. దీనిలో మిగిలి ఉండు కొద్దిపాటి నూనెను సబ్బుగా వేరుచేయుదురు. తరువాత పటిక, ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లను కలిపి దానిని శుభ్రపరచి వడపోయుదురు. వడపోసినదానిని గాలి చొరని పాత్రలో మరగబెట్టి ఉప్పుతో వేరుచేసి 80 - 82% ముడి గ్లిసరీన్‌ను తయారుచేయుదురు. దీనిని తిరిగి జల బాష్పముతో స్వేదించి శుభ్రపరచి 99% గ్లిసరీన్‌ను తయారుచేయుదురు.

డైనమైట్, నైట్రోగ్లిసరీన్ మొదలయిన ప్రేలుడు ద్రవ్యములను చేయుటకును, మందుల పరిశ్రమయందును గ్లిసరీన్ మిక్కిలి ఉపయోగపడుచున్నది.

పంచదార పరిశ్రమలో గ్లిసరీన్ మాలిన్యముగా ఏర్పడును. సంయోజన పద్ధతులవలన కూడ కృత్రిమ గ్లిసరీన్ తయారగుటకు అవకాశములు కలవు. కాని, ఈ విధానము సబ్బు పరిశ్రమనుండి ఉపోత్పన్నముగా లభించు గ్లిసరీన్‌తో పోటీచేయుటకు అవకాశములు తక్కువ.

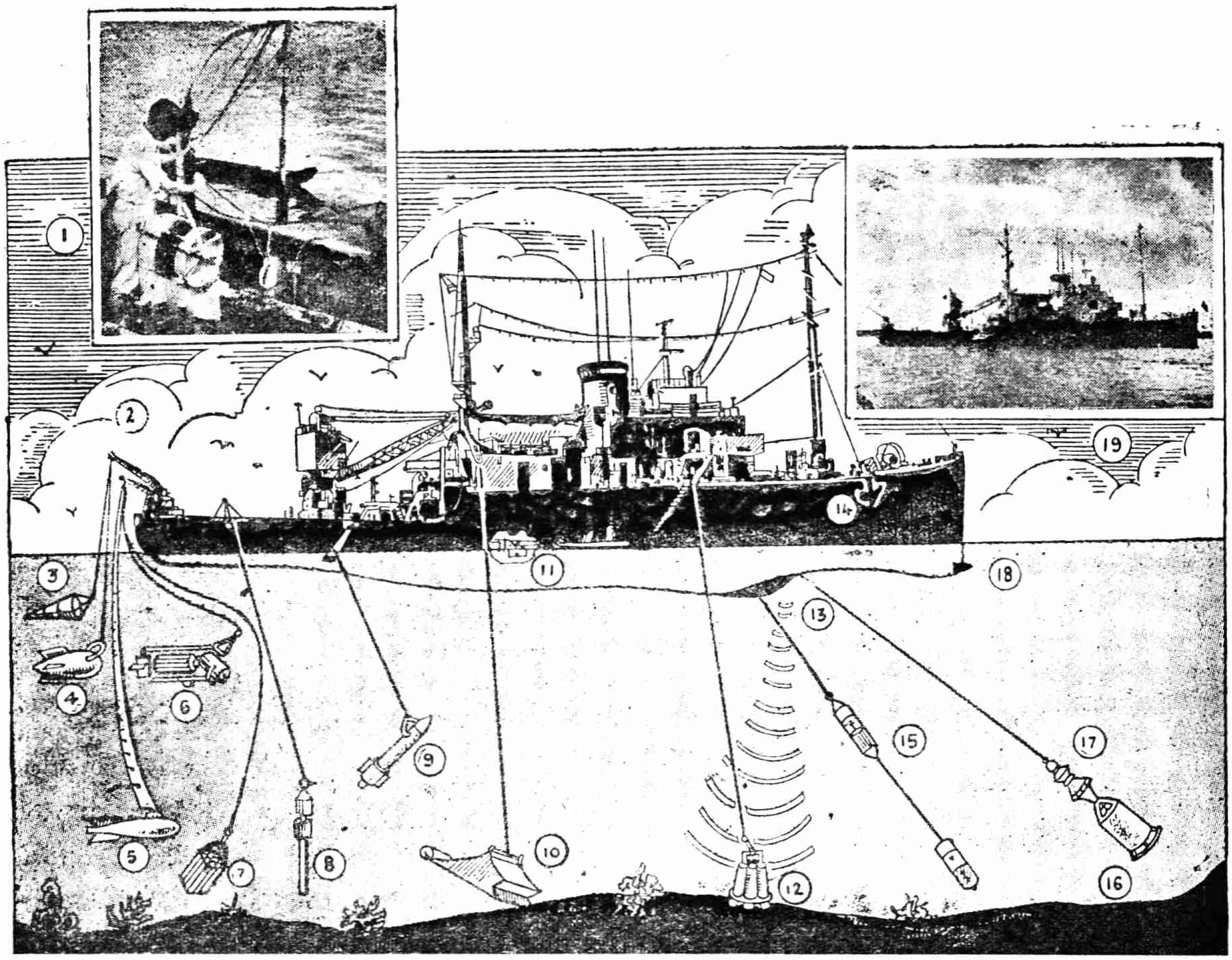
ఎస్. వి. ర.

సముద్ర భూ శాస్త్రము (మెరీన్ జియాలజీ) : మహా సముద్రముల క్రింద మరుగుపడి ఉన్న భూమి ఉపరితలమును గూర్చి అనుశీలించునది సముద్ర భూ శాస్త్రము. భూమి మొత్తము ఉపరితలములో 72% మహాసముద్రముల క్రింద మరుగుపడి ఉన్నది. సముద్రతీరములు, తీరరేఖలు, ఖండపు సొరుగు (కాంటినెంటల్ షెల్ఫ్), ఖండపువాలు (కాంటినెంటల్ స్లోప్), అగాధ సముద్రాంతర స్థలములు - వీటి పరిశీలనము సముద్ర భూ శాస్త్రమున ఒక అంతర్భాగము. సముద్రముల క్రింద ఉన్న నేలయొక్క ప్రకృతి ; దానిని ఆచ్ఛాదించు పంకములు ; ఆ నేల మీద, దానిపై ప్రోగుపడు పంకములమీద సముద్ర సూక్ష్మ జంతువులు నెరపు ప్రభావము సముద్ర భూ శాస్త్రమునకు విచార విషయములు.

సముద్ర భూ శాస్త్రము ఛాలింజర్ విజ్ఞానయాత్ర (1872 - 76) ఫలితముగా ఆవిర్భవించినది ; తదుపరి యునైటెడ్ స్టేట్స్‌కు చెందిన ఆల్బట్రాస్ (1888 - 1920), డచ్ వారి సిబోగా (1899 - 1900), జర్మను మీటియర్ (1920 తొలి దినములలో), డచ్ వారి స్నెల్లియస్ (1929 - 30), స్వీడన్ దేశపు ఆల్బట్రాస్, డచ్ వారి గలాతియా (ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధము ముగిసిన వెనువెంటనే) మొదలగు పెక్కు నౌకల విజ్ఞాన యాత్రల మూలమున ప్రత్యేక శాస్త్రశాఖగా వికసించినది. భూ భౌతిక శాస్త్ర అంతర్జాతీయ సంవత్సరోత్సవ సందర్భమున (1657), హిందూమహా సముద్ర అంతర్జాతీయ విజ్ఞానయాత్ర (1960 - 64) కాలమున సముద్ర భూశాస్త్రము పురోగతిని సాధించినది.

సముద్రముల క్రింద గల విశాల భూభాగములను అన్వేషించుటకు ప్రత్యేకముగా రూపొందింపబడిన నౌకలు ; రాడారులు ; స్థాననిర్దేశము చేయగల ఎలక్ట్రానిక్ సాధనములు ; లోతులను కచ్చితముగా నమోదుచేయు యంత్రములు ; అడుగు భాగము నుండి మచ్చులు తీసి శోధించు గాజిట్‌లు (స్నాపర్‌లు, త్రవ్వోడలు మొదలైనవి) ; నీటిలోపల ఫోటోలు తీయు పరికరములు ; భూ భౌతిక పరికరములు అత్యావశ్యకములు.

ఇసుక, గులకరాయి పొరలతో కప్పబడి ఉండు సముద్రతీరములు ఆర్తవ (సీజనల్) పరివర్తనములతో



సాగర పరిశోధన నౌక : 1. సాగర పరిశోధన నౌక నుండి పరికర సామగ్రిని లోతునకు దింపుట; 2. సాధన సామగ్రిని నియంత్రించు వేదిక ; 3. ప్లాంక్‌టన్ మచ్చులను సేకరించు పరికరము ; 4. మాగ్నెటోమీటరు ; 5. తెర్మిస్టాట్ ; 6. నీటిలో టెలివిజన్ కెమేరా ; 7. లోతునీటిని సేకరించు పరికరము ; 8. సముద్ర గర్భస్థ వస్తుజాలమును సేకరించు పరికరము ; 9 తాపక్రమము ఉప్పదనము, లోతు, శబ్దవేగము తెలుపు పరికరము ; 10. డ్రెడ్జరు ; 11. గురుత్వాకర్షణబలము (గ్రావిటీ) తెలుపు పరికరము ; 12. భూమిలోపలి తాపమును అన్వేషించు పరికరము ; 13. సూక్ష్మమైన ప్రతిధ్వని తరంగములు-శబ్దాన్వేషణలు ; 14. ఉపరితలము మీద కెరటముల ఉనికిని పసిగట్టు పరికరము ; 15. సముద్ర ప్రవాహ వేగమును సూచించు పరికరము ; 16. కార్బను సమస్థానీయము ఏమైనా ఉందేమో కనిపెట్టు పరికరము ; 17. రేడియో ధార్మికతను, కాంతి ప్రసారతను కనిపెట్టు పరికరము ; 18. ఉపరితల తాపక్రమమును పసిగట్టు పరికరము ; 19. యునైటెడ్ స్టేట్స్ సాగర పరిశోధన నౌక 'ఆర్గో'.

పాటు శాశ్వతపు మార్పులు కూడ పొందుచుండును. ఈ తీరములు కొన్నిటిలో మోనజైట్, బంగారము, టంగ్‌స్టన్ ఖనిజములు మొదలగు ఆర్థిక ఖనిజములు ఎక్కువగా సాంద్రీకరింపబడి ఉండును. ఈ తీరద్రవ్యముల సమీప ప్రాంతముల నుండి సముద్రము అడుగునకు చేరిన పంకముల నుండి జనించినవి కావచ్చును లేదా కాల్సియమ్ ధాతు జన్యములు కావచ్చును.

ఖండములను చుట్టుకొని ఉండు లోతులేని తిన్నె (వేదిక) లకు ఖండపు సొరుగులు అనిపేరు. దాదాపు ఈ సొరుగులు అన్నియును చివరలందు వాలులో పదనుగా విరిగి ఉండును. ఈ చివరకు సొరుగు అంచు లేదా సొరుగు విరుగు అనిపేరు. ఈ విరుగుల వెడల్పు 1 కి. మీ. నుండి 150 కి. మీ. వరకు మారుచుండవచ్చును. సొరుగులను ముంచియున్న నీళ్ళలో చేపలు పుష్కలముగా పెరుగును. సొరుగుల క్రింద చమురు, వాయువు ప్రోగుపడి ఉండునని తెలియవచ్చినది. న్యూ ఫౌండ్‌లాండ్‌కు దూరముగా ఉన్న సొరుగు క్రింద గల గనులనుండి ఇనుప ఖనిజము త్రవ్వబడినది. నైరృతి ఆఫ్రికా కోస్తా ప్రాంతమున దొరకు వజ్రములు, కాలిఫోర్నియా దక్షిణ తీరమున లభించు ఫాస్ఫేట్ నిక్షేపములు ఖండపు సొరుగుల ఆర్థిక అనూ

ద్భూతశక్తి (ఎకనామిక్ పొటెన్షియాలిటీ) కి మరికొన్ని నిదర్శనములు. ఇసుకలు, బంకమన్నులు, కాల్సియమ్ నిక్షేపములు సొరుగులలోని పంకముల నుండి లభించును.

ఖండపు సొరుగును సముద్రము క్రింద గల లోతు నేలతో కలుపుచు వాలు ఉపరితలము కలిగి ఉండు సముద్రపు నేలకు ఖండపు వాలు అని పేరు. ఇచట బురదయే సర్వ సామాన్యమగు పంకము. ఈ వాలులో పలుచోట్ల లోయలు, గెడ్డలు ఏర్పడును.

అగాధ సముద్రాంతర స్థలములు ఖండములవలెనే మెరక పల్లములు కలిగి ఉండును. ఎమ్. సు.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ (పారిశ్రామిక ఉత్పత్తి): పారిశ్రామిక రాసాయనిక ద్రవ్యములలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ అగ్రస్థానమును ఆక్రమించును. రాసాయనికపు ఎరువులు, రయాన్, పూతరంగులు, వార్నిషులు, వర్ణద్రవ్యములు, ప్రేలుడు సామగ్రి, మందులు, ఇతర బహుముఖ ప్రధాన రాసాయనిక ద్రవ్యములు తయారు చేయుట యందు; ఇనుము, ఉక్కు మొదలైన వివిధ ధాతువుల సాధనయందు; ముడి పెట్రోలియమ్‌ను శుద్ధిచేయుటయందు ఈ ఆమ్లము విరివిగా వినియోగింపబడును. ఇంతయేల, తన ఉత్పత్తి ప్రక్రియలో కనీసము ఏదో ఒక దశయందైన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను ఉపయోగించుకొనని ప్రధాన రాసాయనిక పరిశ్రమ లేదనియే చెప్పనగును. ఒక దేశపు పారిశ్రామిక ప్రగతికి ఆ దేశము ఉత్పత్తి చేయు మొత్తము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఒక నమ్మకమైన కొలబద్దయనుట నిర్వివాదము. రాసాయనిక పరిశ్రమలలో నేమి, ఇతర పరిశ్రమలలో నేమి సంభవించిన పరివర్తిత పద్ధతుల వికాసము ఫలితముగ ఈ ఆమ్లము యొక్క పాత వినియోగములు కొన్ని అంతరించుచున్నను, వాటికి పైబడిన నూతన వినియోగములు సదా కనుగొనబడుచున్నవి. అందువలన, కాలము కడచిన కొలది దీని ఉత్పత్తి వినియోగములు నిలుకడగా పెరుగుచునే ఉన్నవి. గత 15 సంవత్సరములలో పారిశ్రామికముగ ముందజ వేసిన యునైటెడ్‌స్టేట్స్, బ్రిటన్, ఫ్రాన్స్, జర్మనీ, ఇటలీ, సోవియట్ రష్యా, జపాన్ వంటి దేశములలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి దాదాపు రెండింతలు పెరిగినది. భారతదేశములో ఆ పెరుగుదల రేటు పై దేశములలోని రేటుకంటే ఎక్కువగ ఉన్నది.

ఉత్పాదన ప్రక్రియ: గంధకము ముడిసరకుగ ఉపయోగించినపుడు ఉత్పాదన ప్రక్రియను సరళ పదములలో క్రింది విధమున బోధపరచవచ్చును.

గంధకమును గాలిలో కాల్చినప్పుడు అది గాలిలో ఉన్న ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌గ తయారగును; సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ ఒక వాయువు. దాని అణువులో ఒక గంధకపు పరమాణువు రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులతో సంయోగము చెంది ఉండును.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ కొన్ని నిర్దిష్ట తాపక్రమ పరిస్థితులలో, ఒక ప్రేరకము సమక్షమున మరికొంత ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి, సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్‌గ ఏర్పడును. ఒక గంధక పరమాణువు మూడు ఆక్సిజన్ పరమాణువులతో సంయోగించినపుడు ఒక సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ అణువు రూపొందును: $2\,SO_2 + O_2 \longrightarrow 2\,SO_3$. సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ నీటితో సంయోగించి, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌గ ఫలించును $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$. కాబట్టి, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను రెండు దశలలో ఉత్పత్తి చేయవలసి ఉండును. గంధకమును కాల్చి సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను తయారు చేయుట మొదటి దశ; సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను మొదట సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్‌గను, తదుపరి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌గను మార్చుట రెండవ దశ.

సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను తయారుచేయుట: సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను ప్రత్యక్షముగ గంధకమునుండి గాని, దిగువ పేర్కొనబడిన ఇతర ముడిద్రవ్యములనుండి గాని తయారు చేయవచ్చును: 1. కొన్ని ధాతువుల సల్ఫైడ్‌లతో కూడు కొని సహజ సిద్ధముగ ప్రకృతిలో దొరకు కొన్ని రకముల ఖనిజములు: ఉదా: ఇనుప పైరిటీస్ (ఐరన్ సల్ఫైడ్), జింకు బ్లెండ్ (జింకు సల్ఫైడ్), రాగిపైరిటీస్ (కాపర్ సల్ఫైడ్); 2. జిప్సమ్ లేదా అన్ హైడ్రైడ్: ఇది కాల్సియమ్ సల్ఫేట్ రూపమున గంధకయుక్తమగు మరియొక ఖనిజము; 3. గంధక సహితములైన చిల్లర ద్రవ్యములు: ఉదా: పెట్రోలువంటి నూనె శుద్ధి కర్మాగారము నుండి లభించు వాయువులు, స్లడ్జ్ ఆమ్లములు, సహజ వాయువు మొదలగునవి.

పై ముడిద్రవ్యములలో గంధకము, ఇనుపపైరిటీస్ ప్రధాన తమములైనవి. ప్రపంచమున ఉత్పత్తి చేయబడు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో 85% పైచిలుకు ఈ రెండింటి మూలముననే తయారగును. జింకు బ్లెండ్, కాపర్ పైరిటీస్ నేరుగా ఉపయోగింపబడవు. వాటిని కరగించి, జింకు, రాగి ధాతువులను తయారుచేయు కర్మాగారముల నుండి వెలువడు వాయువులలో సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ కూడ కలిసి ఉండును. పరిస్థితులు అనుకూలించినచో ఆ వాయువుల నుండి సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను వేరుపరచి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తికి వినియోగింతురు. జిప్సమ్, అన్ హైడ్రైడ్ చాల తక్కువ మేరకు వాడబడును.

గంధకమును ముడిద్రవ్యముగ చేసికొని సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను తయారుచేయుట ఒక సరళ ప్రక్రియ. నీటి ఆవిరితో వేడిచేసి తొలిని గంధకమును కరగింతురు. పిదప ఆ తప్తద్రవమును ఒక గంధక బర్నర్‌లో కావలసినంత మేరకు గాలిని ఉపయోగించి కాల్చుదురు. ఒక స్తూపాకారపు ఉక్కు గోళకమును బర్నర్‌గ వాడుదురు. దానికి లోపల అగ్నికి లొంగని ఇటుకలతో అస్తరు వేయుదురు. గంధకము బర్నర్‌లో కాలి, కాలునపుడు గాలిలోని కొంత ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌గ మారును. గాలిలో ఉన్న ఆక్సిజన్‌లోని మిగిలిన భాగము రెండవ దశలో సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్‌గ ఆక్సీకరించుటకు ఉపయోగపడును. బర్నర్ నుండి నిర్గమించు వాయువులో ఉరమరికగా 10% ఆక్సిజన్, 80% నైట్రోజన్ ఉండును. గంధకము గాలిలో కాలునపుడు అపారమైన వేడి పుట్టును. అందువలన ఆ వాయు మిశ్రము యొక్క తాపక్రమము దాదాపు 900°C వరకు పెరుగవచ్చును. అయితే, ఉత్పత్తి ప్రక్రియలోని రెండవ దశను ప్రారంభించుటకు ముందు ఆ వాయు మిశ్రమును 500°C వరకు చల్లార్చవలసి ఉండును. అందుకు ఆ మిశ్రమును వాస్ట్ మెల్ట్ బిల్లర్ అనబడు ఒక పెద్ద నీటి బాయిలర్ ద్వారా ప్రసరింపజేయుదురు వాయు మిశ్రమము 500°C వరకు చల్లబడునపుడు విడుదల పొందిన వేడివలన బాయిలర్‌లోని నీరు మరగి నీటి ఆవిరి జనించును. ఈ నీటి ఆవిరి గంధకమును కరగించుటకు పనికివచ్చును.

ఐరన్ పైరిటీస్‌నుండి సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను తయారుచేయు పద్ధతి గంధకమును కాల్చి తయారుచేయు పద్ధతి కంటె పెక్కు విషయములలో భిన్నముగ ఉండును. పైరిటీస్‌ను గాలిలో కాల్చగా వాటిలోని గంధకము సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌గను, ఇనుము ఐరన్ ఆక్సైడ్‌గను మారి పోవును. ఇటుల లభించిన ఫలిత ద్రవ్యములలో ఒకటి వాయువు; రెండవది ఘన పదార్థము. గంధకమును కాల్చగా వచ్చినది ఒక వాయు మిశ్రమము అని పైన చెప్పితిమి. ఇంతేకాక, గంధకమును ద్రవీకరించి, ఆ స్థితిలో దానిని కాల్చవచ్చును. పైరిటీస్‌ను ఘనస్థితియందే కాల్చవలసి ఉండును. కాబట్టి, పైరిటీస్‌ను కాల్చుటకు ఉపయోగింపబడు బర్నర్ సహజముగ గంధకమును కాల్చుటకు ఉపయోగపడు దానికంటె భిన్నముగ ఉండుటయేకాక ఎక్కువ క్లిష్టముగ కూడ ఉండును. ఇందుకు మూడు రకముల బర్నర్‌లు వాడుకలో కలవు.

ఈ బర్నర్‌లలో వాయు ప్రవాహము సమక్షమున పైరిటీస్‌ను కాల్తురు. అప్పుడు లభించునవి: 1. ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ వాయువులతో కూడిన సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు; 2. ఐరన్ ఆక్సైడ్ అవశిష్టము.

గంధకమును కాల్చిన బర్నర్ నుండి వెలువడు వాయువు వలె గాక, ఐరన్ పైరిటీస్‌ను కాల్చిన బర్నర్ నుండి వెలువడు వాయువు కొంత హెచ్చు రాశిలో దుమ్ము మొదలగు మలిన పదార్థములు కలిగి ఉండును. ఈ మలిన పదార్థములు కొలిమిలో కాల్చబడిన ఐరన్ పైరిటీస్ నుండియేకాక, వాటితో మొదటినుండియు కలసి మెలసి ఉండు ఇతర ఖనిజములనుండి కూడ రావచ్చును. ఉత్పత్తి యొక్క రెండవ దశను చేపట్టుటకు ముందుగా - అనగా సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌ను సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్‌గ ఆక్సీకరించుటకు ముందు - బర్నర్ వాయువునుండి మలిన పదార్థములను పూర్తిగ తొలగించవలెను. లేనిచో ఉత్పత్తి ప్రక్రియ దెబ్బతినును. అందుకు దీర్ఘమైన విశుద్ధీకరణ ప్రక్రియలను జరుపవలసివచ్చును.

ఐరన్ పైరటీస్‌ను ఉపయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు కర్మాగారములో పైరిటీస్‌ను కాల్చుటకు, కాల్చగా వచ్చిన వాయువును విశుద్ధీకరించుటకు విస్తారములైన ఏర్పాటులు చేయవలసి ఉండును గనుక ఉత్పత్తి వ్యయము గంధకమును ఉపయోగించు కర్మాగారములోని దానికంటె దాదాపు 1½ లేదా 2 రెట్లు పెరుగును.

భారతదేశమున సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను ఉత్పత్తి చేయు కర్మాగారములు అన్నియు ఇంతవరకు గంధకమును ముడి సరకుగా వినియోగించుకొను ప్రాతిపదికపైననే నిర్మింపబడినవి. అయితే, పైరిటీస్‌ను వినియోగించుకొను మొట్టమొదటి కర్మాగారము ఇప్పుడు సింద్రీ వద్ద నెలకొల్పబడినది. ప్రస్తుత సూచనల ప్రకారము రాగల సంవత్సరములలో భారతదేశము పైరిటీస్‌నే విస్తృతముగా వినియోగింపవలసి ఉండును.

సల్ఫర్ డై అక్సైడ్‌ను సల్ఫర్ ట్రై అక్సైడ్‌గ, సల్ఫ్యూరిక్ అక్సైడ్‌గ మార్చుట: కొన్ని నిర్దిష్ట పరిస్థితులలో సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ ఒక ప్రేరకము సన్నిధిని మరికొంత ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి, సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్‌గ ఏర్పడునని ఇదివరకే చెప్పితిమి. ఉపయోగింపబడు ప్రేరకమును బట్టి ఈ పరివర్తన ప్రక్రియను స్థూలముగా రెండు వర్గముల క్రింద విభజింపవచ్చును - అవి: 1. చాంబర్ ప్రక్రియ; 2. సంసర్గ ప్రక్రియ.

చాంబర్ ప్రక్రియలో నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తాప విసంఘటనమునకు గురిచేయగా లభించిన (వాయురూప) నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లను ప్రేరకములుగా వాడుదురు. సంసర్గ ప్రక్రియలో క్రింద చెప్పిన రెండు ఘన పదార్థములలో

ఒక దానిని ప్రేరకముగా వాడుట పరిపాటి. 1. సూక్ష్మ విభక్తమైన ప్లాటినమ్ ధాతువు: ఇది ఆస్ బెస్టాస్ వంటి అను కూలమైన వాహకము మీద పరచబడి ఉండును; 2. వెనేడి యమ్ పెంటాక్సైడ్: ఇది కూడ జియొలైట్లు లేదా సిలికావంటి అనుకూల వాహకముపై నెరపబడి ఉండును.

రెండు ప్రక్రియలలోను చాంబర్ ప్రక్రియ ప్రాచీనతర మైనది. అది 1850 నాటికి సంపూర్ణముగా అభివృద్ధి పరుప బడి, 1900 వరకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తికి ఏకైక ప్రక్రియగా ఉపయోగపడెను. ప్లాటినమ్ ప్రేరకముగా పనిచేయు సంసర్గ ప్రక్రియ 1900 లో వెలుగు చూచెను. వెనేడియమ్ ప్రేరక ప్రక్రియ 1920 లో పెంపొందింప బడెను.

సంసర్గ ప్రక్రియలో ఉత్పాదితమైన అమ్లము అధికతర సాంద్రీకృతమై ఉండుట, కర్మాగారమును లఘు వ్యయ ప్రయాసలతో నిర్మింపగలుగుట మొదలగు వాంఛనీయ సౌకర్యములు కొన్ని కలవు. అందువలన ఇటీవలి సంవత్స రములలో చాంబర్ ప్రక్రియ మూలబడసాగినది. కొన్ని దేశములలో ఈనాడును కొద్దిగా చాంబర్ ప్రక్రియా కర్మాగారములు పనిచేయుచున్నను, ఆ ప్రక్రియ దాదాపు అంతరించినదనియే చెప్పవచ్చును. ఇటులనే ప్లాటినమ్ ప్రేరకముతో పనిచేయు సంసర్గ ప్రక్రియా కర్మాగార ములు కూడ నేడు అంతగా వాడుకలో లేవు. భారతదేశములోని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కర్మాగారము లలో ఏదియు చాంబర్ ప్రక్రియను అనుసరించదు. ఇంతే కాక, అవి అన్నియు వెనేడియమ్ సంసర్గ ప్రక్రియనే ఉపయోగించుకొనుచున్నవి.

వెనేడియమ్ సంసర్గ ప్రక్రియలో సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్గ పరివర్తనము చెందుట నిలువుగా, స్తూపాకారముగ ఉండి 'కన్వర్టర్' అని పిలువబడు ఒక ఉక్కుపాత్రలో నిర్వ హింపబడును. కన్వర్టర్ లోపల వేరు వేరు ఎత్తులలో గల అరలపై ప్రేరకద్రవ్యము నెరపబడి ఉండును. బర్నర్ నుండి వచ్చిన వాయువును అన్ని అరల మీదుగా ప్రసరించుట పూర్తి అగుసరికి, అందులో ఉన్న సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ పూర్తిగ సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్గ ఆక్సీకరింపబడును. ఈ ప్రతిక్రియ జరుగునపుడు విస్తారముగ వేడి పుట్టును. కాబట్టి, ప్రతిక్రియ జరుగు సమయమున, ప్రతిక్రియ ముగిసిన తరువాత ఆ వాయువులను సముచిత పద్ధతిలో చల్లార్తురు. మిగిలిపోయిన ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్లతో కలసి ఉండు సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ వాయువును ఒక విచూషక గోపురము లోపల ప్రసరింప జేయుదురు. గోపురములో సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కూడ ప్రసారిత మగుచుండును. వాయువులలో ఉన్న సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ అంతయు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్లో విలీనమగును; నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయువులు 'విచూషక' గోపురము చివరినుండిపోయి, గాలిలో కలియును.

విచూషక గోపురమునుండి వెలికివచ్చు అమ్లమునకు దాని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పాలు 93 - 95% వరకు తగ్గించు టకు ఆవశ్యకమగు నీటిని చేర్తురు. ఇదియే గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ అని విక్రయింపబడును. కాని, విచూషక గోపురములో అమ్లములో సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ విచూషింపబడు రేటును క్రమబద్ధము చేసి, 'ఓలియమ్' లేదా పొగలు గ్రక్కు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వంటి సాంద్రతర అమ్లములను తయారుచేయవచ్చును. ఇవి అదనపు సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ను విలీనము చేసికొనిన 100% సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్లు.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ధర్మములు : స్వచ్ఛమైన సల్ఫ్యూ రిక్ ఆసిడ్ (రాసాయనిక సాంకేతికము H_2SO_4), మోనో హైడ్రేట్ లేదా 100% సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ అని వ్యవహరింపబడును. అది తేటగా, వర్ణరహితముగా, బరువుగా, తైలమువలె ఉండు ద్రవము. ఏ అనుపాతములో నైన దానిని నీటితో కలుపవచ్చును. దాని విశిష్ట గురుత్వము 1·84. విశుద్ధమైన అమ్లమునకు ప్రత్యేకవాసన ఏదియు లేదు. అయితే, బజారులో దొరకు అమ్లమునకు స్వాభావికమైన ఘాటు వాసన ఉండును. దానిలో సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ విలీనమై ఉండుటే ఆ వాసనకు హేతువు.

ఈ అమ్లమునకు విపరీతమైన క్షరణ గుణము కలదు. అది పైన పడినచో మానవ చర్మముతో సహా సేంద్రియ ద్రవ్యము దేనినైనను మాడ్చివేయును లేదా కాల్చి వేయును. కాబట్టి, ఈ అమ్లమును ఉపయోగించునపుడు బహు జాగ్రత తీసికొనవలయును.

ఉపయోగములు : పారిశ్రామికముగ అభివృద్ధిచెందిన అన్ని దేశములలోను ఉత్పత్తి చేయబడిన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మొత్తములో విశేష భాగము రాసాయనికపు ఎరువు లను తయారుచేయుటయందే వినియోగింపబడును. తరు వాతి ముఖ్య వినియోగము ఇతర రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి. యునైటెడ్ స్టేట్స్లోను, భారతదేశ మందు ఉత్పత్తి చేయబడిన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్లో ప్రస్తుతము ఏ యే పరిశ్రమలలో ఎంతెంత భాగము ఉపయోగింపబడుచున్నదో 785 వ పుటలోని పట్టికలో ఉర మరికగ చూపబడినది.

పరిశ్రమ	యునైటెడ్ స్టేట్స్	భారతదేశము
1. ఎరువులు	40%	70%
2. రాసాయనిక ద్రవ్యములు, వర్ణద్రవ్యములు, ప్రేలుడు సామగ్రితో సహా	31%	15%
3. రయాన్	4%	10%
4. పూతరంగులు	7%	2%
5. ధాతుసాధన	5%	2%
6. పెట్రోలియమ్ శోధన	8%	1%
7. కాగితపు గుజ్జు	5%	—
	100	100

ఉత్పత్తి సంఖ్యలు : రాసాయనిక పరిశ్రమల రంగమున టన్నీలవారీగా చూచినచో రాసాయనికపు ఎరువులకు ప్రథమ స్థానము, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తికి ద్వితీయ స్థానము లభించును. ప్రస్తుతము యావత్ ప్రపంచమున సాలీనా ఉత్పత్తి చేయబడుచున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మొత్తము సుమారు 6.5 కోట్ల టన్నీలు. ఇందులో మూడవవంతు యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను, మరియొక మూడవవంతు పశ్చిమ యూరప్ దేశములలోను, మిగిలినది తక్కిన దేశములలోను తయారగుచున్నది. జపానులో ప్రస్తుతము ఉత్పత్తి రేటు సాలీనా రమారమి 55 లక్షల టన్నీలు; భారతదేశమున అది సుమారు 7,00,000 టన్నీలు. 1971 నాటికి భారతదేశమున సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ అవసరము ఇంచుమించు 25 లక్షల టన్నీలవరకు పెరగ వచ్చునని భావింపబడుచున్నది.

భావి ధోరణులు : ఇటీవలి సంవత్సరములలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తి నిలుకడగా, వేగముగా పెరుగు చున్నది. రాగల సంవత్సరములలో కూడ పెరుగుదల ఇటులనే ఉండవచ్చునని తోచుచున్నది. అనేక దేశములలో జనాభా విపరీతముగా పెరుగుటవలన, తత్ఫలితముగా ఆహారోత్పత్తిని అధికతరము చేయవలసిన ఆవశ్యకత ఏర్పడుటవలన రాసాయనికపు ఎరువుల ఉత్పత్తిని పెంచ వలయునన్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తిని కూడ తప్పని సరిగా పెంచవలసినదే. ఈ ఆమ్లము యొక్క ప్రథమ ప్రధానోపయోగము ఎరువుల ఉత్పత్తి అని ఇదివరకే చెప్పితిమి.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమ ప్రపంచము అంతట నేడు ఉత్పత్తికి అవసరమగు ముడిద్రవ్యముల సరఫరాలను సంపాదించుట అను ప్రధానతమ సమస్యను ఎదుర్కొను చున్నది. గంధకము, ఐరన్ పైరిటీస్ అనునవి రెండును ముఖ్య ముడి ద్రవ్యములు. ప్రస్తుతము ప్రపంచమున సాలీనా రమారమి 150 లక్షల టన్నీల గంధకము ఉత్పత్తి అగుచున్నది. ఇందులో రమారమి 120 లక్షల టన్నీలు మూడు ఉత్తర అమెరికా దేశములలో (యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో 80 లక్షలు, కెనడాలో 20 లక్షలు, మెక్సికోలో 20 లక్షలు) ఉత్పత్తి అగును. మిగిలిన 30 లక్షల టన్నీలలో ఇంచుమించు సగభాగము ఫ్రాన్సులోను, తక్కినది ఇతర దేశములలోను ఉత్పత్తి అగును. యావత్ ప్రపంచమున ప్రస్తుతము సాలీనా రమారమి 200 లక్షల టన్నీల ఐరన్ పైరిటీస్ ఉత్పత్తి అగుచున్నది. గంధక నిక్షేపములవలె గాక, ఐరన్ పైరిటీస్ నిక్షేపములు ప్రపంచమంతట (భారతదేశముతో సహా) అనేక దేశములలో విస్తృత వ్యాప్తి చెంది ఉన్నవి. ప్రపంచములో నెల్ల అధికతమోత్పాదక దేశము సోవియట్ రష్యా; దాని సాలుసరి ఉత్పత్తి 40 లక్షల టన్నీలు; తరువాతిది జపాను; దాని సాలుసరి ఉత్పత్తి 25 లక్షల టన్నీలు; మూడవదేశము స్పెయిన్; దాని సాలుసరి ఉత్పత్తి 15 లక్షల టన్నీలు. మిగిలిన 100 లక్షల టన్నీలు తదితర దేశములలో లభించు చున్నవి.

ప్రపంచమున ప్రస్తుతము ఉత్పత్తి చేయబడుచున్న గంధకము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమ యొక్క వర్తమాన అర్థనకు సైతము కొంత తక్కువగ ఉన్నది. ఈ ఉత్పత్తిని అధికతరము చేయుటకు ఆశాజనకములైన అవకాశములు కనిపించుట లేదు. కాబట్టి, నానాటికి ఎక్కువగుచున్న ముడిద్రవ్యముల అవసరములను తీర్చుటకు ఐరన్ పైరిటీస్‌ను, అందుబడియగు ఇతర ప్రత్యామ్నాయ ద్రవ్యములను విరివిగా వినియోగించుకొనుట కన్న మార్గాంతరము లేదు.

భారతదేశమున ఇంతవరకు నెలకొల్పబడి పని చేయు చున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కర్మాగారములు అన్నియు ముడిద్రవ్యముగ గంధకముపైననే ఆధారపడుచున్నవి. గంధకపు సరఫరాలకు దేశీయ ఆధారములు కొరవడుట వలన పరిశ్రమకు వలసిన గంధకమంతయు విదేశముల నుండి దిగుమతి చేసికొనబడుచున్నది. దేశపురోగతికి అత్యావశ్యకమైన పరిశ్రమ ఈ ముడి ద్రవ్యములను అన్వేషించి, దిగుమతి చేసికొనవలసిన గంధకముపై ఆధారపడుట సాధ్యమగునంతవరకు తగ్గించుకొనవలసిన ఆవశ్యకతను పూర్తిగా గుర్తించి, ప్రభుత్వము అందు నిమిత్తము ఫలప్రదములైన చర్యలకు ఉద్యమించినది. రాసాయనికపు ఎరువుల ఉత్పత్తికి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌కు

బదులు దిగుమతి చేసికొనవలసిన ముడిద్రవ్యములతో నిమిత్తము లేని హైడ్రోక్లోరిక్, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లవంటి ఇతర ఆమ్లములను తగ్గించుకొనుటకు ప్రయత్నములు చురుకుగ జరుగుచున్నవి. జింకు ముడిఖనిజములను కరగించు కొచ్చిన్ (కేరళ), ఉదయపూర్ (రాజస్థాన్) కర్మాగారములనుండి, రాగి ముడిఖనిజములను కరగించు ఘట్సిలా (బీహార్), ఖేత్రీ (రాజస్థాన్) కర్మాగారముల నుండి వెలువడు వాయువులను ఉపయోగించుకొని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుట ఆ ప్రయత్నములలో ఒకటి.

దేశమున గల పైరిటీస్ నిక్షేపములను వినియోగించుకొని వాటివలన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను, గంధక మూల ద్రవ్యమును ఉత్పత్తి చేయుటకు కూడ చర్యలు ప్రారంభమైనవి. బీహార్ రాష్ట్రమున షాహాబాద్ జిల్లాలో అమ్‌జోర్ వద్ద కల పైరిటీస్ నిక్షేపములు ప్రపంచములోని బృహత్తమ నిక్షేపములలో ఒకటి అని చెప్పనగును. ఈ నిక్షేపములలోని పైరిటీస్ చాల నాణ్యము కలవి. వాటి సగటు గంధకపు పాలు 40 - 45% ఉండును. ఇందు 80 లక్షల టన్నుల నిల్వలు కలవని రుజువు చేయబడినది. 3,000 లక్షల టన్నుల నిల్వలు ఉండవచ్చునని అంచనా వేయబడినది. మన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమ యొక్క ముడిద్రవ్యముల అవసరములలో చెప్పుకోతగినంత విశేష భాగమును అమ్‌జోర్ పైరిటీస్ నిక్షేపములు తీర్చగలవని తెలినది. అమ్‌జోర్ పైరిటీస్‌ను ముడిద్రవ్యముగా వినియోగించుకొను ప్రాతిపదికపై, 400 టన్నుల దినసరి ఉత్పత్తి సామర్థ్యములు కల మొదటి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కర్మాగారము సింద్రీ (బీహార్) వద్ద నెలకొల్పబడుచున్నది. ఈ పైరిటీస్‌నే ఉపయోగించుకొని ఫిన్లాండ్‌లో పెంపొందింపబడిన ఒట్టో కొంపూ పద్ధతిని అనుసరించి, సాలీనా 75,000 టన్నుల గంధకమును, 2,25,000 టన్నుల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుటకు మరియొక కర్మాగారమును నిర్మించు ప్రతిపాదనను ప్రభుత్వము తీవ్రముగ పరిశీలించుచున్నది.

ఇటీవల రాజస్థాన్‌లో ఖేత్రీసమీపమున సాలాదిపురా వద్ద ఆశావహమగు మరియొక పైరిటీస్ నిక్షేపము కనుగొనబడినది. ఈ పైరిటీస్‌లో సగటు గంధకపు పాలు సుమారు 25% మాత్రమే. అయితే, నిక్షేపములలోని పైరిటీస్ సగటు మందము 12 మీ. ఉండవచ్చునని తోచుచున్నది. అమ్‌జోర్ నిక్షేపముల సగటు మందము 1 మీ. మాత్రమే. సాలాదిపురా నిక్షేపములను త్రవ్వుటలో కూడ కొన్ని సదుపాయములు ఉన్నవి. అందువలన వాటి నుండి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమకు పైరిటీస్‌ను కొంత తక్కువ ధరలకు అందజేయవచ్చును.

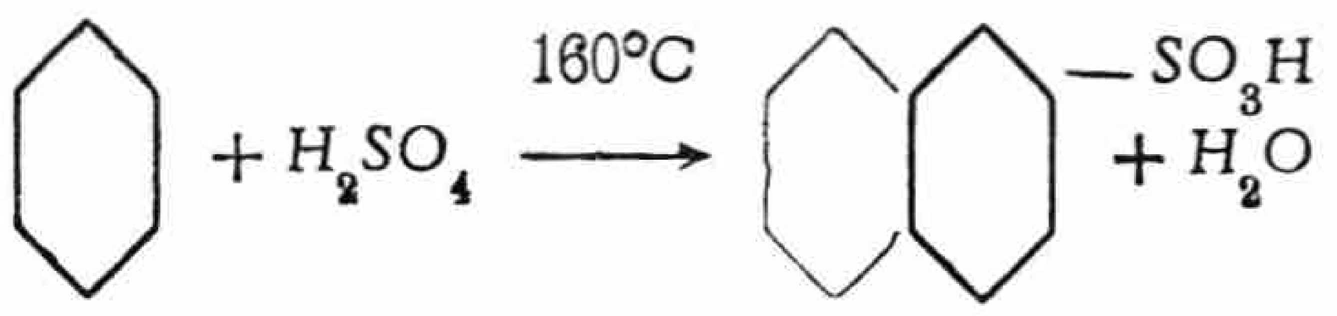
మధ్యప్రాచ్యమునుండి క్రూడ్ నూనెలను దిగుమతి చేసికొను దేశీయనూనె శుద్ధి కర్మాగారములు కూడ ముడి ద్రవ్యములకు ఆధారభూతములు. క్రూడ్ నూనెలలో 2% పైచిలుకు (బరువును బట్టి) గంధకము కలసి ఉండును. ఉచితములైన హైడ్రో - డీసల్ఫ్యురైజేషన్ ప్రక్రియల ద్వారా ఈ క్రూడ్ నూనెలలోని గంధకములో నాలుగింట మూడువంతుల వరకు సంగ్రహించి, దానిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమలో ఉపయోగింపవచ్చును.

ఇరాన్‌లోని సహజ వాయుక్షేత్రములు గంధకపు సరఫరాలకు మరియొక ఆకరము కావచ్చును. ఈ సహజ వాయువులో 15% హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ ఉండును; దాని నుండి అనుకూల ప్రక్రియల ద్వారా సాలీనా కొన్ని లక్షల టన్నుల గంధకమును సంపాదించవచ్చును. సహజ వాయువులోని హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్‌నుండి కెనడా, ఫ్రాన్సు దేశములు ప్రతి సంవత్సరము చెరియొక 20 లక్షల టన్నుల గంధకమును ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి. చమురును అన్వేషించుటయందు, శుద్ధి చేయుటయందు భారతదేశము ఇరాన్‌తో కలసి పని చేయుచున్నది. కాబట్టి, ఇరాన్‌లోని సహజ వాయువు వనరులనుండి గంధకమును రాబట్టుకొనుటలో కూడ భారతదేశము ఆదేశముతో సహకరింపవచ్చును.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఉత్పత్తికి జిప్సమ్ కూడ ముడిద్రవ్యముగ ఉపకరింపగలదు. జర్మనీ, సోవియట్ రష్యా, బ్రిటన్ దేశములు దానిని ఉపయోగించుకొనుచున్నవి. భారతదేశములో కూడ జిప్సమ్ నిక్షేపములు విస్తారముగ కలవు. అయితే, వాటిలోని జిప్సమ్‌ను ఉపయోగించుకుని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌నుగాని, గంధకమునుగాని తయారుచేయుట ఆర్థికముగ లాభసాటి కాదని తెలియుచున్నది; వాటి ఉనికి కూడ అందుకు అనుకూలముగ లేదు. కాని, 1950 లో ఉత్పత్తి ప్రారంభించినది మొదలు సింద్రీ ఎరువుల కర్మాగారము, తదుపరి ఆల్వే (కేరళ) ఎరువుల కర్మాగారము అమోనియమ్ సల్ఫేట్ ఎరువును తయారుచేయుటకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌కు బదులు దేశమున ఉపలబ్ధమగు జిప్సమ్‌నే వాడుకొనుచున్నవి. **మాచిరాజు.**

సల్ఫొనేషన్: అణువు యొక్క గాని, అయను యొక్క గాని రచనయందు ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్థానమున సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ గణమును ప్రవేశపెట్టుటకు 'సల్ఫోనీకరణము' (సల్ఫొనేషన్) అని పేరు.

బెన్జీన్ యౌగికముల విషయమున ఈ విధానము చాల ప్రధానతమ మయినది. బెన్జీన్ యౌగికమును సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్‌లో విలీనమై ఉన్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో సంపర్కమునకు తెచ్చుటచే ఈ సల్ఫోనీకరణ ప్రక్రియ జరుగును.



నాఫ్తలీన్ β నాఫ్తలీన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్

పారిశ్రామిక రూపములు : ఈ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ గణము ఒక కార్బన్ పరమాణువునకుగాని లేదా వలయములో ఉన్న నైట్రోజన్ పరమాణువునకు గాని తగిలించవచ్చును. ఈ రెండవరకపు యౌగికములకును N - సల్ఫోనేట్‌లు అని పేరు.

సల్ఫోనేట్, సల్ఫేట్‌ల ఉపయోగములు : ప్రతి సంవత్సరము లక్షలకొలది టన్నుల సల్ఫోనేట్‌లు తయారగుచున్నవి. చాల సల్ఫోనేట్‌లు ఆమ్లరూపముననో లేదా లవణరూపముననో అధ్రువితములగుటవలన జలద్వేషక కార్బన్ యౌగికాణువునకు [$-SO_2OH$] గణమును చేర్చి ధ్రువీభవనగుణమును (అనగా జలకామి గుణమును) ఆపాదించుటకు విస్తారముగా వినియోగించబడుచున్నవి. మిథేన్ - టాల్యుయిన్ - సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌లు ప్రేరక ద్రవ్యములుగ వాడుకలో ఉన్నవి. చాల సంఖ్య సల్ఫోనేట్ లవణరూపమున విపణిలో లభ్యమైనను వాటిని వాటి ఆమ్లరూపమునందే వాడుదురు. ఇట్టి ఉత్పన్నముల జాతిలో అద్దకపు రంగులు, వస్త్రఘాతుక కీటకముల పరిమార్చు ద్రవ్యములు, తోళ్లను పదను చేయుటకు ఉపయోగించు కృత్రిమ కట్టు ద్రవ్యములు ఇమిడి ఉన్నవి. ఈ పక్షములలో లవణములను వాటి ఆమ్లరూపమున ఉపయోగింతురు. ఈ ప్రక్రియయందు కార్బన్ యౌగికమందు స్వేచ్ఛగా ఉండు [$-SO_2OH$] గణము ప్రత్తిదారములకు గాని, తోలుకుగాని లగ్నమగును. సల్ఫోనేట్‌ల లేదా సల్ఫేట్‌ల అధిక భాగము విపణియందు, ఉపయోగమునందు కూడ లవణ రూపమును దాల్చును. ఈ జాతిలో చేరినవి క్షాళకములు (డెటర్జంట్‌లు), ఇమల్షన్‌లు తయారు చేయుటకు ఉపయోగించు ద్రవ్యములు, కందెన ద్రవ్యములు, ఆర్ద్రీకారక, ద్రావణకారక ద్రవ్యములు, సంసక్తి (అడ్‌హెసివ్) కారక ద్రవ్యములు, త్రుప్పు పట్టకుండ చేయు ద్రవ్యములు.

రచనయందు గంధకపరమాణువు చేరని కార్బన్ యౌగికముల నిర్మాణమందు కూడ సల్ఫోనేట్‌ల, సల్ఫేట్‌ల వాడుక కాననగును. దృష్టాంతమునకు: ఫీనోల్ (హైడ్రాక్సీ బెన్జీన్ C_6H_5OH) రచనలో (S) గంధక పరమాణువు లేదు. అయినను, ఫీనోల్, రిజార్సినాల్ నాఫ్థాల్‌లు మొదలగు హైడ్రాక్సీ గణములు కల యౌగికములు, వాటి సల్ఫోనేట్ వ్యుత్పన్నములను కాస్టిక్ సోడాతో కలిపి కరగించుట వలన లభ్యమగును.

సల్ఫేట్ - సల్ఫోనేట్ కారకములు : ఇందు మిక్కిలి ప్రధానము లైనవి : 1. సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్, ఓలియమ్ ($H_2SO_4 + SO_3$), సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ; 2. క్లోరో సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ ($SO_3 + HCl$); 3. సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ + కార్బన్ యౌగిక ద్రవ్యమిశ్రములు (సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ + డైయాగ్సేన్, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ గణమునకు చెందినవి) ; 4. సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్, ధాతు సల్ఫైట్‌లు ; 5. సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ క్లోరిన్ లేదా ఆక్సిజన్ మిశ్రములు.

ప్రేరక ద్రవ్యములలో ముఖ్యమయినది పాదరసము. పాదరసమువంటి ప్రేరక ద్రవ్యము అనేకములగు ఆరోమాటిక్ యౌగికముల రచనయందలి సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ గణసన్నివేశమును మార్పగలదు. α - ఆంత్రో క్వినోన్ సల్ఫోనేట్‌లను తయారుచేయుటచే పాదరసము యొక్క రచనా విన్యాస ఛేదకగుణము మిక్కిలి ఉపయుక్తము. బెన్జోయిక్ ఆసిడ్, థాలిక్ అన్‌హైడ్రైడ్, నైట్రో బెన్జీన్ వంటి యౌగికముల సల్ఫోనీకరణమందు కూడ రచనా విన్యాస భేదమును పాదరసము తెచ్చిపెట్టును. కాని, ఈ పక్షములలో కావలసిన పాదరసపు రాశి ఎక్కువ ; రచనా విన్యాస భేదప్రభావము అత్యంత అల్పము.

నైట్రీకరణ, హేలోజనీకరణ ప్రక్రియలవలె, ఆరోమాటిక్ సల్ఫోనీకరణము కూడ ఎలెక్ట్రోఫైలిక్ ప్రతిస్థాపక ప్రక్రియయే కాని, ఈ పై చెప్పిన ప్రక్రియలనుండి సల్ఫోనీకరణ ప్రక్రియ రెండు విషయములలో భిన్నముగా కనప్పట్టును. మొదటిది : ప్రక్రియ పరివర్తనీయము ; కొన్ని పక్షములలో (దృష్టాంతమునకు : నాఫ్తలీన్ సల్ఫోనీకరణములో) ప్రవేశమును గనుచున్న గణము యొక్క సాపేక్ష స్థానముపై తాపక్రమము మిక్కిలి ప్రభావమును కనపరచును.

ఉపకరణ సామగ్రి సంపద : 75—100 శాతముల సాంద్రత గల గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌నకు విశాల తాపక్రమ పరిధిలో పోతఇనుము క్షయించదు కనుక, సల్ఫోనీకరణమునకు వలయు పాత్రలను పోత ఇనుముతో తయారు చేయుచుండెడి వారు. కాని, పోతఇనుమునకు అతతి బలము అంతగా లేకపోవటవలనను, ఓలియమ్ లేదా సల్ఫర్ ట్రై

ఆక్సైడ్ సంపర్కమున శీఘ్రముగా క్షయించుట చేతను నేడు అస్తరువేసిన ఉక్కు అండాలను ఈ పనికై వాడుచున్నారు. వీటి నిర్మాణమందు ఉపయుక్తమగు అస్తర్లకు గాజు, ఎనామిల్, సీసము, 316 నంబరు మరకగట్టని (స్టెయిన్‌లెస్) ఉక్కు వాడుచున్నారు. డి. వెం.

సిమెంటు (సిమెంటు కాంక్రీటు మిశ్ర రచనలో సుర్కీ-పోజోలానాస్ ద్రవ్యముల వాడుక): పోజోలానాస్ ఉద్రిక్తాగ్ని పర్వతములనుండి లభ్యమగు బూడిద. వెసూవియస్ అగ్నిపర్వత పాదములందు పుజు ఓలీ అను ప్రదేశప్రాంతమునందు దొరకుటచే దీనికి పై పేరు అబ్బినది. రాసాయనిక రచన దృష్ట్యా ఇది అల్యూమినియము సిలికేట్ లవణము ముఖ్య ఘటకముగా కలది. కాని, ఇప్పుడు ఈపేరు అల్యూమినియము సిలికేట్ లేదా తక్కిన ధాతు సిలికేట్ల మిశ్రము గల ఏ ద్రవ్యమునకైన వాడబడుచున్నది. కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ అనగా పొడిసున్నముతో సాధారణ తాపక్రమములలో రాసాయనికముగ కలసి బంధక గుణములు గల యౌగిక ద్రవ్యముల (కట్టుసున్నముల)గ ఇచ్చుట దీని ప్రశంసనీయమైనగుణము.

డాము, వంతెన, భవనము వంటి నిర్మాణపువనులలో కట్టుసున్నముతో, సిమెంటు సున్నముతో పోజోలానాస్ కలిపి వాడుట కలదు. సిమెంటు, నీరు కలిపినపుడు అవి రాసాయనికముగ ప్రతికరించి, అనేకవిధములగు బంధకద్రవ్య యౌగికములను వెలిబెట్టి, సున్నమునకు గాని, సిమెంటునకు గాని బలమును ఇచ్చును. కాని, సిమెంటు బంధక బలమును కించపరచు ఒక హానికరద్రవ్యము - అనగా కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్-విడివడును. పోజోలానాస్ ఈ హానికరద్రవ్యముతో కలసి రాసాయనికముగ ప్రతికరించి, దానికి విరుగుడుగా ఆచరించి, సిమెంటు బలమును వృద్ధి చేయును. సిమెంటుతో పోజోలానాస్ కలుపుటవలన చేకూరు లాభములలో పేర్కొనదగినవి: 1. వేడి ఉత్పాదన తగ్గుదలలో ఉండును; 2. విడివడిన క్షారములను ప్రతిఘటించి వాటిని నిర్వీర్యముగ చేయును; 3. ద్రవోత్సర్జన చాల కొలదిగా ఉండును; 4. విరుద్ధ వాతావరణ పరిస్థితులకు, క్షయిష్ణు గుణము గల జలములకు నిరోధమును చూపును.

సుర్కీ - కాల్చిన మట్టి లేదా పరిశ్రమలలో బహిర్గతమగు పనికిరాని ద్రవ్యములు, కొలుముల నుండి లభ్యమగు బూడిదలు. భారతదేశమందు ప్రకృతిలో పోజోలానాస్ చాల అరుదుగ దొరకును. అందువలన చాలకాలము క్రిందట నుండి సుర్కీలు మాత్రమే వాడుకలో ఉన్నవి. ఆగ్రాలోని తాజ్‌మహాలు, ఢిల్లీలోని ఎర్రకోట వంటి ప్రాచీన నిర్మాణములు సుర్కీకలసిన కట్టుసున్నముతో కట్టబడినవి.

సుర్కీ కలసిన కట్టుసున్నముతో అర్వాచీనముగ నిర్మించబడిన కట్టడముల జాబితాలోనివి ఈ క్రిందివి: ఉత్తర భారతమందు గంగానదీ కాలువ, కేరళరాష్ట్రమందు కోదైయార్ డాము, మైసూరు రాష్ట్రములో వాణీవిలాస సాగర్, కృష్ణరాజసాగర డాములు, కొల్హాపూర్‌లో రత్నగిరిడాము. సిమెంటు - సుర్కీ నిర్మాణములలో ఇటీవల వెలుగు చూచినవి: దిగువ భవానీ, తుంగభద్ర, మలంపురుఘా, మణిముత్తారు డాములు.

భారతదేశమందు సిమెంటుతో కలుపుటకు ఉపయోగ్యములైన ద్రవ్యముల క్షేత్రములోనికి నూతనముగ ప్రవేశించినది 'ఎగురు బూడిద (ఫ్లై యాష్)'. విద్యుత్తు ఉత్పాదక కార్ఖానాలలో పనిచేయు ఆవిరి బాయిలర్లకు ఇంధనముగా ఉపయోగించు నేలబొగ్గు గుండనుండి బయలుదేరు విస్ఫులింగముల రూపమున బయలువెడలిన బూడిదకు 'ఫ్లై యాష్-ఎగురు బూడిద' అని పేరు. ఈ బూడిద కణములను విద్యుత్తు పరికరముల సహాయమునగాని, యాంత్రిక పరికరములచేగాని సంగ్రహించుదురు. సిలికన్ యౌగికములు, గాజుగా మారిపోయిన అల్యూమినియము సిలికేట్లు ఈ బూడిదలోని ప్రధాన ఘటకములు. ఇందులో ఇనుము కణములు, అసంపూర్ణముగ దగ్ధమైన కార్బన్ కణములు లేదా కర్బనముచే ఆవృతమైన ఇతర ద్రవ్య కణములు కూడ ఉండును. ఇది బూడిదరంగు - కపోత వర్ణము - కలిగి ఉండును. వీటిలో మిక్కిలి నల్లని ఛాయ గల బూడిద ఎక్కువ కార్బన్ మయములుగా ఉండును. భారతదేశమందు గల విద్యుత్తు కేంద్రములనుండి పైకెగురు ఈ బూడిద సంవత్సరమునకు రమారమి 50 లక్షల టన్నులు ఉండును. ఇట్లు విసర్జిత ద్రవ్యమును లాభజనకముగ ఉపయోగించుట వలన సివిలు ఇంజనీరు నిర్మాణములకు అగు కట్టుబడి ఖర్చులు తగ్గించకలుగుటయే కాక, ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరుకు తారసిల్లు విసర్జిత ద్రవ్యముల వినియోగమును గురించిన గడ్డుసమస్యల పరిష్కారము సాధ్యమైనది. తక్కిన అంశములను అటుంచి, సుర్కీ క్రింద ఉపయోగ్యమగు మట్టియొక్క ఖనిజ సంఘట్టనము దానినుండి తయారగు సుర్కీల ఉపయోగములకు కొలబద్ద. దృష్టాంతమునకు: కెయొలిన్ మయమైన మన్ను ప్రశస్తతమమైన సుర్కీలను ఇచ్చును. అందువలన సుర్కీ నిర్మాణమునకై మన్నులు ఉపయోగ్యములు అవునో కాదో నిర్ణయించుటకు ప్రధానముగ వీటి రాసాయనికసంఘట్టనమును, వీటి భౌతిక ధర్మములను గురించిన సమాచారము ఆవశ్యకము. సుర్కీ

రచనకు ఉపయోగ్యములైన మన్నుల రాసాయనిక సంఘట్టనమును, భౌతికధర్మములను ప్రమాణీకరించి ఆ ఫలములు పట్టిక రూపమున ప్రచురించబడినవి. సుర్కికి ఉపయోగ్యమగు మట్టిని ఎన్నుకొనుటలో ఈ పట్టికల ఉపయోగము అపారము.

నిర్మాణపు పనులయందు పోజోలానాస్‌ను వాడుటలో ముందుగా జాగ్రత్తపడవలసిన విషయములు రెండు కలవు: 1. మామూలు సిమెంటు కాంక్రీట్‌తో సరిపోల్చి చూచినచో కాంక్రీట్, కట్టుసున్నముల తొలి బలము తక్కువ. ఒకటి, రెండేండ్ల తరువాత వీటి బలము ఎక్కువగును; 2. పోజోలానాస్ రీ - ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటులో ప్రవేశపెట్టిన ఇనుప కడ్డీలను త్రుప్పుపట్టుటకు కారణమగును [చూ. నిర్మాణ సామగ్రి - పు. 495; రీ - ఇన్ - ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు పు. 667]

వాల్టర్.

సిలికేట్ ఖనిజములు : చూ. ఖనిజములు, వర్గీకరణము - పు. 319.

సిస్టమ్ ఇంటర్నేషనల్ యూనిట్లు : ఈ పై పేరు ఫ్రెంచి భాషనుండి వ్యుత్పన్నమైనది. దీని సంగ్రహ సంకేతము S I ఇది 1960 లో వెలుగుచూచినది.

S I పద్ధతిలో ఆరు మౌలిక, రెండు పూరక యూనిట్లే గాక, విజ్ఞాన శాస్త్రము, ఇంజనీరింగు సాంకేతిక శాస్త్రము, వాణిజ్యము మొదలగు క్షేత్రములందు కొలతలకు ఉపయోగించు అనేకములయిన ఇతర యూనిట్లు కూడ కలవు. తక్కిన పద్ధతులకు లేని లక్షణములు కొన్ని దీనికి గలవు. అందువలన ఇది తక్కిన పద్ధతులకన్న చాల సార్థక్యము కలది. తక్కినవాటికన్న ఇది ఎక్కువ హేతు బద్ధమైనది. వాటికన్న ప్రయోగమందు ఎక్కువ సదుపాయము కలది. దీని విశిష్ట లక్షణములు: 1. సమగ్రత; 2. సుసంగతత్త్వము; 3. హేతు బద్ధత; 4. వ్యవహారానుగుణ్యత.

సమగ్రత: విజ్ఞానశాస్త్ర శాఖలు, ఇంజనీరింగు, సాంకేతిక శాస్త్రము మొదలగు వాటికన్నిటికిని వినియోగ ఔచిత్యము కలది అగుట దీని సమగ్రతకు చిహ్నము.

సుసంగతత్త్వము: సుసంగత లేదా నిరపేక్ష పద్ధతిలో న్యూటన్ రెండవ చలన నియమమును గురించిన సమీకరణమును $F = K.\ ma$ అని వ్రాయవచ్చును. ఈ సమీకరణములో $K = 1$ అనిగ్రహించుచో $F = ma$ అని వ్రాయవచ్చు. దీని భావమేమన ఈ సమీకరణమందు ఏ రెండు రాశుల యూనిట్లనైనను స్వతంత్రముగ ఎన్నుకొనుటచే మూడవది తనంతటతానే స్థిరీకృతమగును. S I పద్ధతిలో ద్రవ్యసంచయ యూనిట్ కిలోగ్రాము, త్వరణము యూనిట్ $= \frac{\text{మీటరు}}{(\text{సెకను})^2} = m/s^2$ అయినపుడు ఈ యూనిట్లలో సుసంగతత్వమును చూపుచు బలమునకు యూనిట్ N ను (న్యూటన్ యూనిట్) ఈ క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును:

$$1\ N = 1\ kg \times \frac{1m}{s^2} = 1\ kg.\ m\ s^{-2}$$

ఇట్లు ఒక సుసంగత పద్ధతిలో రెండు యూనిట్ రాశుల భాగహారఫలము కాని, గుణన ఫలము కాని ఫలరాశిని ఉత్పత్తి చేయును. సుసంగత పద్ధతిలో యూనిట్ దైర్ఘ్యమును, యూనిట్ దూరముచే భాగించినచో యూనిట్ వేగము ఫలించును; యూనిట్ దైర్ఘ్యముచే యూనిట్ దైర్ఘ్యమును గుణించిన యూనిట్ వైశాల్యము ఫలించును. పైన చూపినట్లు యూనిట్ ద్రవ్యసంచయమును యూనిట్ త్వరణముచే గుణించిన బలము ఫలించును. న్యూటన్ నిరపేక్ష బలమునకు యూనిట్ - అనగా ద్రవ్య సంచయ, త్వరణముల గుణన ఫలము S. I. పద్ధతికి జీవముద్ర వంటిది. పట్టిక - 2 లో మౌలిక యూనిట్లు, వాటి విశిష్ట నామములతో చూపబడినవి. పట్టిక - 3 లో వ్యుత్పన్న S I యూనిట్‌ల విశిష్టనామములు చూపబడినవి. పట్టిక - 4 S I పద్ధతిలో కూడ అనుమతమైన ఇతర యూనిట్లు ప్రదర్శించుచున్నది.

హేతు బద్ధత: విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వము, ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు, ఎలక్ట్రానిక్స్ వంటి క్షేత్రములందు S I పద్ధతి M K S (మీటరు - కిలోగ్రామ్ - సెకను) యాంత్రిక యూనిట్ల పద్ధతిని, R M K S A (తర్కనిష్టమైన మీటరు - కిలోగ్రామ్ - సెకను - ఆంపియర్) పద్ధతిని ఇముడ్చుకొని ఉన్నది. తర్క బద్ధ సమీకరణముల సమూహముయొక్క మౌలిక లక్షణము ఏదియన: π లేదా 2π లేదా 4π అను గుణకము ఒక వర్తులముయొక్క గాని, స్తూపముయొక్కగాని లేదా ఒక గోళముయొక్కగాని జామితీయ సౌష్టవమును గురించిన తర్కమూల సమీకరణములందే కనిపించును.

వ్యవహార యోగ్యత: S I పద్ధతిలోని ప్రధాన యూనిట్‌లలో కొన్ని తొలిని 'వ్యావహారిక' యూనిట్లని పిలువబడుచుండెడివి. ఈ క్రింద కొన్ని దృష్టాంతములను కననగును: (*a*) యాంత్రికశాస్త్ర యూనిట్‌లు: జౌల్, వాట్. 1 జౌల్ $= 10^7$ ఎర్గులు. ఇచ్చట ఎర్గ్ C G S పద్ధతిలో పనియొక్క నిరపేక్షమయిన యూనిట్. 'S I' లో 1 జౌల్ = 1 న్యూటన్ — మీటరు. ఇది విద్యుత్తు, యాంత్రిక, అయస్కాంత, తాపశక్తి రూపములకు మౌలికమయిన యూనిట్‌గ పరిణమించినది.

1 వాట్ = 1 జౌల్ / సెకను = 10^7 ఎర్గ్‌లు / సెకను. అయితే C G S పద్ధతి యొక్క నిరపేక్షమయిన సామర్థ్యమునకు యూనిట్ ఎర్గ్ / సెకను; (b) విద్యుత్తు యూనిట్లు: ఇందు ప్రధానముగ మూడు పద్ధతులు విద్యుత్తు శాస్త్రమందు, అయస్కాంత శాస్త్రమందు అమలులో ఉన్నవి : 1. C G S విద్యుదయస్కాంత పద్ధతి; 2 C G S విద్యుత్తు స్థైతిక పద్ధతి; 3. C G S వ్యావహారిక పద్ధతి. ఇందు ఒకటి లేదా రెండు తరగతులలోని విద్యుత్తు యూనిట్‌లు వ్యవహారమునకు అననుకూలముగ మిక్కిలి పెద్దవో లేదా మిక్కిలి చిన్నవో అయినవి. అందువలన అనేక పక్షములలో వ్యవహారానుగుణములగు యూనిట్లు కల్పించవలసి వచ్చినది. ఇవి ప్రధాన నిరపేక్షమయిన యూనిట్‌లతో సులభము, సరళము అగు ఘాతమిక సంబంధమును (10^{+n}) కలిగి ఉన్నవి.

ప్రధానమగు 'వ్యావహారిక' యూనిట్లు : 1. వోల్టు; 2. ఆంపియర్; 3. ఓమ్; 4. కూలూంబ్; 5. ఫారడ్; 6. హెన్రీ; 7. జౌల్; 8. వాట్టు.

కాని, నేడు SI పద్ధతిలో ఇవన్నియు ప్రధానమై స్వతంత్ర (నిరపేక్ష) యూనిట్లుగా పరిణమించినవి. మాటవరుసకు వోల్టు నూతన లక్షణము ఈ క్రింది విధముగా ఉండును.

1 వోల్టు = 1 జౌల్ / 1 కూలూంబ్ C G S పద్ధతిలో కన్పట్టు 10^8 అను పెద్ద గుణకము ఇందు లేదు. అందువలన ఇది చాల సరళము; ఉపయోగ్యమైనది.

1 వాట్ = 1 వోల్ట్ × 1 ఆంపియర్

1 జౌల్ = వాట్ — సెకను

= 1 వోల్ట్ × 1 ఆంపియర్ × 1 సెకను

ఈ S I యూనిట్ల పద్ధతి అసలు మెట్రిక్ మానములో చాల హేతుబద్ధమైన యూనిట్‌లు. వీటిని విడివిడిగా చూచిన అవి నూతనముగ కల్పితములు కావు. ఇందు నూతనముగ కల్పించబడిన యూనిట్లు నాలుగు గలవు: 1. న్యూటన్ (N) - బలమునకు యూనిట్; 2. వీబర్ (Wb) స్రోతస్విత (ఫ్లక్స్) కు యూనిట్; 3. టెస్లా (T) స్రోతస్విత సాంద్రత (ఫ్లక్స్‌డెన్‌సిటీ) కు యూనిట్; 4. హెర్జ్ (Hz) - పౌనఃపున్య (ఫ్రీక్వెన్సీ) మునకు యూనిట్ వీటి లక్షణములు పట్టిక - 2 లో ఈయబడినవి.

S I పద్ధతియొక్క ప్రధాన లక్షణములు : ఇందు ఆరు మౌలిక, రెండు పూరక యూనిట్లు కలవు [చూ. పట్టిక - 2]. మీటరు, కిలోగ్రాములు, సెంటిమీటరు, గ్రామ్ అను C G S పద్ధతిలోని యూనిట్ల స్థానమున ఇవి గ్రహించబడినవి.

'న్యూటన్' బల యూనిట్, భూమ్యాకర్షణ బలమునకు సంబంధించిన త్వరణ యూనిట్‌తో సంబంధించినది కాదు; అది స్వతంత్రము. దీనియొక్క లాభమేమన : ఇంజనీరింగు, విజ్ఞానశాస్త్రములయందు తారసిల్లు లెక్కలలో 'g' మూల్యము $\left(= 9{\cdot}80665 \frac{m}{s^2}\right)$ తో గుణకార, భాగహార పరికర్మలు అనావశ్యకములు. ఇదివరకు భౌతిక శాస్త్ర, ఇంజనీరింగు శాస్త్రసంబంధమైన లెక్కల పరిష్కారమందు 'g' అను అంశము ఒక సంతత సంక్షోభముగా పరిణమించినది.

అన్ని రూపముల శక్తికిని జౌల్ యూనిట్ (1 జౌల్ = 1 న్యూటన్ - మీటర్). ఈ అంకము గణితమందు, పరివర్తన కర్మలయందు మిక్కిలి సౌకర్యము తెచ్చిపెట్టినది.

అన్ని రూపముల శక్తికిని, సామర్థ్యమునకును యూనిట్: వాట్ (1 = జౌల్ / సెకను). ఇట్లు కేలోరిల భిన్న మానములు (అనగా పెద్ద కేలోరి, చిన్న కేలోరి), కిలోవాట్ — గంట, B T U (బ్రిటిష్ తెర్మల్ యూనిట్), బ్రిటిష్ లేదా ఫ్రెంచి యూనిట్లు, హార్స్‌పవరు ఇవన్నియు పరాస్తమైనవి.

విద్యుత్తు స్థైతిక, విద్యుత్తు అయస్కాంత యూనిట్లు S I విద్యుత్తు యూనిట్‌లచే త్రోసి పుచ్చబడినవి. దీని పర్యవసానముగ విభిన్నములగు విద్యుత్తు యూనిట్ పద్ధతులు ఏకీకరించబడి, సరళీకరింపబడినవి; వినియోగ సౌఖ్యమును మెండుగా లభించినది.

10^{12} — 10^{-18} శ్రేణిలో ఉన్న గుణిజములకు, అపవర్త్యములకు ప్రత్యేక నామములను ఇచ్చినను, వీటి మధ్య ఒకొక్కవేయి అంతరము ఉండునట్లు పరిమితములు చేయబడవలెను [చూ. పట్టిక - 1].

పట్టిక - 1

భిన్నాంశము	ఉపసర్గ	సంకేతము	గుణిజము	ఉపసర్గ	సంకేతము
10^{-1}	డెసి	d			
10^{-2}	సెంటి	c	10	డెకా	da
10^{-3}	మిల్లి	m	10^2	హెక్టో	h
10^{-6}	మైక్రో	μ	10^3	కిలో	k
10^{-9}	నేనో	n	10^6	మెగా	M
10^{-12}	పికో	p	10^9	గిగా	G
10^{-15}	ఫెమ్టో	f	10^{12}	టెరా	T
10^{-18}	అట్టో	a			

లాభములు : (1) S I పద్ధతి నిరపేక్షము; వ్యవహారానుగుణము; (2) సుసంగతము; (3) పది అను సంఖ్య ఘాతములతో చిన్నదైనను, పెద్దదైనను సంఖ్యను నిరూపించవచ్చును; (4) భిన్నరాశుల యూనిట్లు సరళ, మౌలిక సంబంధ

పరంపరచే సంగతములై ఉన్నవి; 5. హేతుబద్ధమైన పద్ధతి కనుక, దీనికి * గియోర్గీ లేదా R M K S A పద్ధతులకు గల ఉపయోగ్య లక్షణములు కలవు; 6. ఇందు జౌల్ ఒక్కటే అన్ని రూపముల కర్మ లేదా శక్తికి చెందిన యూనిట్; 7. సామర్థ్యమునకు చెందిన యూనిట్ వాట్ ఒక్కటే; 8. భూ మ్యాకర్షణ బలసంధమైన 'g' గుణకము అనావశ్యకమైనది; 9. 'పది' యొక్క పూర్ణాంక ఘాతముల ద్వారా S I పద్ధతి C G S పద్ధతికి సన్నిహిత సంబంధము కల్పించుకొన్నది; 10. విద్యుత్తు శాస్త్రములో వోల్టు, ఓమ్, ఆంపియర్, హెన్రీ, ఫారడ్, కూలూంబ్, జౌల్ మొదలైన వ్యావహారిక (ప్రాయోగిక) యూనిట్లన్నియు ప్రత్యేక ప్రయత్నములు లేకుండగనే గ్రహించబడినవి; 11. అవసర కల్పితములైన న్యూటన్, వీబర్, టెస్లా అను క్రొత్త యూనిట్లు దృఢముగ స్థాపితములైనవి; 12. ఇవి విజ్ఞానశాఖలన్నిట, ఇంజనీరింగు శాస్త్రములో, పరిశ్రమలలో, వాణిజ్యములో విపులముగ వాడుకలోనికి వచ్చినవి.

వినియోగము: పరస్పరాతివ్యాప్తములగు మూడు వినియోగ క్షేత్రములు S I పద్ధతికి కలవు: 1. వైజ్ఞానిక, సాంకేతిక సమాచార ప్రచారము: సామాన్య విద్యాశిక్షణ యొక్క అన్నిరూపములు; 2. నిర్మాణ పరిశ్రమలు, మానశాస్త్రము (మెట్రాలజీ); 3. వ్యవహారము, వాణిజ్యము.

పర్యవసానము: లోకములో 90 శాతముల జనము ఈ పద్ధతిని ఆదరించినది. అందువలన ఇది నిజముగ అంతర్జాతీయ పద్ధతిగా రూపొందించుటకు సంభావన మెండుగా కలదు. సోవియట్ రష్యా 1963 లో దీనిని పరిగ్రహించినది. యునైటెడ్ కింగ్‌డమ్ శీఘ్రకాలములో దీనిని స్వీకరించగలదు. చీనా, జపాను దేశములు ఇదివరకే దీనిని అంగీకరించినవి. ఇట్లు ఇది సర్వప్రయోజన సాధకము, సర్వలోక సామాన్యము అగు పద్ధతి. 1970 నాటికి ప్రపంచమందలి 80 దేశములలో ఈ S I మానపద్ధతి శాసనానుగృహీతమైనది.

పట్టిక - 2 మౌలిక యూనిట్లు (ఆరు)

భౌతిక రాశి	యూనిట్ పేరు	సంకేతము
పొడవు	మీటర్	m
ద్రవ్యసంచయము	కిలోగ్రామ్	kg
కాలము	సెకను	s
విద్యుత్తు ప్రవాహము	ఆంపియర్	A
తెర్మోడైనమిక్ తాపక్రమ మానము	కెల్విన్ డిగ్రీలు	$^{\circ}K$
ప్రకాశతీక్ష్ణత	క్యాండెలా	cd

* ఇది తొలిని గియోవానీ గియోర్గీచే సృజించబడినది.

షరా: సంకేతములు బహువచన ప్రత్యయమును గ్రహించవు.

సంపూరక యూనిట్‌లు

సమతలకోణము	రేడియన్	rad
ఘనకోణము	స్టెరేడియన్	sr

ఈ యూనిట్లు పరిమాణ రహితములు.

పట్టిక - 3 వ్యుత్పన్న S I యూనిట్లు, వాటి విశిష్టనామములు

భౌతిక రాశి	యూనిట్ పేరు	సంకేతము
శక్తి	జౌల్	J
బలము	న్యూటన్	N
సామర్థ్యము	వాట్	W
విద్యుత్తు సంచయము	కూలూంబ్	C
విద్యుత్తు శక్మ	వోల్ట్	V
విద్యుత్తు నిరోధము	ఓమ్	Ω
విద్యుద్ధారకత	ఫారడ్	F
అయస్కాంత స్రోతస్సులు	వీబర్	Wb
ఇండక్టెన్స (ప్రవర్తకత్వము)	హెన్రీ	H
అయస్కాంత స్రోతస్వితా సాంద్రత	టెస్లా	T
కాంతిస్రోతస్వితా	లూమెన్	lm
దీప్తి	లక్స	lx
పౌనఃపున్యము	హెర్జ్	Hz
సాధారణ తాపక్రమము	డిగ్రీ సెల్సియస్	$^{\circ}C$

పట్టిక - 4

S I యూనిట్లతో కూడ అంగీకరింపబడిన యూనిట్లు

భౌతిక రాశి	యూనిట్ పేరు	సంకేతము	లక్షణము
దూరము	పార్ సెక్	pc	$38\ 87 \times 10^{15}$ మీటర్లు
వైశాల్యము	బార్న్	b	10^{-28} మీ.^{2}
	హెక్టేర్	ha	10^{4} మీ.^{2}
ఘనపరిమాణము	లీటర్	l	10^{-3} మీ.^{2} $= dm^{3}$
ప్రేషము	బార్	bar	$10^{5}\ Nm^{-2}$
ద్రవ్యసంచయము	టన్ని	t	$10^{3}\ kg = Mg$
గతిశాస్త్రీయ స్నిగ్ధతా ప్రసార గుణకము	స్టోక్స	St	$10^{-4} m^{2} s^{-1}$

గతిశాస్త్రీయ స్నిగ్ధత	ప్వాజ్	P	10^{-1}kg m^{-1}s^{-1}
అయస్కాంత ప్రవర్తకత్వము	గాస్	G	10^{-4} T
రేడియో ధార్మికత	క్యురీ	ci	37×10^{9}s^{-1}
శక్తి	ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్	eV	$1{\cdot}6021 \times 10^{-19}$ జౌల్

పట్టిక - 5

ఇతర వ్యుత్పన్న S I యూనిట్లు

భౌతికరాశి	యూనిట్
వైశాల్యము	చతురపు మీటరు
ఆయతనము (ఘనపరిమాణము)	క్యూబిక్ మీటరు
సాంద్రత	కిలోగ్రామ్ / ఘన మీటరు
వేగము	మీటరు / సెకను
కోణీయ వేగము	రేడియన్ / సెకను
త్వరణము	మీటరు / సెకను^{2}
ప్రేషము (ఒత్తిడి)	న్యూటన్ / చతురపు మీటరు
గతిశాస్త్రీయ స్నిగ్ధతా ప్రసార గుణకము	చతురపు మీటరు / సెకను
గతిశాస్త్రీయ స్నిగ్ధత	న్యూటన్ సెకను / చతురపు మీటరు
విద్యుత్తు క్షేత్ర బలము	వోల్టు / మీటరు
అయస్కాంత క్షేత్రబలము	ఆంపియర్ / మీటరు
కాంతి	క్యాండెలా / చతురపు మీటరు

వి. వి. ఎల్. రావు.

సెమి కండెక్టర్లు (అర్ధ విద్యుద్వాహకము): తెర్మో అయానిక్ వాల్వు ఇప్పటికి ఏబది ఏండ్లనాటిది. అది చాల భంగురము; ఎలక్ట్రానిక్ వలయములలో అది చాల అస్థిరమైన ఘటకము. అందుచే విజ్ఞానులు తెర్మో అయానిక్ వాల్వును త్రోసిపుచ్చగల స్ఫటికముల వైపు వారి దృష్టిని మరలించిరి [చూ. తెర్మో అయానిక్ వాల్వు పు. 441].

ఈ అనుశీలన ఫలముగ ట్రాన్సిస్టార్ వెలుగు చూచినది. ట్రాన్సిస్టార్ బటాణీ గింజంత ఉండును. దానికి దార్ఢ్యము మెండు. తెర్మో అయానిక్ వాల్వు జీవితావధికన్న ట్రాన్సిస్టార్ జీవితావధి పది రెట్లు ఉండును. ట్రాన్సిస్టార్ ను పనిలో పెట్టుటకు చాల తక్కువ విద్యుత్తు ప్రవాహము చాలును. ముద్రితవలయము (ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్) లలో కూడ దీని ఉపయోగమువలన, అగ్గిపెట్టె పరిమాణము గల చిన్న రేడియోసెట్ల నిర్మాణము వీలైనది [చూ. ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్ - పు. 672].

ట్రాన్సిస్టార్ ఒక చిన్న జర్మేనియమ్ ధాతు స్ఫటిక ఖండము. ఈ స్ఫటికపు కొనలకు బ్యాటరీ తగిలించినపుడు, బ్యాటరీ విద్యుత్తు ప్రవాహ కారణమున స్ఫటిక శరీరములోని ఎలక్ట్రానులు ధనాగ్రము వైపు పయనించుట దాని ప్రవృత్తిపై ఆధారపడి ఉన్నది.

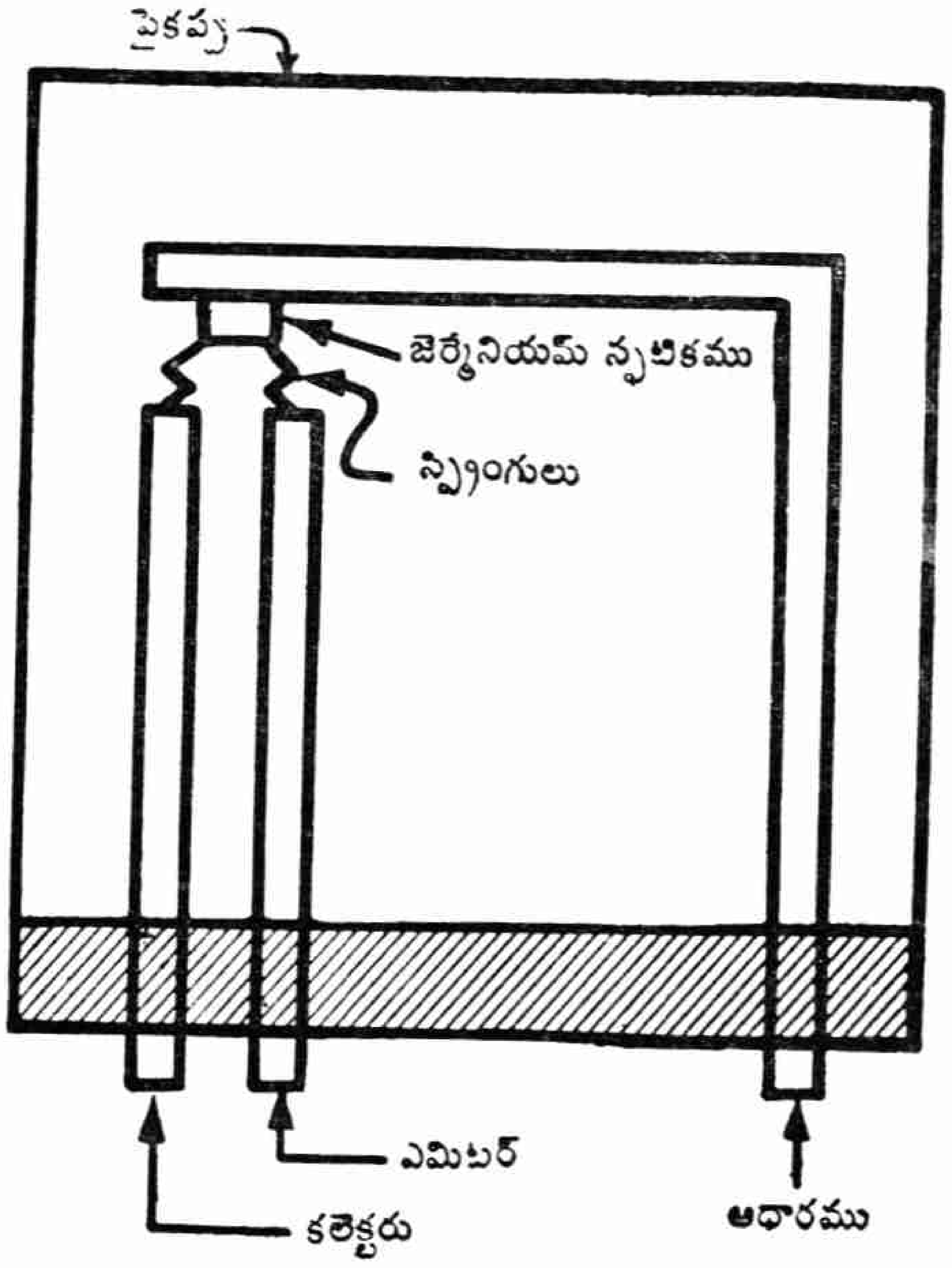
జర్మేనియపు శుద్ధ స్ఫటిక శరీరమందు ప్రతి పరమాణువు చుట్టును నాలుగు వరుసలుగా పరమాణు కేంద్రకముతో బంధించబడిన బాహ్యావలయ ఎలక్ట్రానులు ఉండును. ఈ ఎలక్ట్రానులు మరల ప్రక్కన ఉన్న పరమాణువులతో కూడ సంబంధము ఏర్పరచుకొని ఉండును. ఇట్టి సహజస్థితిలో అది విద్యున్నిరోధకము (ఇన్సులేటరు) ట్రాన్సిస్టార్ వలె ఆచరించదు. కాని, నాలుగుకన్న ఎక్కువగాని, తక్కువగాని వెలుపలి ఎలక్ట్రానులు ఉన్న పరమాణువులను జర్మేనియమ్ నకు మలిన ద్రవ్యములుగ చేర్చిన ఎడల, దాని శరీర మందు గల ఎలక్ట్రానుల సమతులిత స్థితి సంక్షుబ్ధము అగును. దీని ఫలముగ స్ఫటికము యొక్క విద్యున్నిరోధము తగ్గిపోవును. అది యొక అర్ధ విద్యుద్వాహకముగ మార్పు నొందును.

N — జాతి: అయిదు బాహ్య ఎలక్ట్రానులు గల ఆర్సెనిక్ వంటి మలిన ద్రవ్యముతో కలసి ఉన్న జర్మేనియమ్ స్ఫటికపు కొనలకు బ్యాటరీ అగ్రములు తగిలించినపుడు మలిన ద్రవ్య పరమాణువులో ఉన్న అయిదవ ఎలక్ట్రాన్ బంధమునుండి విడివడును. ఈ విడి ఎలక్ట్రాన్ విద్యుత్తు ప్రవాహ వాహకముగ ఆచరించును. ఈ విడి ఎలక్ట్రానులు స్ఫటికమునకు తమ్ము దానము చేసికొనును. ఎలక్ట్రానుల విద్యుదాధారము ఋణచిహ్నితమైనది కనుక, స్ఫటికము ఋణ చిహ్నమును ఆర్జించుటచే N — (నెగెటివ్) జాతి అని పిలువబడును. ఈ పై చెప్పిన ఆర్సెనిక్ మలిన పరమాణువులు ఎలక్ట్రాన్ దాతలు (డోనారు) అగును.

P — జాతి: ఇరిడియమ్‌వంటి మూడే బాహ్య ఎలక్ట్రానులు ఉన్న పరమాణువులు జర్మేనియమ్ స్ఫటిక శరీరమున ప్రవేశించినపుడు, స్ఫటిక సంబంధమైన ఎలక్ట్రానులలో నాలుగింట ఒకదానితో ఇండియమ్ పరమాణువు చేర్చి తత్ఫలితమగు ఎలక్ట్రాను లోపముచే ఒక 'కన్నము' ఏర్పడును. బ్యాటరీని స్ఫటికాగ్రములకు తగిలించినపుడు స్ఫటికముగుండా ఆ 'కన్నములు' ఋణాగ్రము వైపు పయనించుటచే విద్యుత్తు ప్రవాహము ఏర్పడును. ఇండియమ్ వంటి మలిన ద్రవ్యములకు ఎలక్ట్రాన్ గ్రహీతలు (యాక్సెప్టార్స్) అని పేరు. విద్యుత్తు ప్రవాహము ధన చిహ్నిత

మైన కన్నములచే ఏర్పడినది కనుక ఇట్టి స్ఫటికమును P — జాతి (పాజిటివ్) అందురు.

బిందు స్పర్శ జాతి: చిన్న జర్మేనియమ్ గోళకమును ఒక ధాతుఫలకముపై అంటించి, దానికి రెండు ధాతు తీగెలను సంధింతురు (వీటికి పిల్లి మీసాలు అని పేరు). ఈ రెండు ధాతు తంతులలో ఒకటి నిస్సారకము; రెండవది సంగ్రాహకము. ఈ రెండును మూల పీఠముతో కలసి, ట్రైయోడ్ వాల్వులోని మూడు విద్యుదగ్రములు వలె ఆచరించును. నిస్సారకము ఋణాగ్రము; సంగ్రాహకము ధనాగ్రము. మూల పీఠము వాల్వులోని గ్రిడ్ వలె ఆచరించును. ఈ రెండు తీగె మీసములలో ఏది నిస్సారకమో, ఏది సంగ్రాహకమో వినియుక్త వోల్టేజి బయస్ యొక్క ధ్రువగుణమును పట్టి నిర్ణయించనగును [చూ. చిత్రము - 1].



చిత్రము - 1

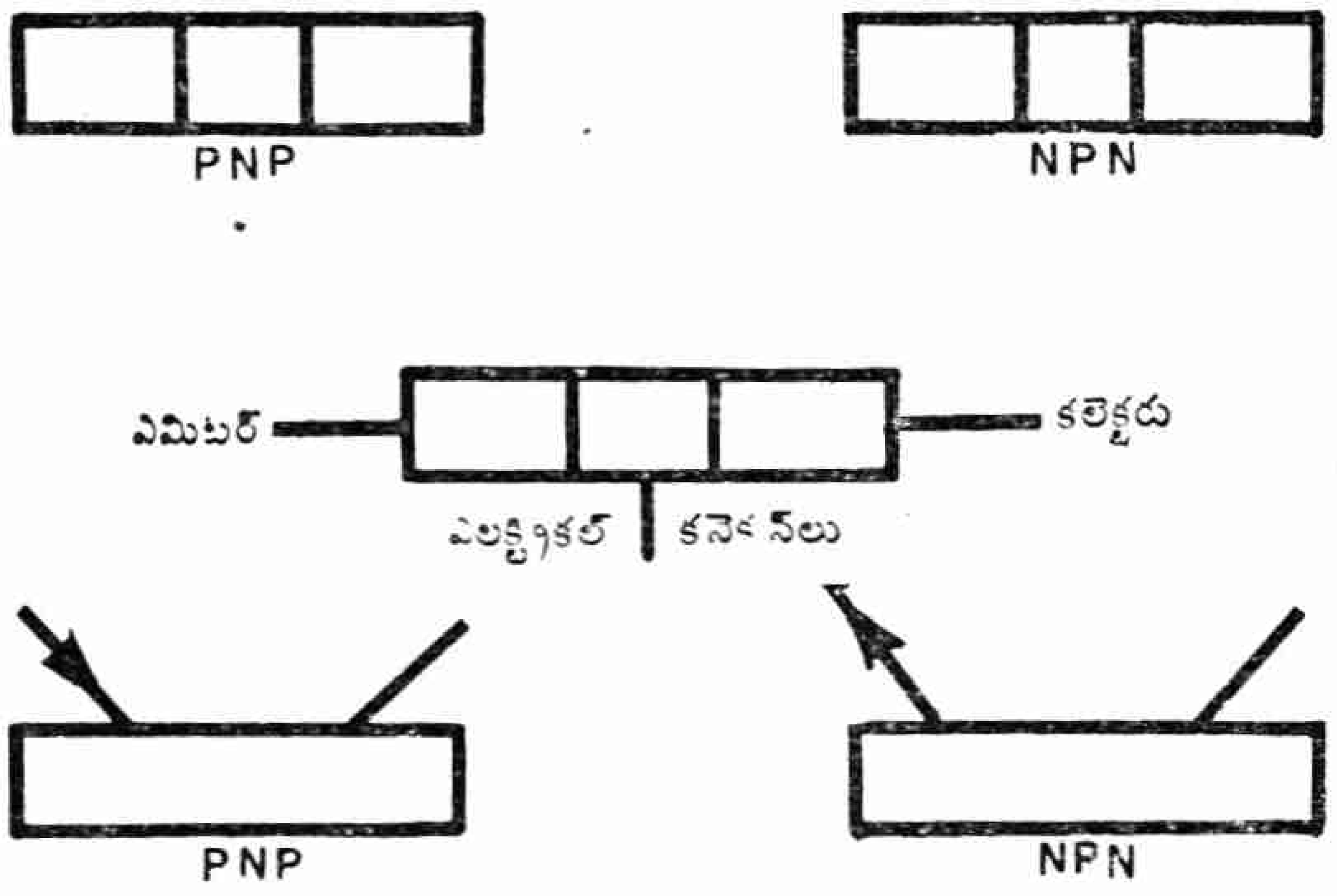
బిందు సంపర్క ట్రాన్సిస్టార్

N — జాతి జర్మేనియమ్ స్ఫటికములో పీఠమునకు సాపేక్షముగ ఋణచిహ్న బయస్‌ను స్వీకరించిన సంగ్రాహకము స్ఫటికము యొక్క విద్యున్నిరోధమును ఎక్కువ చేయును. దీనిఫలముగ స్ఫటికముగుండ విద్యుత్తు ప్రవహించదు. ధనచిహ్న బయస్‌ను స్వీకరించిన నిస్సారకము ఈ నిరోధమును రద్దుచేయును. దీని పర్యవసానముగ పీఠము — నిస్సారకము (ఎమిటర్) మధ్య విద్యుత్తు ప్రవహించును.

P — జాతి జర్మేనియమ్‌నందు వోల్టేజి బయస్ N — జాతి దానిలో ఉండు బయస్‌లకు విరుద్ధ ధ్రువత్వములో ఉండును. పీఠమునకు సాపేక్షముగ నిస్సారకము ఋణ చిహ్నిత బయస్‌ను, సంగ్రాహకము ధన చిహ్నిత బయస్‌ను గ్రహించును.

సంధి జాతి ట్రాన్సిస్టారులు: N — జాతి గోళకము P — జాతి దానితో సంధించినపుడు సంధి జాతి ట్రాన్సిస్టార్ ఏర్పడును. బ్యాటరీ యొక్క ధనాగ్రము — N — జాతికిని, ఋణాగ్రము P — జాతికిని కలియునట్లు బ్యాటరీ అగ్రములను తగిలించిన ఎడల, సంధితలము యొక్క నిరోధము అతిశయించి విద్యుత్తుప్రవాహము ఉండదు; బ్యాటరీని అటునుంచి ఇటు తగిలించిన ఎడల సంధి తలపు నిరోధము తగ్గి విద్యుత్తు ప్రవాహము స్థాపించబడును. ఈ విధమున ఈ సంధి ఋజుకారకము (రెక్టిఫయర్) వలె ఆచరించును.

సంధి ట్రాన్సిస్టార్ యొక్క నవీన రూపములో రెండు దళసరి P — జాతి పొరల మధ్య ఒక పలుచని N — జాతి పొరయు లేదా 2 — N — జాతి పొరలమధ్య ఒక P — జాతి పొరయు ఇముడ్చబడి ఉండును. మొదటిది P. N. P. సంధి, రెండవది N. P. N. సంధి [చూ. చిత్రము - 2].



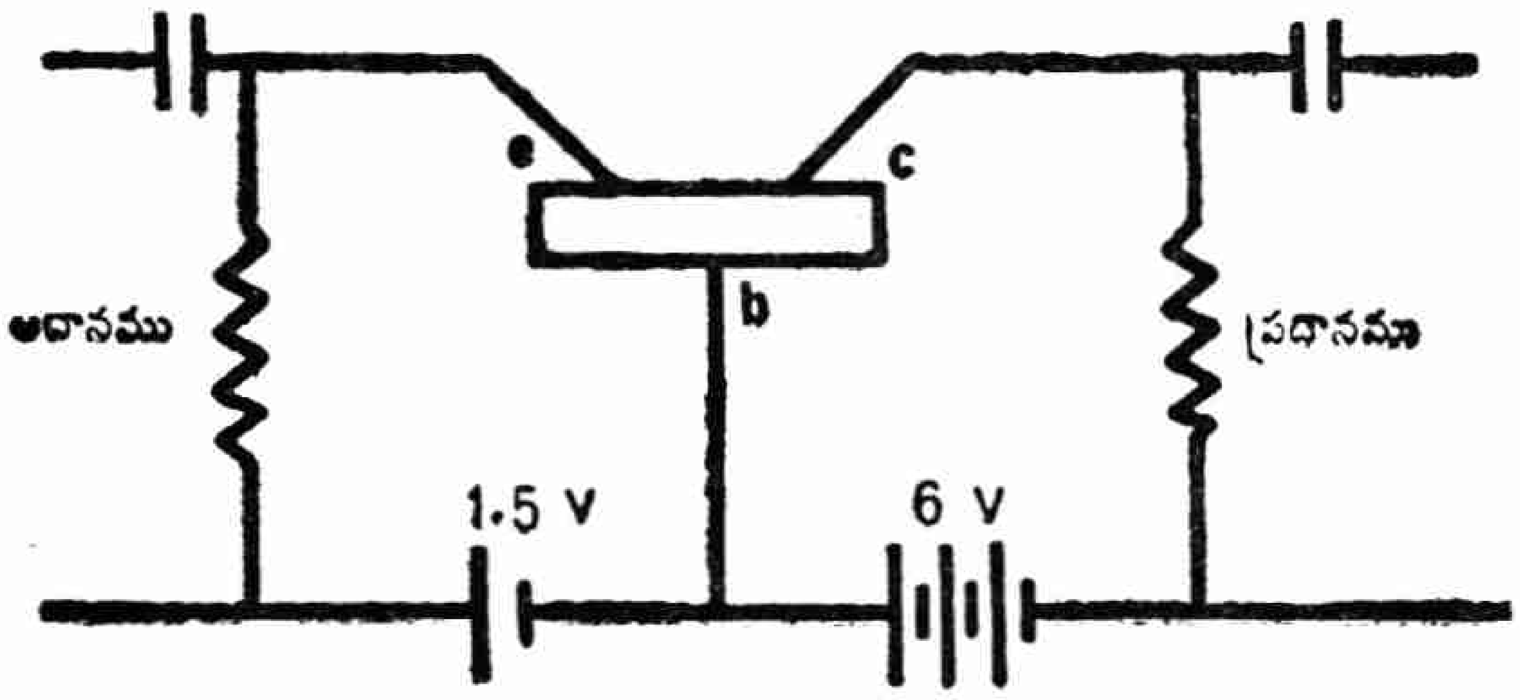
చిత్రము - 2

సర్క్యూటు చిత్రమునందు ప్రయోగింపబడు సంకేతములు

$P - N - P$ — రకపు ట్రాన్సిస్టార్ పక్షములో పీఠమునకు సాపేక్షముగ నిస్సారక పీఠమునకు ధన బయస్‌ను, సంగ్రాహకమునకు ఋణ బయస్‌ను ఆరోపింతురు.

P. N. P. సంధిలోని నిస్సారక ప్రాంతములోని కన్నములు పీఠప్రాంతములోనికి బలాత్కరింపబడును. ఋణ చిహ్నిత విద్యుత్తు భారము గల సంగ్రాహకముచే ఈ కన్నములు ఆకర్షించబడి, సంగ్రాహక శరీరములోనికి ప్రవేశించును. ఇదియే విద్యుత్తు ప్రవాహము. N P. N. సంధి కూడ ఇట్లే ప్రవర్తించును. ఇచ్చట కన్నములు కాక ఎలక్ట్రానులు విద్యుత్తు ప్రవాహకములుగ ఆచరించును. ట్రాన్సిస్టార్ రెక్టిఫయర్ వలె, ఆంప్లిఫయర్ [చూ పు. 191] వలె ఆచరించుటయే కాక, ఇన్‌పుట్ విద్యుద్వలయములోనికి

శక్తిని వెనుక చివరలోనికి ప్రవేశ పెట్టినపుడు వలయములో స్పందనములు (ఆసిలేషన్) జనించును. ఇట్లు ట్రాన్సిస్టార్ కంపకము (ఆసిలేటర్) వలె కూడ ప్రవర్తించును [చూ. చిత్రము - 3].



చిత్రము – 3

P. N. P. జెక్షన్ ట్రాన్సిస్టార్‌ను సాధారణ ఆంప్లిఫయర్‌గా వినియోగించుట.

కొద్ది కాలములో, రేడియో వాల్వు స్థానములో ట్రాన్సిస్టార్‌ను ప్రవేశపెట్టి ఎలక్ట్రానిక్ వ్యాపారమంతయు నిర్వహింపబడునట్లు విద్యుత్తు సాంకేతిక శాస్త్రము ఆశ్చర్యకరమైన అభివృద్ధిని గనవచ్చును.

చాల విషయములలో ట్రాన్సిస్టార్ వాల్వుకు మిన్న; దాని పరిమాణము అల్పము; దాని నిర్మాణ రచన దృఢము. వాల్వునకు వలె ప్రత్యేకముగ వేడిచేయుటకు విద్యుత్తు ప్రవాహము అనావశ్యకము. చాల తక్కువ వోల్టేజీలలో దక్షముగ పనిచేయును. దానిచే పని చేయించుటకు వలయు శక్తి వ్యర్థముగ వ్యయము కాదు. అదిగాక, ట్రాన్సిస్టార్లతో నిర్మించనగు వలయములు చాల సుసంగతములుగ ఉండును. అందువలన అవి చేతితో తీసికొనిపోవుటకు సౌలభ్యము కలవి. రేడియోలు, గణిత్రములు వంటి కంప్యూటర్లు, ఉపగ్రహములో ఉపయోగ్యములగు ఎలక్ట్రానిక్ వలయములు నిర్మించుటకు ట్రాన్సిస్టార్లు చాల అనువగునవి. ట్రాన్సిస్టార్ యొక్క కార్య దక్షతలోని ముఖ్యమయిన వ్యవహారమేమన: సంగ్రాహక విద్యుత్తు ప్రవాహమును మూలములోని విద్యుత్తు ప్రవాహమునందు తెచ్చిపెట్టిన చిన్న మార్పు ఫలముగ నియంత్రించవచ్చును [చూ. రేడియో ప్రసారము - పు 672] వి. వి ఎల్. రావు.

సెల్యులోస్, సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములు : సెల్యులోస్ (కాష్ఠద్రవ్యములు లేదా కర్రగుజ్జు) సహజ సిద్ధముగ, సమృద్ధిగ దొరకు కార్బన్ యౌగికము. యావత్ ప్రపంచమున కల వనస్పతి ద్రవ్యములో అది కనీసము మూడవ వంతయిన ఉండును. నాచు, పాచి, శిలీంధ్రములు, బూజులు, ఫెరన్‌లు వంటి నీచతరగతి మొక్కలలో కూడ సెల్యులోస్ ఉనికి గుర్తింపబడినది. అయితే, వాటిలో దాని శతాంశపు పాలు మాత్రము అత్యల్పము. ఉచ్చ తరగతి వృక్షముల జీవకణకుడ్యములలో అది ఒక ప్రధాన ఘటకము. ఇంతేకాక, ఆ వృక్షముల అస్థిపంజర ద్రవ్యములో కూడ అది ప్రధాన భాగము. ఈ మొక్కలలో వేరు, తొడిమ, ఆకు, పువ్వు, కాడ, పండు, స్కంధము మొదలగు దాదాపు సకల భాగములలోను సెల్యులోస్ కలదు. వృక్ష ప్రపంచమున సెల్యులోస్ సాలుసరి ఉత్పత్తి కోట్లాది టన్నులు అని అంచనా.

రాసాయనికముగ, సాంకేతికముగ, పారిశ్రామికముగ బహుముఖప్రయోజనకరములైన ప్రధాన తమ ద్రవ్యములలో సెల్యులోస్ అద్వితీయమైనది. నానా విచిత్ర వర్ణాన్వితములైన బహువిధ పారిశ్రామిక ఉత్పన్నముల ఉత్పత్తికి ఉపకరించు ముడిసరకులలో దానికి అదియే సాటి. వృక్షజాతుల పెరుగుదల, వాటిలో సెల్యులోస్ ఉత్పత్తి కలకాలము అవిచ్ఛిన్నముగ సాగుచునే ఉండును. కనుక దాని సరఫరా ఆగిపోగల ప్రమాదము ఎన్నటికి రాదు. మిగిలిన ముడి సరకులకు లేని ఈ అదనపు లాభము వలన సెల్యులోస్‌కు ఎనలేని ప్రాధాన్యము సిద్ధించినది.

సెల్యులోస్ ఒక పాలిసాకరైడ్; స్థూల అణు కార్బన్ యౌగికము. అతి క్లిష్టమైన దాని అణు రచనలో అసంఖ్యాకములగు ఆల్ఫా (α) గ్లూకోస్ అణువులు గొలుసుకట్టుగ కలిసి ఉండును. సజలఆమ్లములు చేర్చినచో జలవిశ్లేషణము చెంది అది వేరు వేరు గ్లూకోస్ అణువులుగా విడిపోవును. అతి నీలలోహిత కాంతి, మితిమీరిన వేడి, ఆక్సిజన్ వాయువు - వీటి సంపర్కమున సెల్యులోస్ మరింత విచ్ఛేదింపబడును. కార్బన్ ద్రావకములలో నేమి, నీటిలోనేమి అది ఏ మాత్రము కరగదు. నీరు తగిలినచో అది కేవలము ఉబ్బును. సెల్యులోస్‌కు ఆల్కహాల్ ధర్మములు కలవు. ఆల్కహాల్‌లకు విలక్షణములైన ప్రతిక్రియలకు లోబడి అది ఎస్టర్‌లను, ఈథర్‌లను, ఆల్కహాలేట్‌లను ఉత్పాదించును.

పోగుల రూపమున సెల్యులోస్ లభించును. దాని ఆది స్థానమును బట్టి పోగుల మందము, పొడవు వ్యత్యస్తములుగ ఉండును. పొడవు మిల్లిమీటరులో ఒక భిన్నము మొదలుకొని, వందలాది మిల్లిమీటరుల వరకు విస్తరించవచ్చును. సెల్యులోస్ యొక్క భౌతిక రచన కూడ పరమ క్లిష్టమైనది. దశాబ్దముల తరబడి సాగిన సమగ్ర శాస్త్రీయ పరిశోధనల వలన కూడ అందు తుది నిర్ణయము జరుగ లేదు. అలోగా పెక్కు సిద్ధాంతములు ప్రతిపాదింపబడి, తుదకు పూర్వ పక్షము చేయబడినవి. సంభావ్యతమమయిన

వర్తమాన రచనా సిద్ధాంతము సార్వజనిక ఆమోదమును పొందినది. అది సెల్యులోస్ యొక్క భౌతిక, యాంత్రిక, రాసాయనిక ప్రవర్తనను - ముఖ్యముగ దాని ఉన్నత తన్యతా శక్తిని, వక్రశీలతను కొంతవరకు సంతృప్తికరముగ వివరింపగలదు. ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శని వెలుగులోనికి వచ్చుటతో సెల్యులోస్ యొక్క సూక్ష్మాతి సూక్ష్మ రచనను పరిశీలించుటకు నూతన మార్గములు సిద్ధించినవి.

సెల్యులోస్ ఒక ఆంశిక స్ఫటిక ద్రవ్యము. దాని పోగులు అసంఖ్యాకములగు 'ఫిబ్రిల్లే' లతో నిర్మింపబడును. ఫిబ్రిల్లేలు, 'మైసిల్లేలు' అనబడు దీర్ఘ శృంఖల అణువుల దొంతులతో సంఘటితములై ఉండును. ఫిబ్రిల్లేలు ఒక అంతర్గత 'లూమెన్' చుట్టున సెల్యులోస్ పోగు యొక్క అక్షమునకు సమాంతరముగ ఉండు పొరలుగ విన్యసింపబడును. సెల్యులోస్ పోగులు ఏకకణములు.

నేత వస్త్రముల తయారీలో సెల్యులోస్ పోగుల వాడకమునకు 5,000 ఏండ్ల క్రితము నుండి మానవ జాతి అలవాటు పడినది. ఇందు ఉపయోగింపబడిన ముఖ్యమైన ముడి సరకులు జనపనార, గోగునార, ప్రత్తి. వాటిలో ఇతర ఘటకములతో సంపర్కము (కల్తీ) లేకుండ ప్రకృతిచే ఉత్పాదింపబడు కొద్దిపాటి దారములలో ప్రత్తి ఒకటి. జనపనార, గోగునార మున్నగు తదితర నారల దారములలో వృక్ష ద్రవ్యములోని లిగ్నిన్, రెసిన్‌లు, టానిన్, బూడిదగా ఏర్పడు కొన్ని ఖనిజములు మున్నగు ఇతర యౌగికములు పలురకములు సెల్యులోస్‌తో చేరి ఉండును. క్రొవ్వు, మైనము, ప్రోటీన్, వర్ణద్రవ్యము మొదలగు ఇతర ద్రవ్యములు కూడ అందు అల్పరాశులలో ఉండును.

వృక్షముల నుండి లభ్యమగు సెల్యులోస్ ఏకజాతీయము కాదు. అది α, β సెల్యులోస్‌లు అనబడు రెండు ద్రవ్యముల మిశ్రము. రెండింటిలో చాల విలువైనది α సెల్యులోస్. వృక్ష ద్రవ్యములో అది 32—45% పరిమాణములలో ఉండును. పోతే ప్రత్తిలో ఉండునది చాల వరకు విశుద్ధమైన α - సెల్యులోస్ (90—98%). జనపనార మొదలగు మొక్కల కాడలలోని సెల్యులోస్‌ను దానితో గాఢముగ సంయోగించి ఉండు సెల్యులోసేతర ద్రవ్యముల నుండి వేరుపరచవలసి ఉండును. సూక్ష్మ జీవ శాస్త్రీయ ప్రక్రియల ద్వారా ఈ మలిన ద్రవ్యములు తొలగింపబడును. ఇందుకు పై మొక్కల కాడలను నీటిలో కుళ్లబెట్టి, ముక్కల క్రింద విరిచి, సెల్యులోసేతరద్రవ్యములను దువ్వి తీసివేతురు. శతాబ్దముల తరబడి సెల్యులోస్ పోగులు జవుళీ పరిశ్రమలో నూలును తయారుచేయుటకే ఉపయోగింపబడినవి. నూలు తయారీకి కనీసము 20 మి మీ. పొడవు కల సెల్యులోస్ పోగులు అవసరము.

పారిశ్రామిక పురోగతి పెంపొందుటతో, పరిశ్రమలోని ఇతర శాఖలలోనికి కూడ ప్రవేశించి, సెల్యులోస్ ఈ రోజులలో విస్తృత పరిధికల వివిధ వ్యత్యస్త పారిశ్రామిక ఉత్పన్నముల ఉత్పత్తికి విరివిగ వినియోగింపబడుచున్నది. కాగితముల, అట్టల తయారీలోనే సెల్యులోస్ విశేష భాగము వ్యయమగుచున్నది. కాగితముల ఉత్పత్తికి దాని పోగులు 2—5 మి. మీ. పొడవు ఉండవలెను. నవీన రాసాయనిక ప్రక్రియల వికాసముతో పాటు సెల్యులోస్‌ను రాసాయనికముగ వినియోగించుకొనుటకు గూడ ప్రక్రియలు అభివృద్ధి చెందుచున్నవి. ఈ ప్రక్రియలకు సెల్యులోస్ తంతు రచనతో నిమిత్తము లేదు. పైపెచ్చు అది అనేక ప్రక్రియలలో ప్రతిక్రియల సమయమున నిర్మూలింపబడుట కూడ జరుగును.

సెల్యులోస్ ఆధారములు : అసంఖ్యాకములైన వివిధ జాతి వృక్షములలో కొద్ది మాత్రమే సెల్యులోస్ ఆధారముగ ఉపకరించును అవి కర్ర, వెదురు, చెరకు పిప్పి, ప్రత్తి పోగులు, ఒట్టి గడ్డి మొదలగునవి. వీనిలో కర్రయే ప్రధానమగు ముడిసరకు; అదియే శతాబ్దముల నుండి వాడుక చేయబడుచున్నది. ప్రకృతిలో వేలాది రకములు కర్రలు ఉన్నను, కొద్ది రకములు మాత్రమే ఇంతవరకు వినియోగింపబడినవి. సెల్యులోస్ తంతువుల దృష్ట్యా కర్రలను రెండు పెద్ద తరగతుల క్రింద వర్గీకరింపవచ్చును : 1. మృదుకాష్టము (మెత్తని కర్ర) : ఇందు పోగుల పొడవు 2 - 5 మి. మీ., అన్ని రకముల శంకుద్రుమ కాష్టములు ఈ తరగతికి చెందును ; 2 కఠిన కాష్టము (గట్టికర్ర) : ఇందు పోగుల పొడవు ఒక మి. మీ. కన్న ఎక్కువగను, రెండు మి. మీ. లోపునను ఉండును. ఆకురాల్చు చెట్లు, వెడల్పాకు చెట్లు ఈ తరగతిలోనివి.

ప్రత్తికాయలనుండి ప్రత్తిని తీసివేయగా గింజలకు అంటిపెట్టుకొని ఉండునవియే ప్రత్తిపోగులు. ఇవి దాదాపు పూర్తిగా కల్తీ లేని ఆల్ఫా (α) సెల్యులోస్; రాసాయనిక సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములకు ముడిసరకుగ వాటి విలువ అపారము. అయితే, వాటి కొనుగోలు వెల అత్యధికముగా బట్టి, అసాధారణ ధరలకు అమ్ముడు పోగల ప్రత్యేక ఉత్పన్నములకు మాత్రమే అవి వినియోగింపబడగలవు.

చక్కెర పరిశ్రమలో చెరకుగెడల నుండి చెరకు రసమును పిండివేయగా మిగిలిపోయిన చెరకు పిప్పి.

కాగితముల, అట్టల తయారీకి, రాసాయనిక ఉత్పన్నముల నిర్మాణమునకు ఒకే విధమైన సెల్యులోస్ గుజ్జు

పనికిరాదు. వేరు వేరు ధర్మములు, ప్రత్యేకతలు కల గుజ్జులను వినియోగించుట అవసరము.

కాగితముల ఉత్పత్తిలో కాగితము దృఢముగ ఉండవలెనన్న పొడవైన పోగులతో కూడిన సెల్యులోస్ గుజ్జు కావలయును. ఇంతేకాక, హెమీ (అర్ధ) సెల్యులోస్ అని సాముదాయికముగ పిలవబడు సెల్యులోసేతర ఘటకములలో కొంత భాగము కూడ అందు చేరి ఉండవలెను. ఈ ఘటకములు పోగులను అంటిపెట్టుకొని ఉండజూచును. గుజ్జులలో ఆల్ఫా సెల్యులోస్ పాలు అత్యధికముగ ఉండ పనిలేదు. అయితే, అది కాగితము చాల తెల్లగా ఉండుటకు కావలసినంత మాత్రము ఉండవలెను. మేలిరకపు వ్రాత కాగితమునకు తెలుపుదనము చాల అవశ్యకము. వార్తా పత్రికల ముద్రణకు వాడబడు చౌకరకము కాగితమును తయారుచేయు గుజ్జులో లిగ్నిన్ కూడ చేరి ఉండును.

రాసాయనికపు గుజ్జు ప్రధానావశ్యకతలో కాగితపు గుజ్జునకు విరుద్ధముగ ఉండును. దానికి ఉన్నత తరగతి విశుద్ధత కావలయును. అందు ఆల్ఫా సెల్యులోస్ 90% కు తక్కువగాకుండ ఉండవలెను. అణువుల గొలుసులు సగటున కనీసము 700 గ్లూకోస్ అణువులతో అతి దీర్ఘముగ ఉండుట అత్యవరము. అది రాసాయనిక ద్రవ్యములతో అవలీలగా ప్రతికరించి, అపేక్షిత సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములను ఉత్పాదింపవలెను.

సెల్యులోస్ గుజ్జు నిర్మాణము: సెల్యులోస్ గుజ్జును తయారు చేయుటకు సెల్యులోస్ పోగులను వాటితో కలసి మెలిసి ఉండు వృక్షద్రవ్యములోని సెల్యులోసేతర ఘటకములనుండి వేరు పరచవలెనని చెప్పితిమి. ఇందుకు సెల్యులోస్ కు రాసాయనిక ద్రవ్యములను చేర్చిఉన్నత తాపక్రమమునకు వేడి చేయుదురు. సెల్యులోసేతర ఘటకములు రాసాయనికద్రవ్యములతో ప్రతికరించి, నూతన యౌగికములుగా ఏర్పడి, నీటిలోను, రాసాయనిక ద్రవ్యముల ద్రావణములలోను కరగిపోవును.

పారిశ్రామికముగ సెల్యులోస్ గుజ్జును తయారు చేయుటకు అయిదు విభిన్న ప్రధాన ప్రక్రియలు కలవు: సల్ఫైట్, సోడా, సల్ఫేట్, క్లోరిన్, నైట్రిక్ ఆసిడ్ ప్రక్రియలు. వీటిలో సోడా ప్రక్రియ కాగితపు గుజ్జును తయారుచేయుటకు మాత్రమే అనుకూలపడును. సల్ఫైట్, సల్ఫేట్, క్లోరిన్ ప్రక్రియలు కాగితపు, రాసాయనికపు గుజ్జులు రెండింటిని తయారుచేయుటకు పనికివచ్చును. పోతే, అధునాతనమగు నైట్రిక్ ఆసిడ్ ప్రక్రియ కేవలము రాసాయనికపు గుజ్జును తయారుచేయుటకే వినియోగింపబడును.

ఈ ప్రక్రియలు అన్నియు దశలవారీగా కొనసాగింపబడును. మొదట ముడిసరకును ప్రత్యేక పరికరములతో కావలసిన సైజుకు కోయుదురు. కోసిన ముక్కల సైజులలో ఎక్కువ తక్కువలు లేకుండ సరిచేసి, వాటిని పెద్ద పచనపాత్రలలో వేసి, అనుగుణమయిన రాసాయనిక ద్రవ్యములను పోసి, ఆ మిశ్రమును లిగ్నిన్ మొదలయిన సెల్యులోసేతర ఘటకములన్నియు విలీనములగునంత వరకు ఉడుకబెట్టుదురు. అనుసరింపబడిన ప్రక్రియను బట్టి పచనపాత్ర యొక్క ఆయతనము 50 మొదలు 600 ఘ. మీ. వరకు ఉండవచ్చును. సల్ఫైట్, క్లోరిన్, నైట్రిక్ ఆసిడ్ ప్రక్రియలలో పచనపాత్ర అరుగుదలను ప్రతిఘటించుటకు వీలుగా వాటిని స్టెయిన్ లెస్ ఉక్కుతో నిర్మింపవలెను లేదా ఆమ్లములకు లొంగని ఇటుకలతో వాటికి అస్తరు వేయవలెను. సోడా, సల్ఫేట్ ప్రక్రియలు క్షారప్రక్రియలు. కాబట్టి, ఉక్కు తొట్టెలను వాడవచ్చును. సల్ఫైట్, సల్ఫేట్ ప్రక్రియలు 4 - 12 వాతావరణముల ప్రేషములో జరుపబడును. ప్రక్రియను బట్టి, ప్రక్రియా పరిస్థితులను బట్టి పచన ప్రతిక్రియ తరుచుగ 4 - 12 గంటలలో పూర్తి అగును.

ప్రతిక్రియ సమాప్తి అయిన తోడనే సెల్యులోస్ గుజ్జును, మిగిలిన ద్రవ్యములను పచనపాత్రనుండి దానిక్రింద ఉన్న గుంటలోనికి పంపుదురు. ద్రావణముల రూపమున ఉన్న లిగ్నిన్, తదితర యౌగికములు గుంట అడుగున ఏర్పాటు చేయబడిన రంధ్రములనుండి కారిపోవును. వాటిని పాత్రలలో సంగ్రహింతురు. ఒకసారి కడిగిన తరువాత గుజ్జును గుంటనుండి తీసి, రంగును తొలగించుటకు, కడిగి శుభ్రపరచుటకు కర్మాగారములో వేరు వేరు తావులకు కొనివత్తురు. మిగిలిపోయిన లిగ్నిన్‌లను తొలగించుటకు, అదనపు వర్ణద్రవ్యములను మాపుచేయుటకు, గుజ్జును తెల్లబరచుటకు క్లోరిన్‌నుగాని, హైపోక్లోరైట్‌ను గాని ప్రయోగించి విరంజనీకరణము కావింతురు. గుజ్జుకు కావలసిన నాణ్యమును, తెల్లదనమును బట్టి విరంజనీకరణమును దశలవారీగా కొనసాగింతురు. ప్రతి దశకు మును ముందు గుజ్జును చక్కగా కడిగి, తరువాత ఆరబెట్టుదురు. రాసాయనికపు గుజ్జును తయారు చేయవలెనన్న గుజ్జును కొన్నిసార్లు క్షారద్రవ్యములో ముంచి తీయుదురు. అందువలన గుజ్జులోని ద్రావ్య సెల్యులోస్ భాగము తొలగిపోవును; ఆల్ఫా సెల్యులోస్ పరిమాణము పెరుగును. చివరిదశలో గుజ్జును తడి లేకుండ ఆరబెట్టి, సెల్యులోస్ పోగులనుండి పెద్ద పెద్ద విశాలపత్రములు తయారుచేసి, వాటిని మరల ఆరబెట్టుదురు.

రాసాయనిక సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములు : సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములనుండి సృజింపబడిన ద్రవ్యములు లేదా ఉత్పన్నములనుండి అపేక్షిత శ్రేష్ఠరూపమున పునర్నిర్మింప

బడిన సెల్యులోస్ పరిపాటిగా రాసాయనిక సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములు అని వ్యవహరింపబడును. ఇవి సెల్యులోస్‌ను ఒక ఉచిత రాసాయనిక ద్రవ్యముతో ప్రతికరింపజేసినపుడు లభించును.

ఈ సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములు పూర్తిగా విభిన్న ధర్మములను ప్రదర్శించుచు, విశుద్ధ సెల్యులోస్‌కు విరుద్ధముగ ప్రవర్తించును. ఇవి నీటిలోను, సజలక్షారములలోను, కార్బన్ ద్రావకములలోను కరగవచ్చును; వాటి తంతురచనను నిలబెట్టుకొనవచ్చును లేదా పూర్తిగా కోలుపోవచ్చును; వేడి చేసినపుడు మెత్తబడుట కాని, కరగుట కాని, మండుట కాని, ప్రేలుట కాని చేయవచ్చును. ఇవి విస్తృత పరిధిలో విభిన్నరూపములలో ఉత్పాదింపబడినవి. సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములు : 1. సెల్యులోస్ ఈథర్‌లు; 2. సెల్యులోస్ ఎస్టర్‌లు అని రెండు తరగతులుగ వర్గీకరింపడును. కొన్ని ఉత్పన్నములు సెల్యులోస్ ఎస్టర్‌లనుండి శ్లేష్మరూపమున పునర్నిర్మింపబడిన సెల్యులోస్‌తో తయారు చేయబడును. వీటిలో ముఖ్యములైనవి విస్కోస్ రయాన్, సెల్లోఫేన్ కాగితము.

నైట్రో-సెల్యులోస్: ఇది సెల్యులోస్ యౌగికములలో ప్రాచీనతమమైనది. 19 వ శతాబ్ది చివరనుండి తయారు చేయబడి, పొగబారని చూర్ణముగా చాల వినియోగింపబడుచున్నది. నైట్రో - సెల్యులోస్ కార్బన్ ద్రావకములలో కరగును. ద్రావకము ఇగిరిపోయిన తరువాత దాని తలము గట్టిగా గాజువలె ఉండును. ఈ ధర్మమునుబట్టియే అది చాలకాలమునుండి లక్కరంగుల ఉత్పత్తికి ఉపకరించుచున్నది. లక్క రంగులు మొదట ఆటోకారులలోనే వాడబడినను, ప్రస్తుతము విస్తృత క్షేత్రములలో వినియుక్తములగుచున్నవి.

నైట్రో - సెల్యులోస్‌ను తయారు చేయుటకు ప్రత్తి పోగులకు గాని, కర్రనుండి లభ్యమయిన మేలిరకము సెల్యులోస్‌కు గాని నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను చేర్తురు. రెండవ ఆమ్లము సెల్యులోస్‌ను ఉబ్బజేయును; ప్రతిక్రియా ఫలితముగ జనించిన నీటిని పీల్చివేయును. సెల్యులోస్ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో ప్రతికరించి, నైట్రో - సెల్యులోస్‌గ ఏర్పడిన పిదప కూడ తన తంతురచనను నిలబెట్టుకొనును. పిదప వేడినీటితో దానిని ఓపికగా కడిగి అంటిపెట్టుకొని ఉన్న ఆసిడ్‌ను మూలమట్టుగ తొలగింతురు. ఇట్లు కడుగుట చాల ఆవశ్యకము. ఏలన, అణుమాత్రముగనైనను ఆసిడ్ మిగిలిపోయినచో నైట్రో - సెల్యులోస్ అప్రయత్నముగ విఘటించి ప్రేలిపోవును. నైట్రో - సెల్యులోస్‌ను వేరు వేరు నత్రజనీకరణ తరగతులలో తయారు చేయుదురు; నైట్రోజన్ శాతమును బట్టి పేర్కొందురు. నైట్రోజన్ 10 మొదలు 13·5 శాతముల పరిధిలో ఉండును. తుపాకీ మందులో 12·5 — 13·5% నైట్రోజన్ కల నైట్రో - సెల్యులోస్‌ను వాడుదురు. ఆసిటోన్ గాని, నైట్రో గ్లిసరాల్ గాని చేర్చి, చిక్కబరచి, చిన్న సైజులలోనికి కోసి, దానిని పెచ్చుల రూపమున గాని, నాళముల రూపమున గాని, కడ్డీల రూపమునగాని భద్రపరతురు. శుష్క నైట్రో - సెల్యులోస్ అత్యంత ప్రమాదకర ద్రవ్యము కాబట్టి, దానిని మిగుల మెలకువతో వాడవలసి ఉండును.

ఉపయోగములు: నైట్రో-సెల్యులోస్‌ను లక్కరంగులు, ప్లాస్టిక్‌లు, జిగురులు, ఫిల్ములు, సిమెంటులు, కృత్రిమ రయాన్, సెల్లోఫేన్‌లు, తుపాకీమందు మొదలకు అనేక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తిలో విరివిగా వినియోగింతురు.

లక్కరంగుల ఉత్పత్తికి 10·5 నుండి 12·5 వరకు నైట్రోజన్ శాతము కలిగిన నైట్రో - సెల్యులోస్‌ను ఆల్కహాల్‌లోగాని, కార్బన్ ద్రావకములలోగాని కరగించి, ఫలించిన ద్రావణమునకు పూతరంగులు, రెసిన్‌లు, ప్లాస్టిసైజర్‌లు చేర్తురు. ఈ ద్రవ్యములను ముందుగానే కచ్చితముగ నిర్ణయింపబడిన అనుపాతములలో చేర్చి కలుపుట వలన కుంచెతో పూయుట, జల్లుట, ముంచుట వంటి వివిధ వినియోగప్రకారములకు అనుకూలపడు పలురకముల లక్క రంగులను నిర్మించ వీలుకలుగును.

ఆల్కహాల్‌లో 10·5 శాతము నైట్రోజన్ కల నైట్రో - సెల్యులోస్‌ను విలీనము చేయగా వచ్చిన ద్రావణములో కర్పూరము కరగి మిక్కిలి చిక్కని ముద్దగ తయారగును. ఈ ముద్దను గిరగిర తిరుగు వేడి యంత్రముపై ఉంచి, వ్యత్యస్త ఆకారములు కలిగిన పళ్లెములుగ, కడ్డీలుగ, నాళములుగ రూపొందించవచ్చును. సెల్యులాయిడ్ అను పేరుతో పారిశ్రామిక స్థాయిలోఉత్పత్తి చేయబడి విపణిలో ప్రవేశపెట్టబడిన మొట్టమొదటి ప్లాస్టిక్ ఇదియే.

ఇంతేకాక, మానవ నిర్మితమైన మొట్టమొదటి కృత్రిమ నార నైట్రో - సెల్యులోస్ నుండియే వచ్చినది. అయితే, తరువాత పెంపొందింపబడిన మానవ నిర్మితములైన ఇతర నారలతో నైట్రో - సెల్యులోస్ నార పోటీకి నిలబడలేక మార్కెట్టు నుండి అదృశ్యమైనది. సెల్యులోస్ నుండి తయారు చేయబడి, చక్కగా పెంపొందింపబడి, పారిశ్రామికముగ వినియోగింపబడుచున్న కృత్రిమ నారలు మూడు రకములు కలవు. అవి : 1. సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ రయాన్ ; 2 విస్కోస్‌రయాన్, సెల్లోఫేన్ ; 3. కుప్రర్ రయాన్ [చూ. కృత్రిమ దారములు - పు. 452].

సెల్యులోస్ అసిటేట్ (ఆసిటిక్ సెల్యులోస్): సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ ఒక సెల్యులోస్ ఎస్టర్. అనేక రంగములలో నైట్రో - సెల్యులోస్‌ను త్రోసి రాజని, దానికి ప్రత్యామ్నాయద్రవ్యముగా అత్యున్నత పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యమును సంపాదించినది. ఇది సెల్యులోస్, అసిటిక్ ఆసిడ్‌ల యౌగికము. దీనిని తయారుచేయుటకు సెల్యులోస్‌కు అసిటిక్ అన్ హైడ్రైడ్ (అసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క నిరుదము) ను, కొద్దిగా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను చేర్తురు. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఇచట ప్రేరకముగ ఆచరించును. అదుముట ద్వారా ఏకరూప మిశ్రమును తయారు చేయ వీలగు నీడర్ అను స్టెయిన్‌లెస్ ఉక్కు పాత్రలో శుష్క, విసంయోజిత సెల్యులోస్‌ను ఆసిటిలేషన్ మిశ్రమ (అనగా ఆసిటిక్ అన్ హైడ్రైడ్, సల్ఫూర్యిక్ ఆసిడ్) తో కలుపుదురు. ముందుగా నిర్ణయింపబడిన తాపక్రమము వద్దనే ప్రతిక్రియ జరుగునట్లు చూచుటకు శీతలీకరణమును ప్రయోగింతురు. ఇది ఒక తాపోత్పాదక ప్రతిక్రియ. ఈ ప్రతిక్రియ వలన వేడిపుట్టును. ప్రతిక్రియ పూర్తి అగుటకు కొన్ని గంటలు పట్టును. పూర్తి అయిన తరువాత లభించిన స్వచ్ఛమయిన మిక్కిలి చిక్కని ద్రావణమును కావలసినంత మేరకు ఎస్టరీకరణము జరుగుటకు ఆంశికముగ వినియోగింతురు. తరువాత ఆ ద్రావణమును సజల ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌లో పోయగా, సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ చూర్ణ రూపమున అవక్షేపించును. దానికి అంటుకొని ఉండు ఆసిడ్ పూర్తిగా పోవునంతవరకు అవక్షేపమును ఓపికగా కడిగి, ఆరబెట్టుదురు. ఉత్పత్తి వ్యయమును తగ్గించుటకు ఉపయుక్త ఆమ్లమును తిరిగి సంపాదించి వాడుదురు.

సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ కార్బన్ ద్రావకములో - ముఖ్యముగా ఎస్టర్‌లలో-అవలీలగా కరగి, స్వచ్ఛమైన ద్రావణములను ఇచ్చును. వాటినుండి దానిని ఎట్టి అపేక్షిత ఆకృతిలోనైన అవక్షేపింపవచ్చును. వేడి చేసినచో అది మెత్తబడును; కరగును; ఇతర ప్లాస్టిక్‌ల వలె దానిని కూడ ఏ రూపమునైనను స్వీకరింపజేయవచ్చును. దానితో సాగెడు గుణము గల పారదర్శక పత్రములను తయారు చేయవచ్చును. అది నీటిని చొరనియ్యదు. దాని విద్యుత్తు ధర్మములు కూడ ప్రయోజనకరములు.

ఉపయోగములు : సెల్యులోస్ ఆసిటేట్‌కు గల ప్రశస్త ధర్మముల మూలమున అది బహుసంఖ్యాకములగు ప్రధాన పారిశ్రామిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తిలో విస్తృత వినియోగములకు తేబడినది. విమానముల రెక్కలకు పూయబడు ప్రత్యేక పూతరంగుగా అది మొదట వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఈ పూత విమానము చాల ఎత్తులలో ఎగురునపుడు దాని రెక్కలపై మంచు నిక్షేపింపబడుటను కొంతవరకు నివారింపగలదు. ఛాయా చిత్రములు, చలన చిత్రములు, ఎక్స్ (x) కిరణ చిత్రములు తీయుటకు పనికి వచ్చు ఫిల్ములు సెల్యులోస్ ఆసిటేట్‌తో నిర్మింపబడినవే. ఆసిటేట్ రయాన్ మానవుడు నిర్మించిన ప్రశస్తమైన కృత్రిమనార. అవి నీటిని చొరనియ్యదు. అందువలన అది మొదట వాన దుస్తులు, గొడుగు గుడ్డలు తయారు చేయుటకు ఉపయోగింపబడినది. ఇతర నారలతో జతకూర్చినచో అది వాటికి వేరువేరు కోణములనుండి చూచినపుడు వేరువేరు రంగులను ప్రదర్శించుట వంటి ప్రత్యేక గుణములను ఆపాదించును. గృహములలో వాడబడు కప్పులు, పండ్లుతోముకొను కుంచెలు, దువ్వెనలు మున్నగు వస్తువులను, బహుముఖ పారిశ్రామిక ఉత్పన్నములను తయారు చేయుటకు అనుకూలపడు ప్రధాన ప్లాస్టిక్ ద్రవ్యముగా సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ చాల కాలము పాటు ఉపకరించినది. ఇతర ప్లాస్టిక్ ద్రవ్యములు పెక్కు పెంపొందింపబడినప్పటికి, అది తన ప్రాముఖ్యమును నేటికిని నిలబెట్టుకొనినది. ప్లాస్టిసైజర్‌లతో పొందికగా కలియగలుగుట దాని ముఖ్యలక్షణము. ఇటుల కలిపి దాని వక్రశీలతను, స్థితి స్థాపకతను నియంత్రింప వీలుపడును.

సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ ఉత్పన్నములను తయారు చేయుటకు ప్రధాన విభిన్న పద్ధతులు రెండు కలవు. నారలు, ఫిల్ములు తయారు చేయుటకు సెల్యులోస్ ఆసిటేట్‌ను ఉచిత ద్రావణమునుండి కావలసిన రూపమున అవక్షేపింప జేయుదురు. ప్లాస్టిక్ ద్రవ్యముగా ఉపయోగించుటకు దానిని అచ్చులలో ఉంచి పైకిలాగికాని, దిమ్మలలోనికి చొరబెట్టి గాని కావలసిన రూపములోనికి పోతపోయుదురు. రోలర్‌చే నొక్కి పత్రములుగ తయారు చేయుదురు. అది నిప్పంటుకొనదు. కాబట్టి, నైట్రో - సెల్యులోస్ వలె ప్రమాదకారి కాదు. పూర్వము సెల్యులాయిడ్ ఫిల్ములు నిప్పంటుకొనుట వలన సినిమా భవనములు మసి అయినవి. సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ ఫిల్ములవలన అట్టి అపాయము పూర్తిగా తొలగిపోయినది [చూ. ప్లాస్టిక్కులు - పు. 587].

పారిశ్రామిక ప్రాధాన్యము కల ఇతర కార్బన్ సెల్యులోస్ ఎస్టర్‌లలో 1. సెల్యులోస్ - బూటిరెట్; 2. సెల్యులోస్ ఆసిటో బూటిరెట్ వంటి మిశ్రమ సెల్యులోస్ ఎస్టర్‌లు పేర్కొనదగినవి. ప్లాస్టిక్ పరిశ్రమలలో వాటికి విస్తృత వినియోగము కలదు. సెల్యులోస్ ఆసిటేట్‌వలె వాటిని కూడ అవసర రూపములోనికి పోతపోయవచ్చును. సెల్యులోస్ ఆసిటేట్‌తో పోల్చి చూచినచో అవి తక్కువ తాపక్రమముల వద్దనే మెత్తబడును. వాటి వక్ర శీలత,

స్థితి స్థాపకత కూడ కొంత ఎక్కువే. కాబట్టి, వాటిలో ప్లాస్టిసైజర్‌లను పెద్ద మొత్తములలో చేర్చ నక్కరలేదు.

విస్కోస్ రయాన్, సెల్లోఫేన్ : ఇవి రెండును స్వచ్ఛములైన పునర్నిర్మిత సెల్యులోస్‌లు. ఈ విధముగ అవి ముందు చెప్పిన సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములకు భిన్నములైనవి. సెల్యులోస్ అద్రావ్యము గనుక దానిని నీట కరగు వేరొక యౌగికముగ మార్తురు. సెల్యులోస్‌ను సోడాక్షారములో కరగించినచో సోడా సెల్యులోస్ లవణము లభ్యమగును. ఈ లవణమునకు కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ద్రావమును చేర్చినచో సెల్యులోస్ సోడియమ్ జాంతేట్ అను ఒక లవణము ఏర్పడును. దీని ద్రావణము చాల చిక్కగా ఉండి, పానకమువలె తీగలు సాగును. అందువలన దీనికి విస్కోస్ రయాన్ అను పేరు వచ్చినది. పునర్నిర్మిత సెల్యులోస్ నుండి తయారు చేయబడిన నారలు, కాగితములు సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ నుండి తయారు చేయబడిన వాటినుండి పూర్తిగా వ్యత్యస్త ధర్మములు ప్రదర్శించును. అవి మెత్తనివి, నీటిని పీల్చునవి. వాటిని ప్రత్తివలె వినియోగించుకొన వచ్చును.

విస్కోస్‌రయాన్ 1912 లో కొన్ని టన్నులు మాత్రమే తయారు చేయబడినది. కాని, ఇటీవలి కాలమున దాని ఉత్పత్తి దాదాపు 250 లక్షల టన్నుల మేరకు పెరిగినది. దీనిని బట్టి దానికి వచ్చిన ప్రాముఖ్యము విదితము కాగలదు. విస్కోస్ రయాన్‌కు ప్రత్తివంటి ప్రకృతి సిద్ధ సెల్యులోస్ నారలకు గల గుణ తారతమ్యము ఏమనగా, అది వర్ణ ద్రవ్యములతో చక్కగా మేళవించి, ఉజ్జ్వల తరములైన రంగులు ప్రదర్శించును. సైకిళ్లకు, మోటారులకు వలయు టైర్‌లతో ఆవశ్యక భాగమగు టైరు పట్టాల ఉత్పత్తికి విస్కోస్ రయాన్ విరివిగ వినియోగింపబడును. సిగరెట్లు, ఆహార పదార్థముల పరిశ్రమలలోనే కాక, అనేక, ఇతర పరిశ్రమలలోను ప్యాకింగ్ ద్రవ్యముగ సెల్లోఫేన్ ప్రస్తుతము పేరొందినది.

సెల్యులోస్ ఈతర్‌లు : సెల్యులోస్ ఈతర్‌లు సెల్యులోస్ ఎస్టర్‌ల కన్న తక్కువ రాశులలో తయారు చేయబడును. మెతిల్ సెల్యులోస్, ఎతిల్ సెల్యులోస్, బెన్జిల్ సెల్యులోస్, కార్బాక్సిల్ మెతిల్ సెల్యులోస్ (CMC) అను కార్బన్ యౌగికముల ఉత్పత్తియే వాటి ప్రధానతమ వినియోగము.

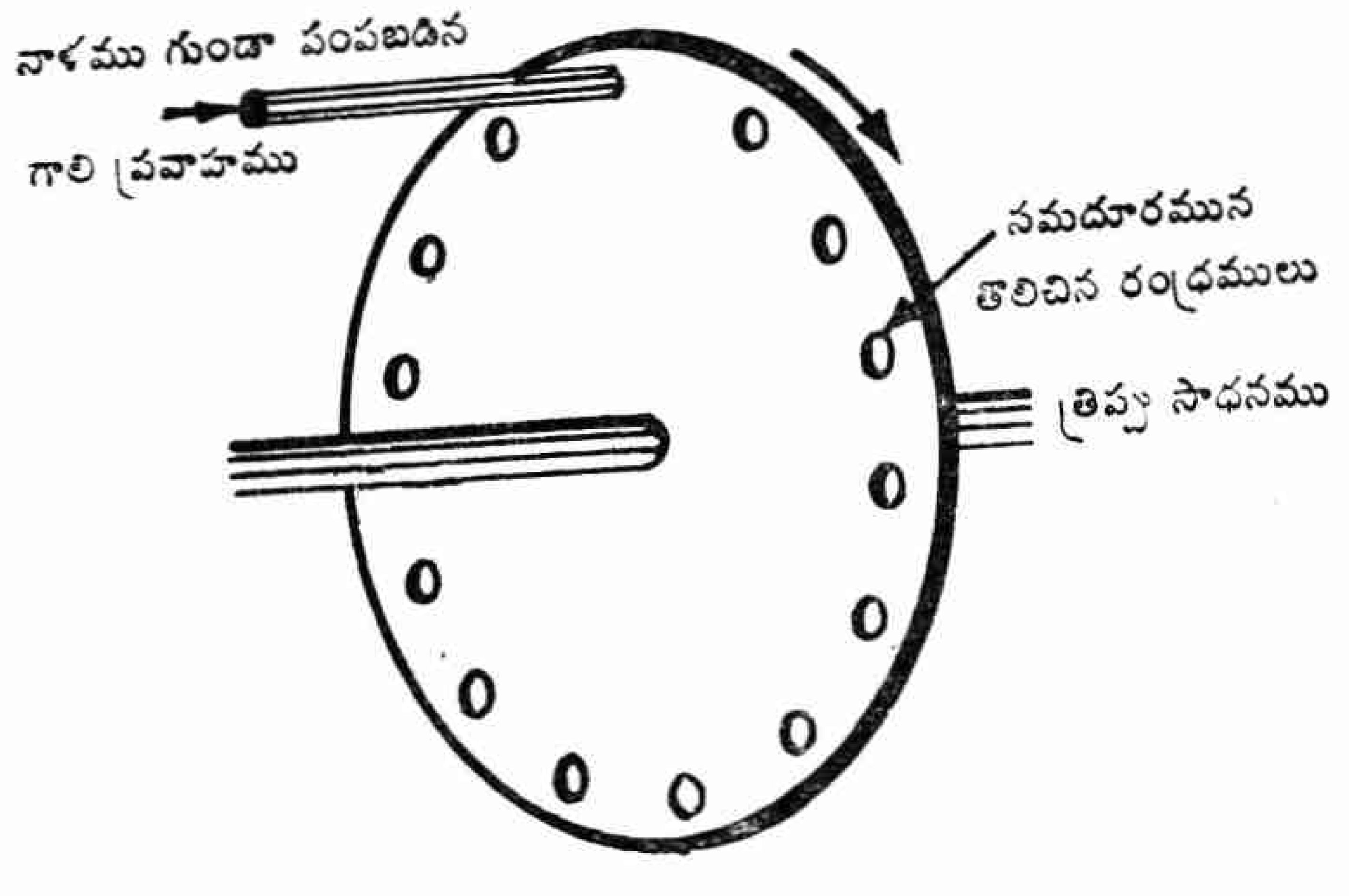
సెల్యులోస్ ఈతర్‌లను తయారు చేయుపద్ధతికి, సెల్యులోస్ ఆసిటేట్, సెల్యులోస్ నైట్రేట్ వంటి ఎస్టర్‌లను తయారుచేయు పద్ధతికి వ్యత్యాసము కలదు. సెల్యులోస్‌ను ఆ యా ఆమ్లములతో ప్రత్యక్షముగా ప్రతికరింప జేసి, ఎస్టర్‌లను తయారు చేయుదురు. ఈతర్‌ల విషయమున ముందు సెల్యులోస్‌కు గాఢ కాస్టిక్ సోడా ద్రావణమును ఎక్కువగా చేర్చి, తదుపరి ఆ మిశ్రమును ఆల్కహాల్ క్లోరైడ్‌తో గాని, సల్ఫేట్‌తోగాని ప్రతికరింప జేయుదురు. రాసాయనికముగ ఒకే రకమునకు చెందినను సెల్యులోస్ ఈతర్‌ల ధర్మములలో తారతమ్యములు కలవు. ఈ తారతమ్యములు ఎస్టరీకరణపు డిగ్రీని - అనగా ప్రతికరించు రాసాయనిక ద్రవ్యము నుండి సెల్యులోస్ లోనికి ప్రవేశపెట్టబడిన అణువుల సంఖ్యను - అనుసరించి ఏర్పడును. మెతిల్, ఎతిల్ ఈతర్‌లు నీటిలో కరగును. ఎస్టరీకరణపు డిగ్రీ తక్కువగా ఉన్నపుడు - అనగా ప్రతిక్రియ తక్కువ రాశి ప్రతికర్తలతో కొనసాగించినపుడు - అవి కార్బన్ ద్రావకములలో అద్రావ్యములు. ఉన్నత తాపక్రమములకు వేడిచేసినను అవి కరగవు; మెత్తపడవు. అయితే, రాసాయనిక ద్రవ్యములను విస్తార రాశులలో ఉపయోగించి, ఉత్పాదించిన ఈతర్‌లు మాత్రము పై వాటికి విరుద్ధముగను, ఇతర ప్లాస్టిక్‌ల మాదిరిగను ప్రవర్తించును.

ఉపయోగములు : అల్పముగ ఎస్టరీకృతములైన సెల్యులోస్ ఈతర్‌లు, కార్బాక్సిల్ మెతిల్ సెల్యులోస్ పారిశ్రామికముగ విలువ కలవి. వాటి జలద్రావణములు ఆహారపరిశ్రమలో ఇమల్షన్‌లు తయారు చేయుటకు, ఇమల్షన్‌లు స్థిరీకరించుటకు (ఉదా : ఐస్‌క్రీమ్ పొడి) ఉపకరించును. ఉన్నత తరగతి ఎస్టరీకరణముతో కూడిన ఎతిల్ సెల్యులోస్ ఒక ప్రధానమయిన ప్లాస్టిక్. విద్యుత్తు పరిశ్రమలోను, గృహపరికర నిర్మాణములోను, ఉపకరణముల విడి భాగములకు ప్రత్యేక ప్యాకింగ్ ద్రవ్యముగను ఉపయోగపడును.

ఇటీవల మానవకృతములైన సెల్యులోస్ నారలు, సెల్యులోస్ ప్లాస్టిక్‌లు పలు రకములైన సంయోజిత నారలతోను, సంయోజిత ప్లాస్టిక్‌లతోను పోటీకి నిలువ లేకున్నవి. సంయోజితములు తక్కువ ధరలకు దొరకును. వాటి యాంత్రిక ధర్మములు కూడ మేలు తరములు. ప్రత్యేకపు ప్రయోజనములకు అవి అమోఘములు ఏమైనను, రాసాయనిక సెల్యులోస్ వినియోగము ఎడతెగక పెరుగుచునే ఉన్నది [చూ. పు. 102]. బిసాంజ్.

సైరను : సైరను శబ్దము, శబ్దప్రసార విజ్ఞానమునకు చెందిన సాధనము. ముఖ్యముగా ఈ సాధనమునందు చుట్టు రంధ్రములు గల పళ్ళెము ఒకటి ఉండును. ఈ పళ్ళెము అధిక వేగములో తిరుగుచున్నప్పుడు సన్నని బెజ్జము గల ఒకటి లేదా పెక్కు గొట్టముల ద్వారా

గాలి పంపబడును. పైన చెప్పబడిన పళ్ళెమునకు రెవ ల్యూషన్ కౌంటర్ అమర్చబడి ఉండును [చూ. చిత్రము]



సైరను స్థూలస్వరూపము

పూర్వకాలమునందు ఈ పళ్ళెము గాలివేగముతో త్రిప్పబడుచుండెడిది. కాని, ఈనాడు చిన్న విద్యుత్తు మోటారును ఉపయోగించుట అనుకూలమైన పద్ధతిగా పరిణమించినది.

ఒక స్థిరమైన క్షేత్రీయ విద్యుత్తు లేదా (స్థిర అయస్కాంతము కల) బుజు విద్యుత్తు మోటారు ప్రొటెన్షియల్ డివైడర్‌తో గల ఆర్మేచర్‌తో ఏర్పాటు చేసినచో ఇది పళ్ళెమును సంతృప్తికరమైన వేగముతో త్రిప్పును.

మోటారు వేగమును బట్టి శబ్దస్వరము మారుచుండును. కాబట్టి, నిదానమైన శబ్దము వచ్చువరకు మోటారు వేగము మార్చబడును. ఈ నిదానమైన శబ్దవేగము సాధ్యమైనంతవరకు స్థిరముగా ఉంచుకొని పళ్ళెమును కొన్ని తెలిసిన చుట్లు తిరుగనివ్వవలెను. ఈ భ్రమణ సంఖ్యను తెలిసికొన్న తరువాత, పళ్ళెము చుట్లు 'n' రంధ్రములన్నచో భ్రమణ వేగము సెకనుకు 'r' సెం. మీ. అయినచో - బీటుల సంఖ్య సెకనుకు 'b' అయినచో పౌనఃపున్యము $nr + b$.

సైరను వేగము హెచ్చించుట లేదా తగ్గించుట ద్వారా శబ్దస్థాయిలో హెచ్చు తగ్గు మార్పులు సంభవించును. దీనిని బట్టి సౌంజ్ఞలను సులభముగా గ్రహించవచ్చును. స్థూలముగా జవాబు కావలసినప్పుడు భ్రమణవేగము తెలిసికొనిన చాలును. స్వరమేళనము చేత నే జవాబు గ్రహించవచ్చును. ఎట్లయినను యాథార్థత ఉపయోగింపబడు వాచి లేదా గడియారముపై ఆధారపడి ఉండును. యాథార్థతను ఒకే పళ్ళెమునందు లేదా రెండు అంతకన్న ఎక్కువ వరుసలలో గల రంధ్రములను ఒకేమారు ఉపయోగించి ముందుగానే నిర్ణయించబడిన శబ్ద పౌనఃపున్యపు నిష్పత్తిని కనుగొనవచ్చును. పూర్తిగా ఈ లక్షణము సంగీత శాస్త్రమునందు స్వరములను కనుగొను సాధనములందు పూర్తిగా వినియోగింపబడుచున్నది. జెట్ ఇంజను ఉపయోగము కనిపెట్టునపుడు మానవకృతమైన నిశ్చల శబ్దోత్పత్తి సాధనము సైరను. కాబట్టి, పూర్తిగా మంచు క్రమ్మినదని సూచించుటకు, అత్యవసరపు హెచ్చరికలను ఇచ్చుటకు, విమాన దాడుల సంజ్ఞలను ఇచ్చుటకు సైరను ఉపయోగపడుచున్నది.

వి. వి. ఎల్. రావు.

సోడాక్షారములు : చూ. కాస్టిక్ సోడా - పు. 294.

సౌర విద్యుద్ఘటమాల : సూర్యగోళము అంతరాళములోనికి ప్రతిసెకనుకు 3.7×10^{26} వాట్ల శక్తిని వికరణ రూపమున విరజిమ్ముచున్నట్లు తెలియుచున్నది. ఇందు 1/2,000,000,000 భాగము మాత్రమే భూమి గ్రహించుచున్నది. కర్ర, నేలబొగ్గు, పెట్రోలియమ్, స్రోతస్సులు మొదలైన నేటి శక్తి ప్రభావస్థానములన్నిటికి మూలాధారము సూర్యరశ్మియే. మరొక విధమున కూడ సూర్యరశ్మిని వినియోగమునకు తేవచ్చునని తెలిసినది. సూర్యరశ్మిని అద్దములతో కాగులపై కేంద్రీకరించి, నీటిని ఆవిరిగా మార్చి, ఈ ఆవిరితో ఇంజనులను నడిపి శక్తిని సంపాదించుటకు యత్నములు నలుబది ఏండ్ల క్రిందట బ్రిటిషుప్రభుత్వము సుడాన్ (ఉత్తర ఆఫ్రికా) లో జరిపినది. దీనికి సౌరయంత్రము (సోలార్ ప్లాంట్) అని పేరు. కాని, యత్నము కిట్టుబాటుగ పర్యవసించలేదు. అటులనే భారతదేశమందు దర్పణముల మధ్య పాత్రను ఉంచిన సూర్యరశ్మిని కేంద్రీకరింపచేసి వంట చేయుటకు అనువగు పరికరములు (సోలార్ కుక్కర్‌లు) మార్కెట్టులోనికి తేబడుచున్నవని ప్రభుత్వము ప్రకటించినది. కాని, అవి కూడ రాణివాసము వదలి బయట పడలేదు.

సూర్యరశ్మిని నేరుగా విద్యుత్తుగ మార్చుటకు అమెరికాలో బెల్ టెలిఫోను కంపెనీ శోధనాగారములందు సోలార్ బ్యాటరీ అను పరికరమును రూపొందించిరి. ఈ పరికరము యొక్క కార్యదక్షత ఇంకే పరికరమునందును కానరాదు. ఇందులో లేశరాశిలో శరీరమంత ఆర్సెనిక్‌చే వ్యాప్తమైన సిలికన్ స్ఫటికముపై అల్లే లేశమాత్ర రాశిలో బోరాన్‌చే వ్యాప్తమైయున్న పలుచని (1/,1000 అంగుళము దళసరి కల) సిలికన్ పొర కప్పబడి ఉండును. ఈ పరికరము ఉతరితలమున పడు సూర్యరశ్మి సిలికన్ స్ఫటిక శరీరమును ప్రవేశించి, విడి ఎలక్ట్రాన్‌లను, అవి లుప్తమైన చోట్ల కన్నములను జనింపజేయును. ఈ వేరుపాటువలన ఎలక్ట్రాన్‌ల, కన్నముల మధ్య విద్యుచ్ఛక్మ ఉద్భవించును. ఈ శక్మ $\frac{1}{2}$ వోల్టు పరిమాణము కలదియై ఉండును. పది చతురపు మీటరుల వైశా

ల్యాము కల ఇట్టి బ్యాటరీ ఇంటి కప్పుపై స్థాపించిన 100 వాట్ల విద్యుత్తు లభ్యమగును. దీనిని విద్యుద్ఘటములో సంగ్రహించిన ఎడల, దానినుండి పగలు సూర్యరశ్మి ఎంతకాలముండునో అంతకాలము రాత్రి 100 వాట్ల విద్యుద్దీపము వెలుగునట్లు చేయవచ్చును.

కాని, ఈ పరికరము తయారీ ఖర్చు ఎక్కువ. అందుచే సామాన్యులకు అందుబాటులో లేదు. అయినను, ఇట్టి బ్యాటరీలకు బహుళోపయోగము కలదు. రోదసీలోనికి పంపు కృత్రిమ ఉపగ్రహములందు విద్యుత్తు పరికరములను నడపువాటిలో సోలార్ బ్యాటరీ ఒకటి [చూ. వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహములు - పు. 719]. * * *

స్తరచ్యుతి : ఎదురెదురు గోడలు రెండు ఒక దాని మీద ఒకటి వేగముగా జరిగినప్పుడు ఏర్పడు బీట, పగులు లేదా ఒరిపిడిని 'స్తరచ్యుతి' అందురు. స్తరచ్యుతి జరుగు సమయమునందు గాని, తదుపరి గాని స్థానభ్రంశము కలుగవచ్చును. స్తరచ్యుతులు ఆర్థికముగా ఎంతో ముఖ్యమైనవి. స్తరచ్యుతులు సామాన్యముగా ముడి ధాతు ద్రవములు ప్రవహించు కాలువలు, ముడి ధాతు ద్రవ ప్రవాహములు అమూల్యమైన ధాతు ఖనిజమును మేటగా వేయుచుండును. కూల్‌సన్ శాస్త్రజ్ఞుని ప్రకారము కడప, అనంతపురము, కర్నూలు జిల్లాలలో గల కొన్ని బెరైటీస్ మేటలు పై జిల్లాలలో స్తరచ్యుతి పొరలకు చేరియున్నవి. ఖనిజములు త్రవ్వునప్పుడు స్తరచ్యుతి తగిలినప్పుడు దారి తప్పుట సామాన్య అనుభవము. సరియైన ఖనిజ మార్గమును తెలిసికొనుటకు స్తరచ్యుతుల స్థితిగతులను గూర్చి తెలిసికొనుట ఆవశ్యకము. దానివలన ఖనిజముల త్రవ్వకమునకు సొరంగములను నిర్మించుటకు ఖర్చులు చాలావరకు తగ్గును. ఖనిజ ప్రదేశముల క్రిందితట్టున స్తరచ్యుతులు ఏర్పడుట వలన భూక్షరణము ఏర్పడదు. స్తరచ్యుతుల వలన భూగర్భ ప్రవాహ మార్గములు మారుచుండును. ఖనిజములు త్రవ్వు గనులవద్ద ఏర్పడు స్తరచ్యుతులు చాల అపాయకరములు. హిమాలయ పర్వతశ్రేణులలో ఈ స్తరచ్యుతి విస్తారముగా కన్పించుచున్నది. అస్సామ్ భూకంపము (15, ఆగస్టు 1950), మరియు ఇతర భూకంపములకు ముఖ్యకారణము హిమాలయ పర్వత ప్రదేశమున ఏర్పడు స్తరచ్యుతి.

పరిమాణము : కొన్ని కొన్ని స్తరచ్యుతులు ఏ కొద్ది మి. మీ. పొడవుగనో ఉండును. స్థాన భ్రంశము మి. మీ. ల విభాగములలో తెలిసికొందురు. మరి కొన్ని చోట్ల స్తరచ్యుతులు కి. మీ. కొలది పొడవుగ ఉండుటచేత స్థాన భ్రంశము కి. మీ. లోనే కొలువబడును. భారత దేశపు అనేక వందల కిలోమీటరుల పొడవుగల ఉత్తర తీరము ఈ స్తరచ్యుతి వల్లనే ఏర్పడినది.

విభాగములు : స్తరచ్యుతులకు స్తరచ్యుతి తలము, స్తరచ్యుతి నతి, స్తరచ్యుతి దైర్ఘ్యదిశా, స్తరచ్యుతి శీర్షము, శీర్ష భిత్తి, పాద భిత్తి, అభి స్పందన, చ్యుతి మొదలగుములు కలవు.

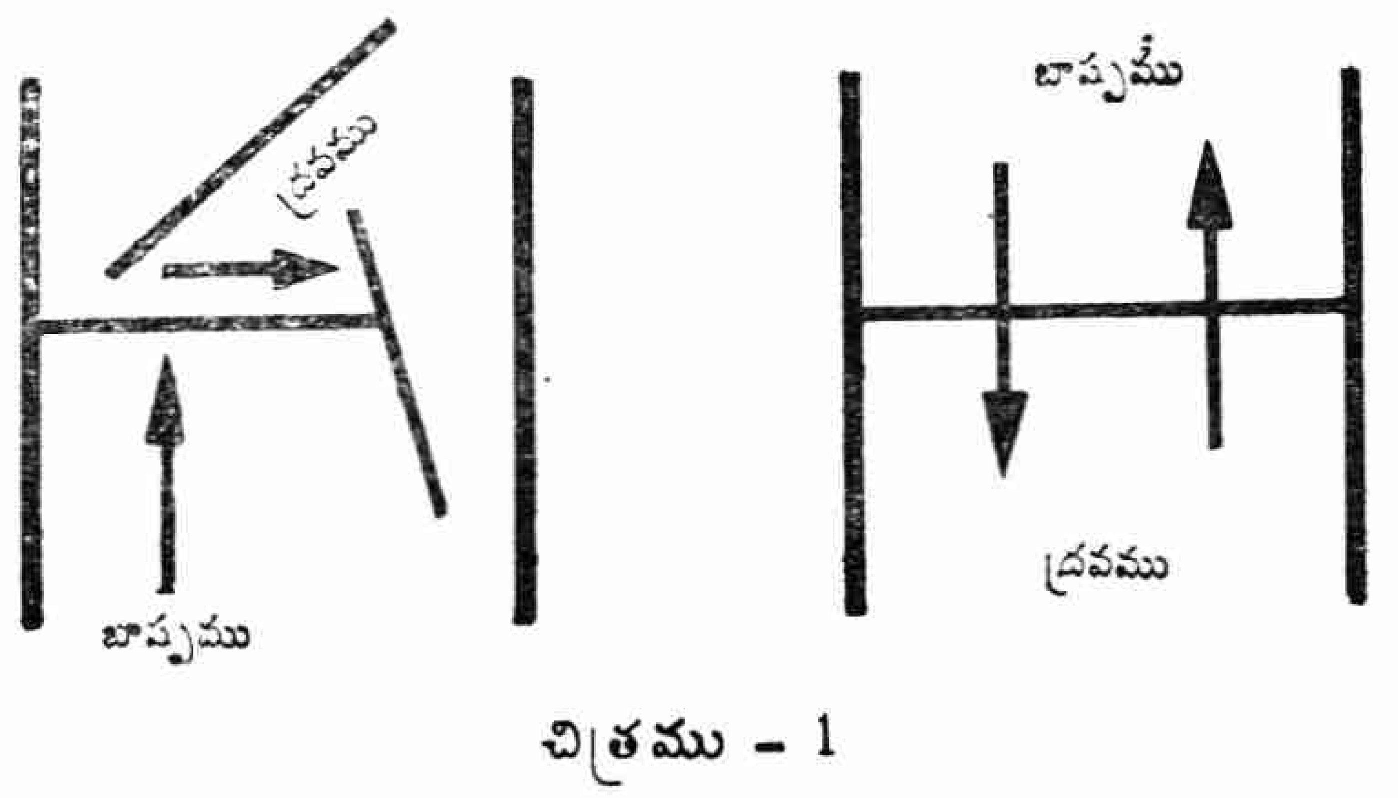
స్తరచ్యుతి నామ విన్యాసము : స్తరచ్యుతిని వివరించుటకు వివిధ నామములు గలవు. వీటిని గూర్చిన పూర్తి వివరములు తెలియునప్పుడు వివరణాత్మక పదములను ఉపయోగింతురు. చ్యుతి అభి స్పందన, చ్యుతి నతి, సమానాంతర చ్యుతులు మొదలగునవి.

స్తరచ్యుతులను గూర్చిన వివరములు తెలిసికొనిన పిదప వాటిని మూడు భాగములుగా వింగడింతురు. ఇవి వరుసగా న్యాపీ, క్లిప్పీ, ఫెన్‌స్టర్స్. గ్రావిటీ చ్యుతులయందు లంబచ్యుతి పాదచ్యుతి వరకు వంగి యుండుట; రెండు లేదా అంతకన్న ఎక్కువ గ్రావిటీ చ్యుతులు హిర్ట్స్ లేదా గ్రావెన్స్‌గా ఏర్పడుచున్నవి.

కారణములు : భూతలముమీద ఏర్పడు వివిధ ఒత్తుడుల వల్ల స్తరచ్యుతులు ఏర్పడుచున్నవి. పర్వతములు ఈ ఒత్తుడులను తట్టుకొనలేనప్పుడు స్తరచ్యుతులు ఏర్పడును. దాస్.

స్పిల్‌వే : చూ. డాములు - పు. 416.

స్వేదనము : ఒక ద్రవ పదార్థమునందు గాని లేదా ఘన పదార్థమునందుగాని చేరి ఉన్న పదార్థములను వింగడించి వేరు చేయుటయే స్వేదనము. ఇది పదార్థములను ఆవిరిగా మార్చుట; అట్లు మారిన ఆవిరిని సాంద్రీకరించుట వలన ఏర్పడుచున్నది. అటుపైన ఇది ఘనీభవించును. మధ్య ద్రవరూపమును చెందక కొన్ని ఘన పదార్థములు ఆవిరి రూపములోనికి మారి ఆ ఆవిరి తిరిగి ఘనీభవించుచున్నది [చూ. చిత్రము - 1].



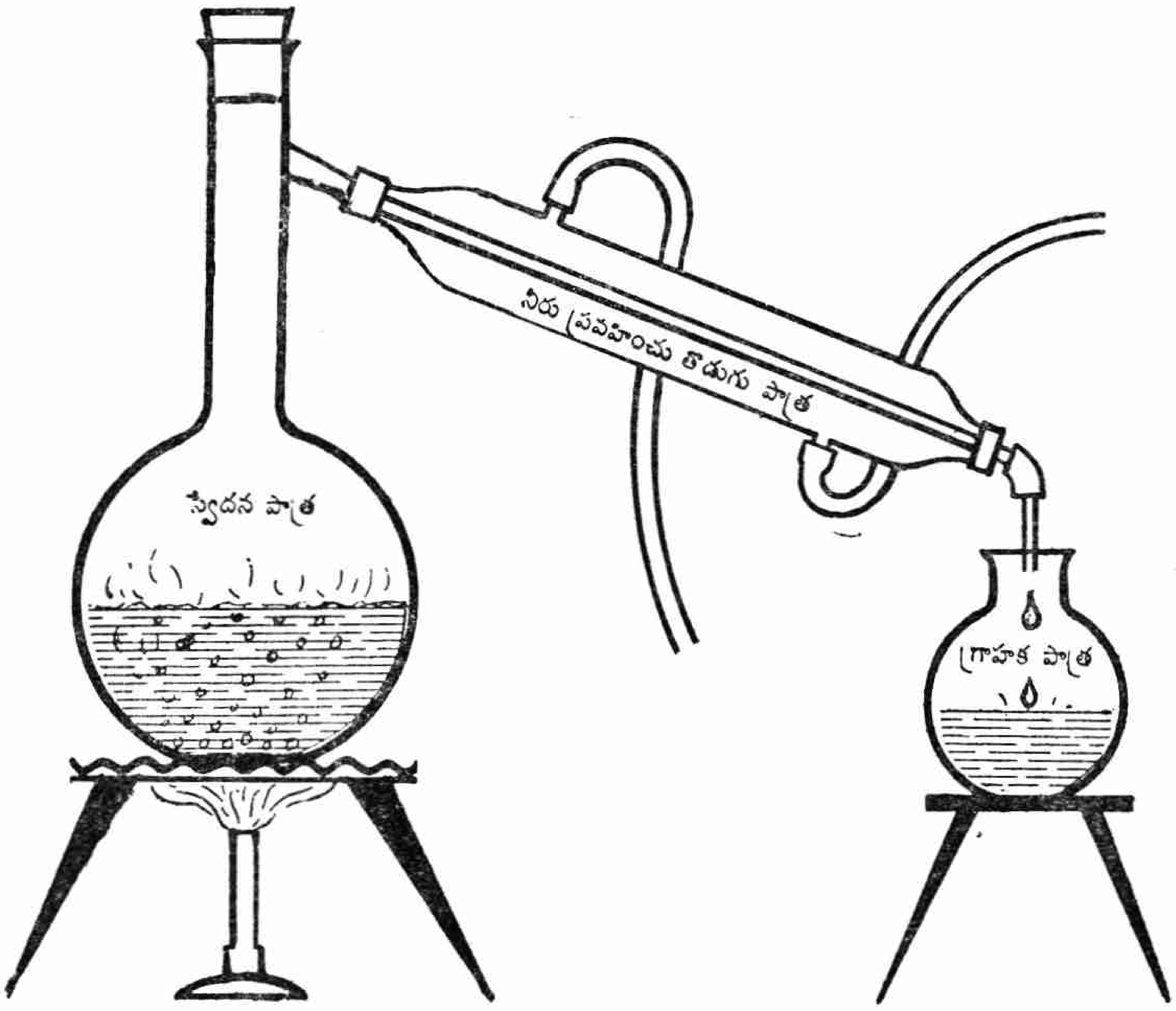
చిత్రము - 1

అడ్డు ప్రవాహ పద్ధతి (ప్రక్కవాటు) ఎదురు ప్రవాహ పద్ధతి (ప్రక్క వాటు)

స్వేదన క్రియకు వినియోగింపబడు సాధనము - ముఖ్యముగా ఆవిరిగా మార్చుటకు - స్టిల్. కండెన్సర్ గొట్టము

ఆవిరిని ద్రవరూపముగా మార్చును. గ్రాహక బుడ్డి ద్రవ రూపము చెందిన స్వేదనమును గ్రహించును. సాధారణ ముగా రసాయన శాలలో గాజు 'రిటార్టు' సాధనమును ఉపయోగింతురు. దీని యందలి గాజుబుడ్డి స్టిల్, నిడు పాటి మెడగల గాజు, గాలితో చల్లబడు సాంద్రీకారకము.

పారిశ్రామికముగా ఉపయోగింపబడు స్టిల్ త్రుప్పు పట్టని ధాతు సంబంధమైనదిగా ఉండును. కండెన్సరులు సామాన్యముగా గాజువై ఉండును. నిడివిని ఎక్కువ చేయుటకు ఇవి వంకరులుగా మెలిపెట్టబడి ఉండును. వీటి పైనున్న గొట్టముల ద్వారా చల్లటి నీరు ప్రవహించు చుండును. గ్రాహకమునందు వివిధ స్వేదనములను గ్రహించుటకు విడి విడిగా కుళాయిలు ఏర్పాటు కావింప బడి ఉండును. పదార్థములు ఉడుకు తాపక్రమము వాటి మీద ఒత్తిడి పై ఆధారపడిఉండును. ప్రాతిపదికముగా స్వేదనక్రియ వాతావరణపు ఒత్తిడి వద్దనే జరుపుచుండెడివారు. కాని, నేడు నిర్వాత ప్రదేశము నందు గాని, బాగుగా తగ్గింప బడిన ఒత్తిడి ప్రదేశము లందు గాని స్వేదన క్రియ జరుగు చున్నది.



చిత్రము - 2

సాధారణ స్వేదన పరికర వ్యవస్థ

వేడిచేసినప్పుడు, బాష్పీకరణమునకు ముందు డికంపోజిషన్ ఏర్పడు నప్పుడు దానిని 'డిస్ట్రక్టివ్ డిస్టిలేషన్' అందురు. కొయ్య, బొగ్గు స్వేదనక్రియకు ఉదాహరణ.

గాజు గొట్టమునందు ఆవిరిగా మారిపోవు పదార్థమేదైనను ఉన్న ఎడల దానిని నీటి ఆవిరిని లోపలికి పంపి వేరు పరుతురు. ఇది ముఖ్యముగా అనిలీన్‌ను నీటినుండి వేరు పరచుటకు ఉపయోగింతురు.

సామాన్య స్వేదనక్రియ వలన మిశ్రితమైన పదార్థ ములు అసంపూర్ణముగా మాత్రమే వేరుచేయబడ గలుగు చున్నవి. వీటిని పూర్తిగా స్వచ్ఛమైన ద్రవపదార్థములుగా వేరుచేయుటకు రెక్టిఫికేషన్ లేదా భిన్న స్వేదనక్రియవలన సాధ్యమగుచున్నది. దీనికి రెక్టిఫైయర్ లేదా ఫ్రాక్షనేటింగ్ గొట్టములు ఉపయోగింపబడును. ఈ వేరు పరచుటకు మరియు అభివృద్ధి చేయుటకు ఢిక్లేమీటరును ఉపయోగించు చున్నారు [చూ. చిత్రము - 2].

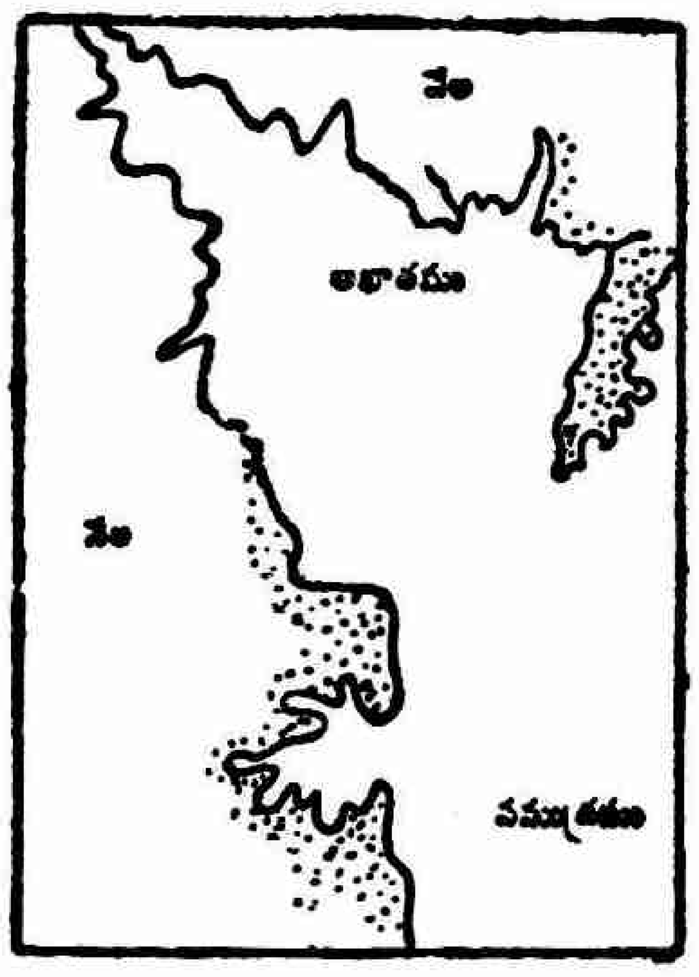
పారిశ్రామికముగా ఈ స్వేదనక్రియ రెండు రకములుగా జరుగుచున్నది. భిన్న తరహా ప్రక్రియలకు విచ్ఛిన్న లేదా బ్యాచ్ డిస్టిలేషన్ చాల అనువైనది. స్టిల్‌లో చేరుకున్న మడ్డిని తీసివేయుదురు. అవిచ్ఛిన్న స్వేదన వలన జరుగు స్వేదన విధానము భారీరకపు ప్రక్రియలకు ఉపయోగ పడుచున్నది.

ద్రవము - వాయువు చేరియున్న పదార్థములకు ప్రాసెస్ సాధనము ఉపయోగింప బడుచున్నది. ఇది ముఖ్యముగా ప్రవాహ వేగము, గాస్ మెకానిజమ్ అవ్ ట్రాన్స్‌ఫర్, వాయువు ద్రవ రూపముల మీద ఆధార పడును. డి. వెం.

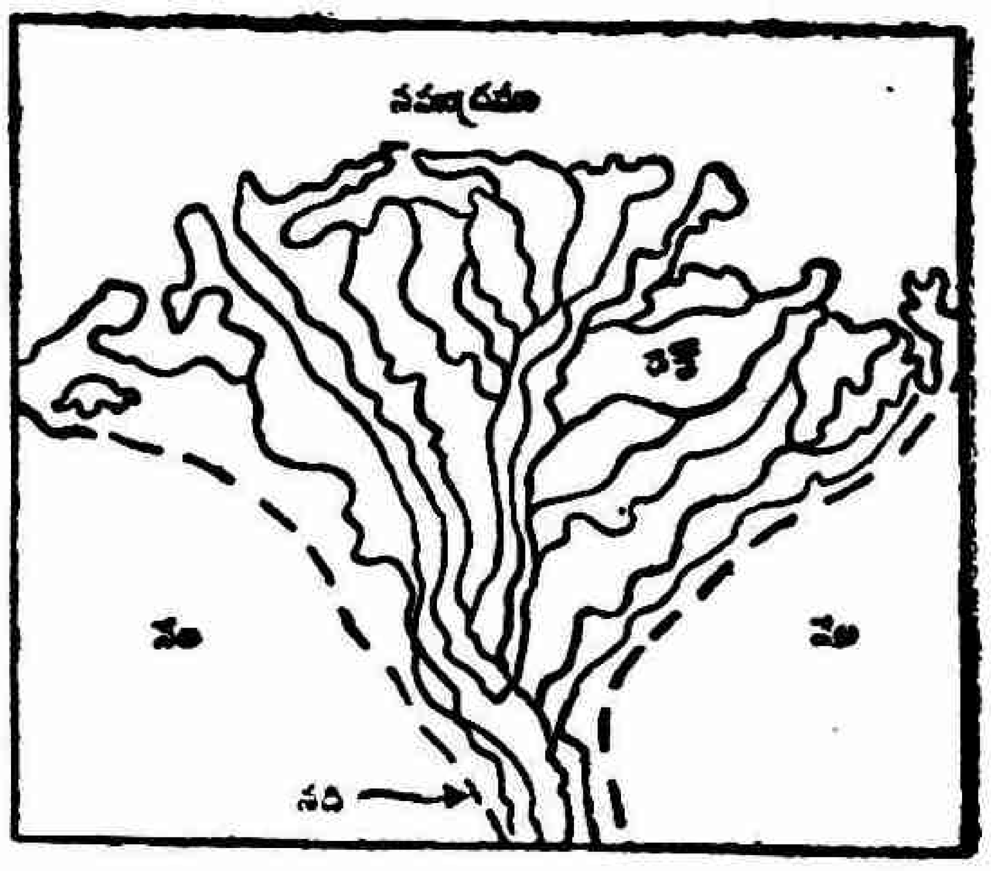
హార్బరు ఇంజనీరింగు : నౌకాశ్రయము లనుసామాన్యముగ సహజములని,కృత్రిమములని రెండు తరగతులుగ విభజించుట పరిపాటి. తీరరేఖల భౌతికలక్షణముల దృష్టిలో ఈ క్రింది స్థలములు నౌకాశ్రయ నిర్మాణమునకు సహజ ములుగ అనుకూలములైనవి: 1. గరాటు ఆకారము గల అఖాతములు; 2. రియాస్‌లు (నదీ ముఖములు); 3. ఫోర్డులు; 4. టెక్టానిక్ అఖాతములు; 5 డెల్టాలు 6 కయ్యకట్టు; 7. పక్షిపాద ఆకారము గల డెల్టాలు; 8. కోస్తా (తీర రేఖ) హార్బరు [చూ. 803 వ పుటలోని చిత్రము - 1].

అనుకూల సన్నివేశములు అరుదైనప్పుడు, సముద్రము లోనికి చొచ్చుకొని ఉన్న అలల గట్లచే ఆవరణను నిర్మించుట ద్వారా నౌకాశ్రయమును కృత్రిమముగ నిర్మింతురు.

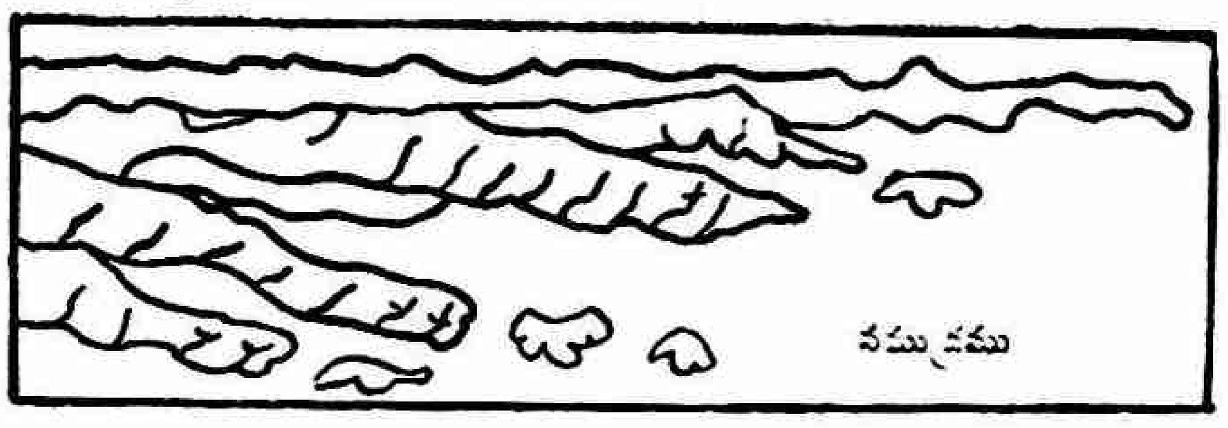
నౌకాశ్రయములలో ఇసుక మేట వేయుట ఒక పెద్ద గడ్డు సమస్య. నౌకాశ్రయమునకు లోపలగాని, బయటగాని అడుగున ఎప్పటి లోతునకు ఇసుక మేట ఏర్పడును. ఇచ్చట మేట వేయుటయే కాక ప్రవాహపు దిగువ ప్రాంతము



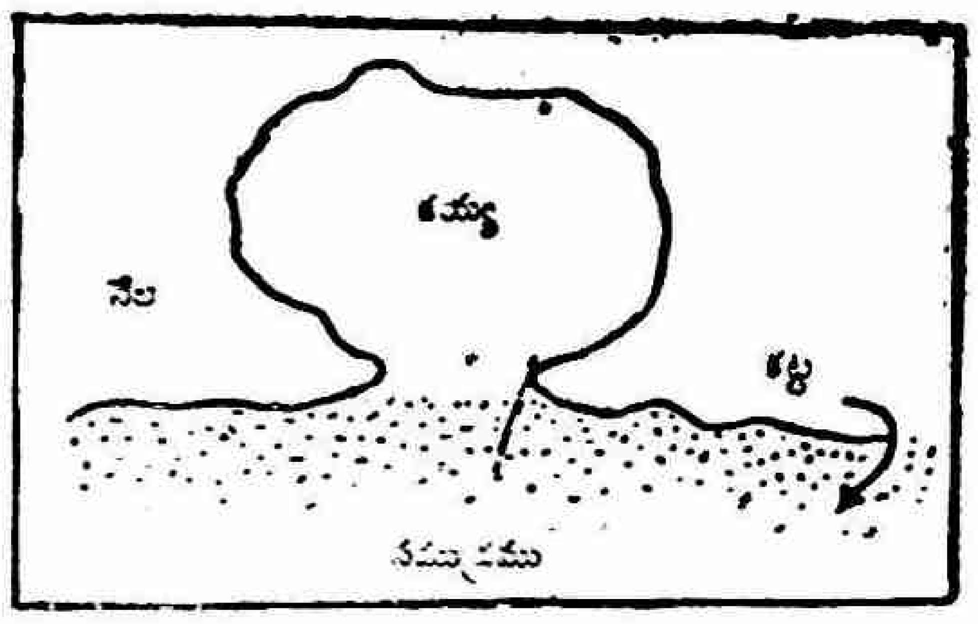
(1) గరాటు ఆకారమున ఉండు అఖాతము



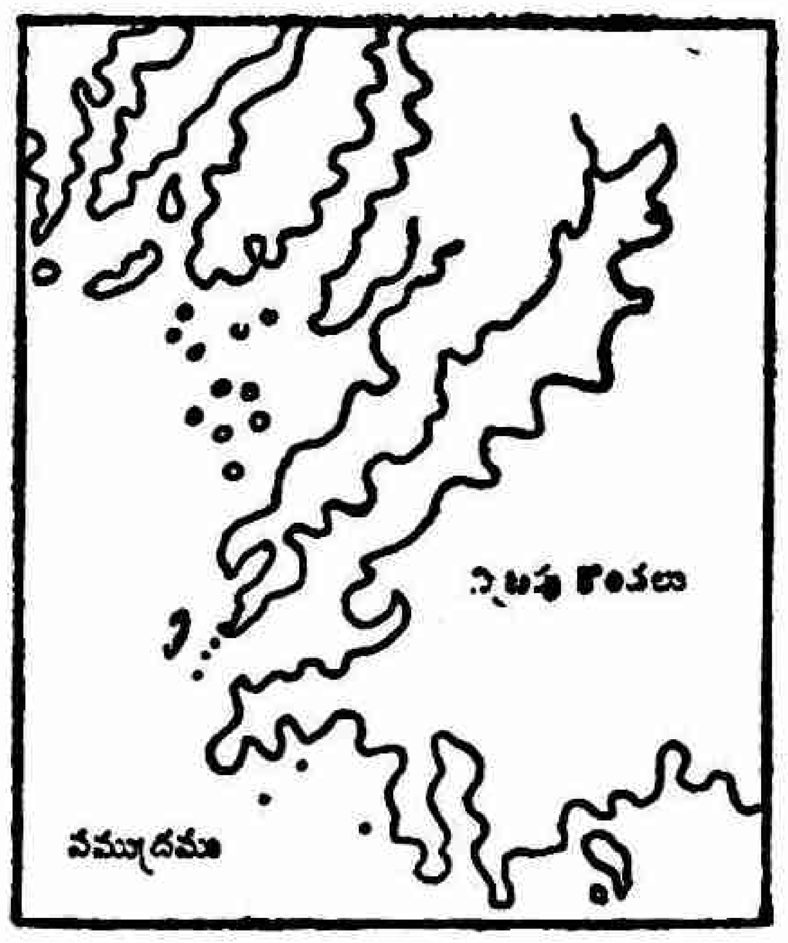
(5) డెల్టా



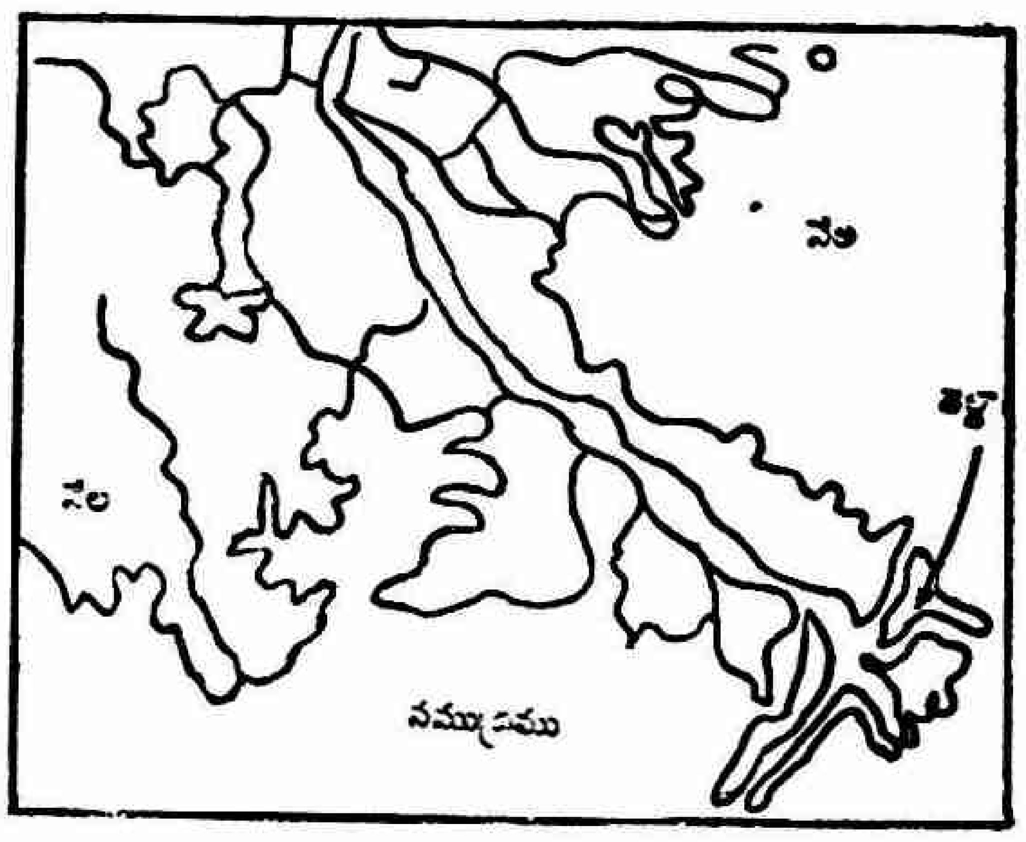
(2) రియాన్‌లు



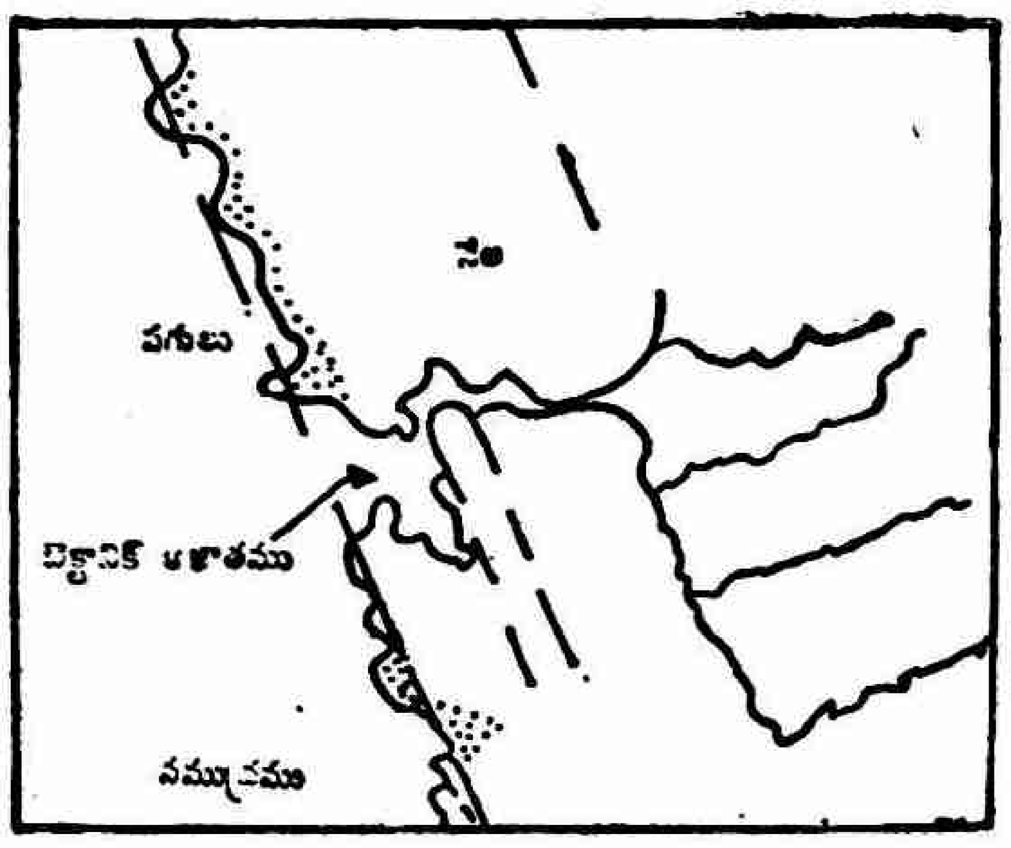
(6) కయ్యాకట్టు



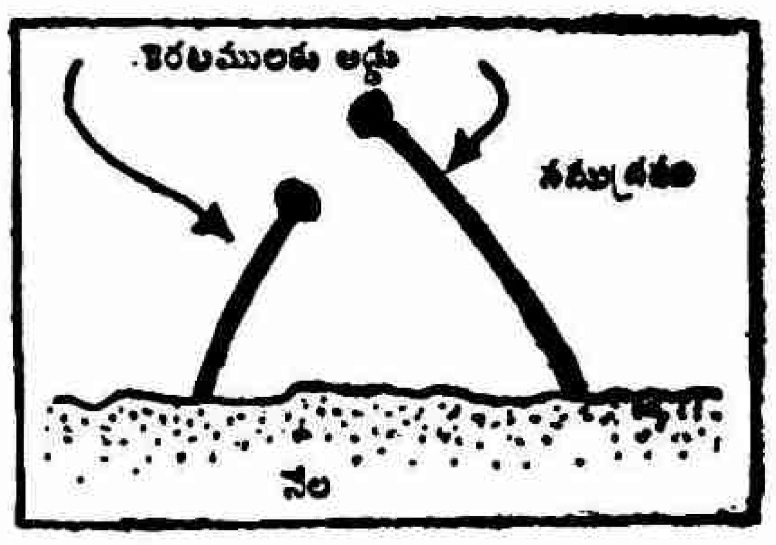
(3) ఫోర్డులు



(7) పక్షిపాద ఆకారమున ఉండు డెల్టా



(4) టెక్టానిక్ అఖాతము



(8) కోస్తా (తీరరేఖ) హార్బరు

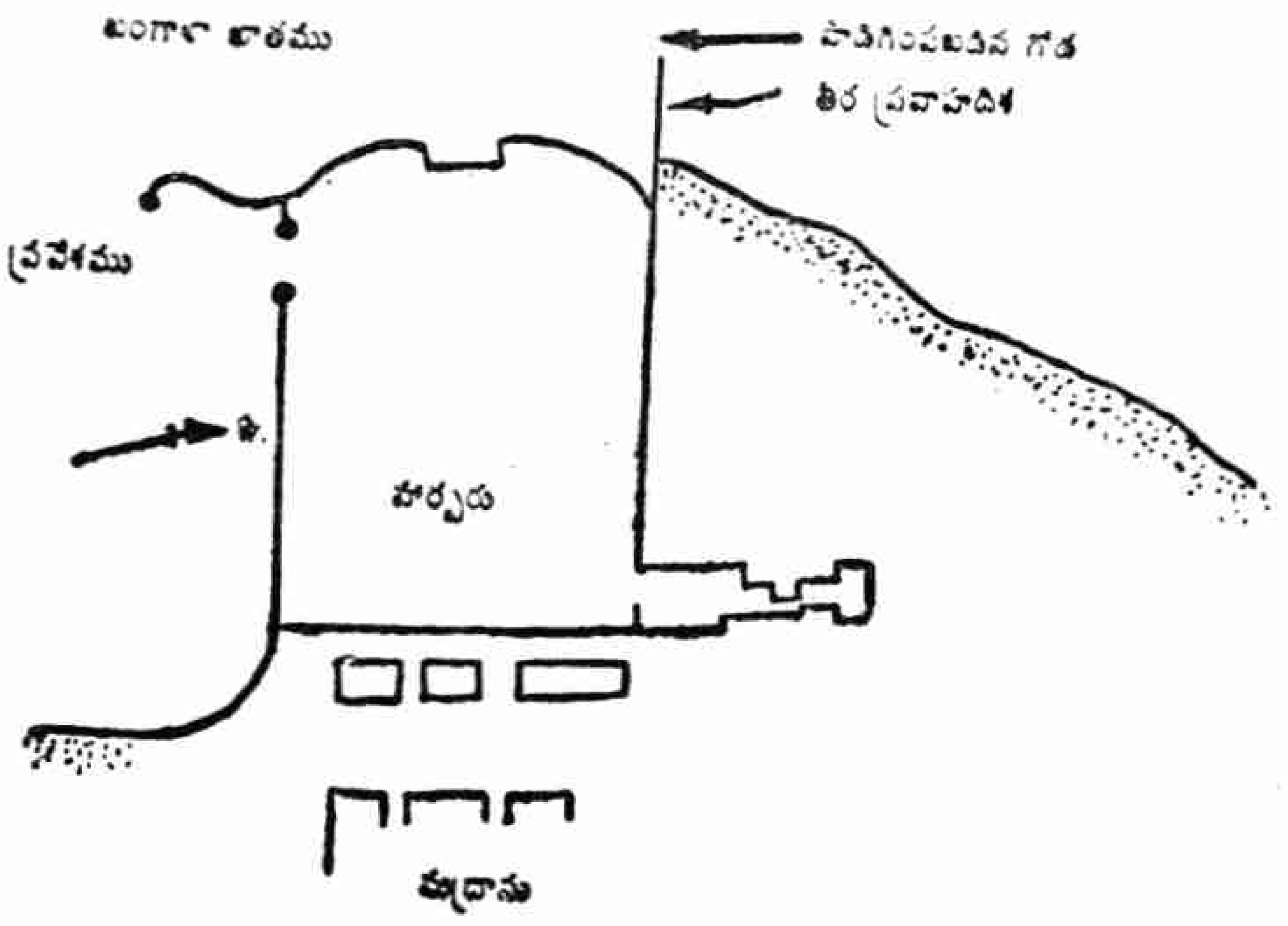
చిత్రము - 1

హార్బరులు ఏర్పాటు చేయుటకు తగు స్థలములు

లేదా ప్రవేశపు కాలువయందు త్రవ్వోడతో ఇసుక మేటను తీసివేయునపుడు, ప్రకృతి బలముల ప్రభావమున తిరిగి కోరుకొనిపోవుట కూడ తటస్థించును. ఈ మేటలు వేయుటకు కారణములు, వాటి పరిమాణములు భిన్నస్థలములందు

భిన్నములుగా ఉండును. ఈ దృక్పథములో కూడ నౌకాశ్రయ విభజన ఇంకొక విధమున చేయబడినది. ఇట్టి విభజన ఆర్థిక పర్యాలోచన బట్టి ఉచితమైనది. ఈ విభజన 1. నదుల ప్రవాహముల హార్బర్లు; 2. నదులకు దూర ప్రాంతము లైన హార్బర్లు; 3. డెల్టా ప్రవాహముల హార్బర్లు; 4. సముద్రపు డెల్టా కాలువలకు దూరముగా ఉన్న హార్బర్లు; 5. నదీ సంగమ హార్బర్లు; 6. తీర ప్రాంత హార్బర్లు.

సహజ నౌకాశ్రయ స్థానములు లభ్యము కానపుడు, సరిగ తీరప్రాంతముననే నౌకాశ్రయము నిర్మించబడును. ఇవి సాధారణ భూభాగములు సముద్రములోనికి చొచ్చుకొని ఉన్నచోట్ల లేదా రెండు అలల గట్లమధ్య అడ్డుగట్టు వేసి ఆవరణ కల్పించి (ఉదా: మద్రాసు) నౌకాశ్రయమును నిర్మింతురు. ఇట్టి హార్బర్లు తీరమునుండి ఇసుకలోనికి ప్రవేశించు ప్రమాదమునకు మిక్కిలి గురియగును. ఇట్టి తీర ద్రవ్యప్రవాహమును అడ్డుటకు ఉచిత కాలీన ఉపాయములు అత్యావశ్యకములు. ఈ ఇసుక మేటల్లోనికి పారకుండ చేయుటకు, ఇసుకను త్రవ్వి వేరుచోట ఎత్తి పోయుట, అలల గట్లను ప్రవేశ ద్వారమువద్ద నిర్మించుట, ఇసుక ప్రవాహమును భంగపరచుటకు దూర దూరము ఉన్న అలల గట్లను నిర్మించుట, ఇసుక మేటను వృద్ధియగు చోటు నుండి దిగువ పారుదల ప్రదేశమందున్న ఇసుక కోరు స్థలమునకు ఎత్తి పోయుట; ఇవి నెలకొల్పబడ వలెను [చూ. చిత్రము - 2].



చిత్రము - 2

మద్రాసు హార్బరు: గోడ పొడిగింపబడి తీరప్రవాహములు అరికట్టబడినవి.

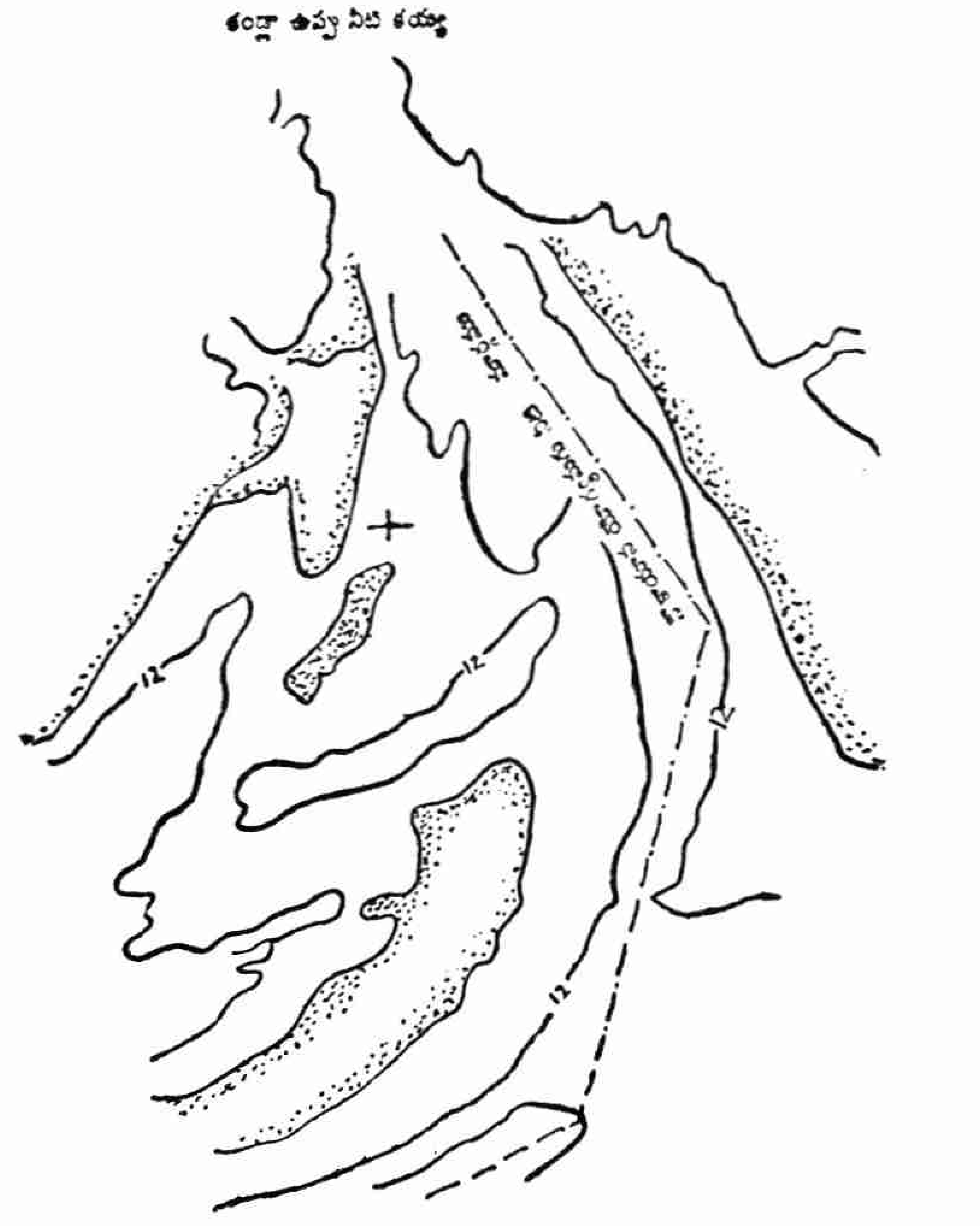
ఆవశ్యక కార్య కలాపము: దృష్టాంతభూతమైన నౌకాశ్రయమునకు ఈ క్రింది లక్షణములు ఉండవలయును; 1. తరంగముల నుండి, గాలులనుండి రక్షణము నొసంగవలెను; 2. చాల విశాల ప్రదేశముపై నౌకలు చరించుటకు కావలసిన లోతు ఉండవలెను; 3. వేసిన లంగరు కరచుకొని ఉండుటకు తగిన నేల ఉండవలెను; 4. అన్ని ఋతువులలో నావలాడుటకు లోతైన ప్రవేశమార్గములు ఉండవలెను; 5. మలిన ద్రవ్యములను తీసివేయుటకు, ప్రసరించుటకు వీలుండునట్లు వేలల పోటు, పాటు పరిమాణ భేదము కొంచెముగ ఉండవలెను; 6. నౌకాశ్రయ జలములు మురికి అగు రేటు మందముగ ఉండవలెను; 7. అలలు, నీరు పొంగు ఉత్పతన వేలలు మొదలైన సంక్షోభములు ఉండకూడదు; 8. ఇసుక మేట తీయుటకు అగు సాంవత్సరిక ధనవ్యయము కనిష్టముగ ఉండవలెను.

తీర ద్రవ్యము - పారుదలలను గురించిన సమస్య: నౌకాశ్రయమును నౌకా సంచార యోగ్యముగ ఉంచుటకు వలయు కార్యకలాపము తృప్తికరముగ ఉండినను హార్బరు సమీపమున కాని లేదా దగ్గర తీర ప్రాంతములందు కాని, తిర్యక్త రంగముల ప్రభావమున ఇసుక మేటలు పడుటను హార్బరు నిర్మాణము ఎక్కువ చేయకూడదు. సహజ నౌకాశ్రయమందు ప్రవేశ ద్వారము లోతుగా త్రవ్వుటవలన తీర ద్రవ్య ప్రవాహమునకు సంక్షోభమేర్పడును. దీని ఫలముగ ప్రవాహపు దిగువకు నేల కోరుకొని పోవుట, ఎగువకు మేట పడుట, ప్రవేశమార్గము మెరకయగుట సంభవించును. ఈ తీర ద్రవ్య ప్రవాహపు సమస్య తృప్తికరముగ పరిష్కరింపబడినచో, నౌకాశ్రయ వృద్ధికి అడ్డుతగులు పెద్ద ఇబ్బంది తొలగింపబడినదియే అగును.

భారతదేశపు నౌకాశ్రయములు: క్రింది చిత్రములు కొన్ని భారతదేశపు నౌకాశ్రయములను చూపుచున్నవి. విశాల పరిశీలనదృష్టిలో, భారతీయతీరరేఖను అరేబియాసముద్రమునకు ఎదురుగ ఉన్న పడమటి తీరము, బంగాళా ఖాతమును చూచుచున్న తూర్పు తీరము అని రెండు భాగములుగ విభజించవచ్చును. తీరద్రవ్యచలనము, గాలి, అలల ప్రభావము, కోరుకొని పోవుట, మేటవేయుట ఈ విషయములను గురించిన విశేషలక్షణములు తూర్పు, పశ్చిమ తీర ప్రాంతములు సమూలమైన భేదములను చూపును. భారతదేశ తీరప్రాంతముల వాయుప్రసరణ పద్ధతి లక్షణములు ఇవి: 1. ఈశాన్య వర్ష పవనములు: ఇది డిసెంబరు నుండి మార్చివరకు వీచును; 2. నైరృతి వర్ష పవనములు: ఇది జూన్ మొదలు సెప్టెంబరు వరకు వీచును; 3. ఏప్రిల్, మే నెలలలో తలయెత్తు వాతావరణపు తప్తస్థితి: ఈశాన్య పవనములు దక్షిణ పవనములకు చోటిచ్చును; 4. సంధికాలపు వర్షపవనములు: ఇది అక్టోబరు - నవంబరు నెలలలో జరుగును. ఈ కాలమున నైరృతి పవనములు ఉత్తరము నుండి వీచు పవనములకు చోటిచ్చును.

పశ్చిమ తీరరేఖ పొడవు 3,200 కిలోమీటర్లు. పడమటి కనుమలు సముద్రతీరమునకు మిక్కిలి సమీపమున ఉండుటచే ఈ ప్రాంతమునందు సముద్రములోనికి తమ నీటిని వెలువు నదుల సంఖ్య చాల తక్కువ. తీరప్రదేశము చాల వరకు ఇసుకతో నిండి ఉండును. ఏవో కొన్ని సముద్రములోనికి చొచ్చుకొని ఉండు బండరాతి తిప్పలు, కొన్ని చిత్తడి నేలలు తప్ప తక్కిన తీరభూమి అంతయు సికతామయము. కోరుకొనిపోవుట అక్కడక్కడ స్థానికముగ సంభవించును. ఇదియైనను తీరమంతట లేచిన నౌకాశ్రయములు, అలల గట్లు మొదలగు కృత్రిమ నిర్మాణముల ఫలము. పశ్చిమ తీరమున ఉన్న రేవు స్థలములు, నౌకాశ్రయములు చిన్నవి పెద్దవి చాల ఉన్నప్పటికిని అందులో ప్రధానమైనవి, పెద్దవి కండ్లా రేవు, బొంబాయి హార్బరు, కొచ్చిన్ హార్బరు అని ఎన్నబడుచున్నవి.

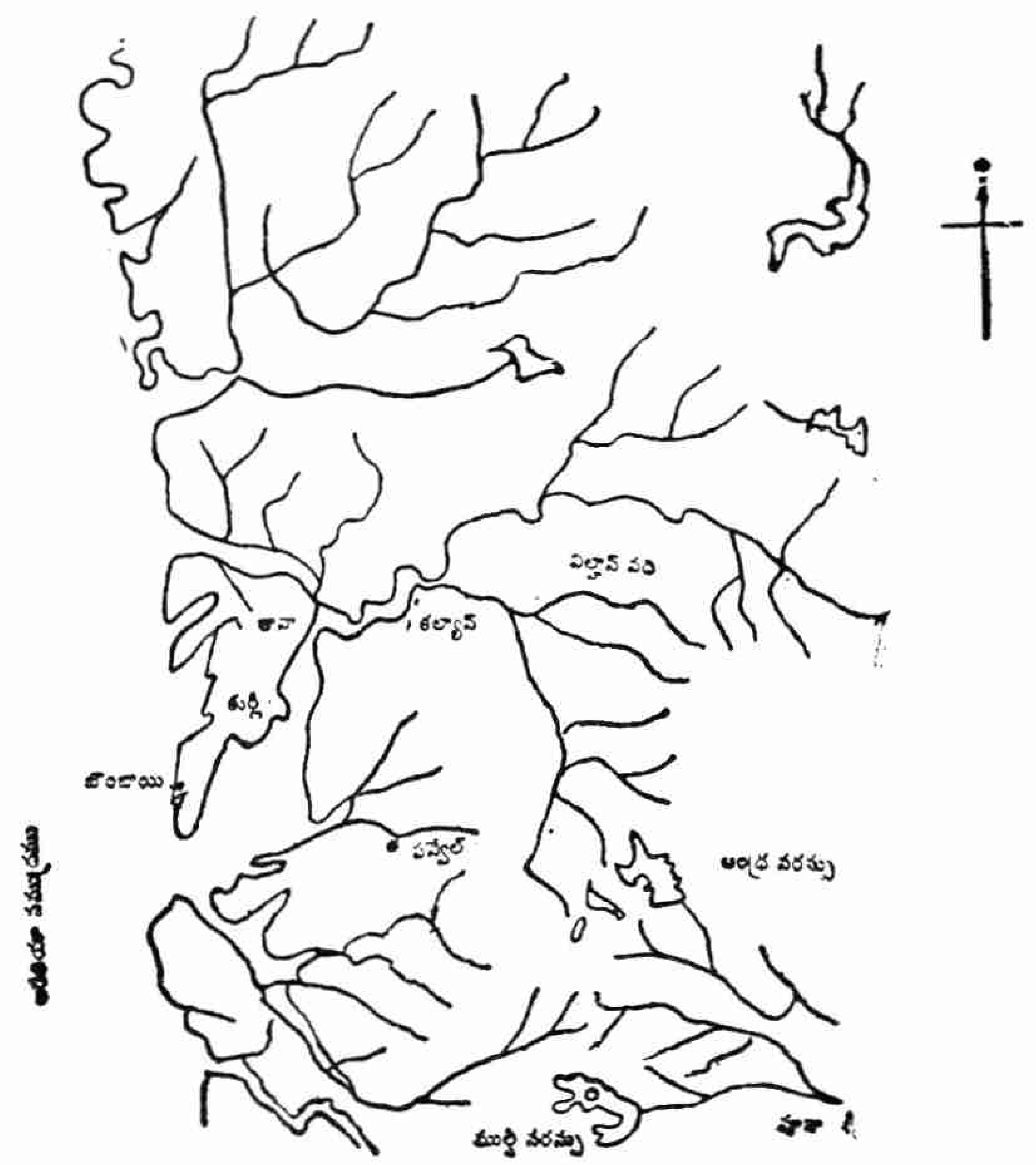
పశ్చిమతీరమున కండ్లా నౌకాశ్రయము ఉత్తరపుకొనను కచ్ సింధుశాఖలో ఉన్నది. తీరరేఖ పల్లముగను, జలప్లుతమై బాడవగను ఉండును. చిన్న చిన్న నదులు, వాగులు ఇందులోనికి ప్రవహించుచు, నైరృతి వర్ష పవనములు వీయు ఋతువునందు ఒక సెకను కాలములో 50,000



చిత్రము - 3 : కండ్లా రేవు

ఘన సెంటిమీటర్ల నీటిని సముద్రములోనికి పంపును. వేలల ఉన్నతి 6 మీటర్ల వరకు ఉండును. కాని, ఒడ్డును ఒరయు అలలు చాల చిన్నవి. వేలలవలన, తరుచుగ వాటి దిశను మార్చుకొనుచు సముద్రములోనికి ప్రవహించు వాగుల ప్రభావమున ఇసుక మేట పడుచుండును [చూ. చిత్రము - 3].

ప్రపంచములో ఉన్న ప్రశస్యతమ నౌకాశ్రయములలో బొంబాయి నౌకాశ్రయము పేరుకన్నది. పెద్ద పెద్ద



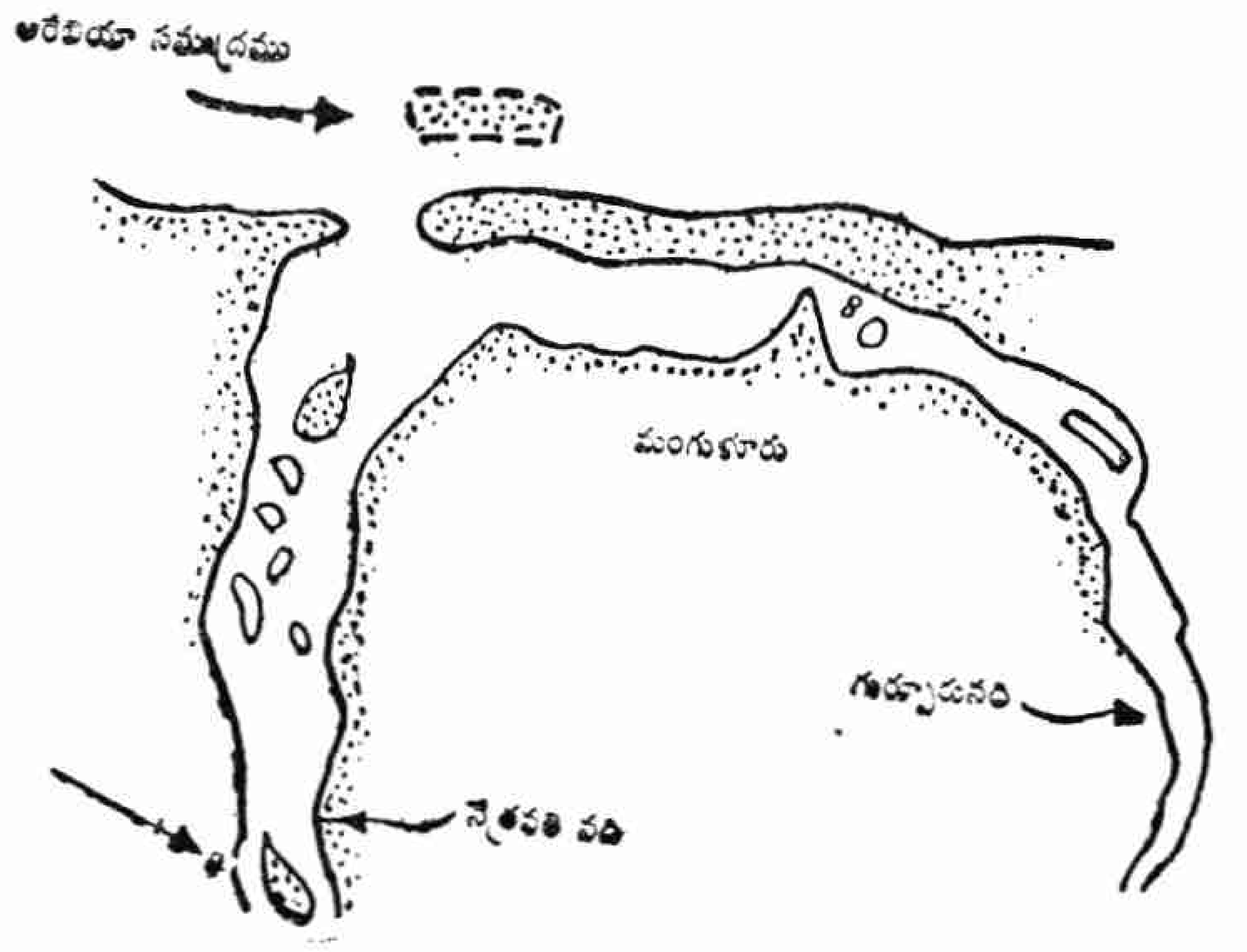
చిత్రము - 4 : బొంబాయి హార్బరు

అలలు పుట్టి తీరమును ఒరయుచున్నను, తీరద్రవ్యసంచారము చాల తక్కువ. దీనితోపాటు, వేలలు ఎక్కువ ఎత్తులో పొడమాడుచుండుటచే, తీరద్రవ్యసంచారము చాల తక్కువ [చూ. చిత్రము - 4].

మార్మగోవా నౌకాశ్రయము చిన్నదైనను సర్వ విధముల బొంబాయి నౌకాశ్రయమును పోలి ఉండును.

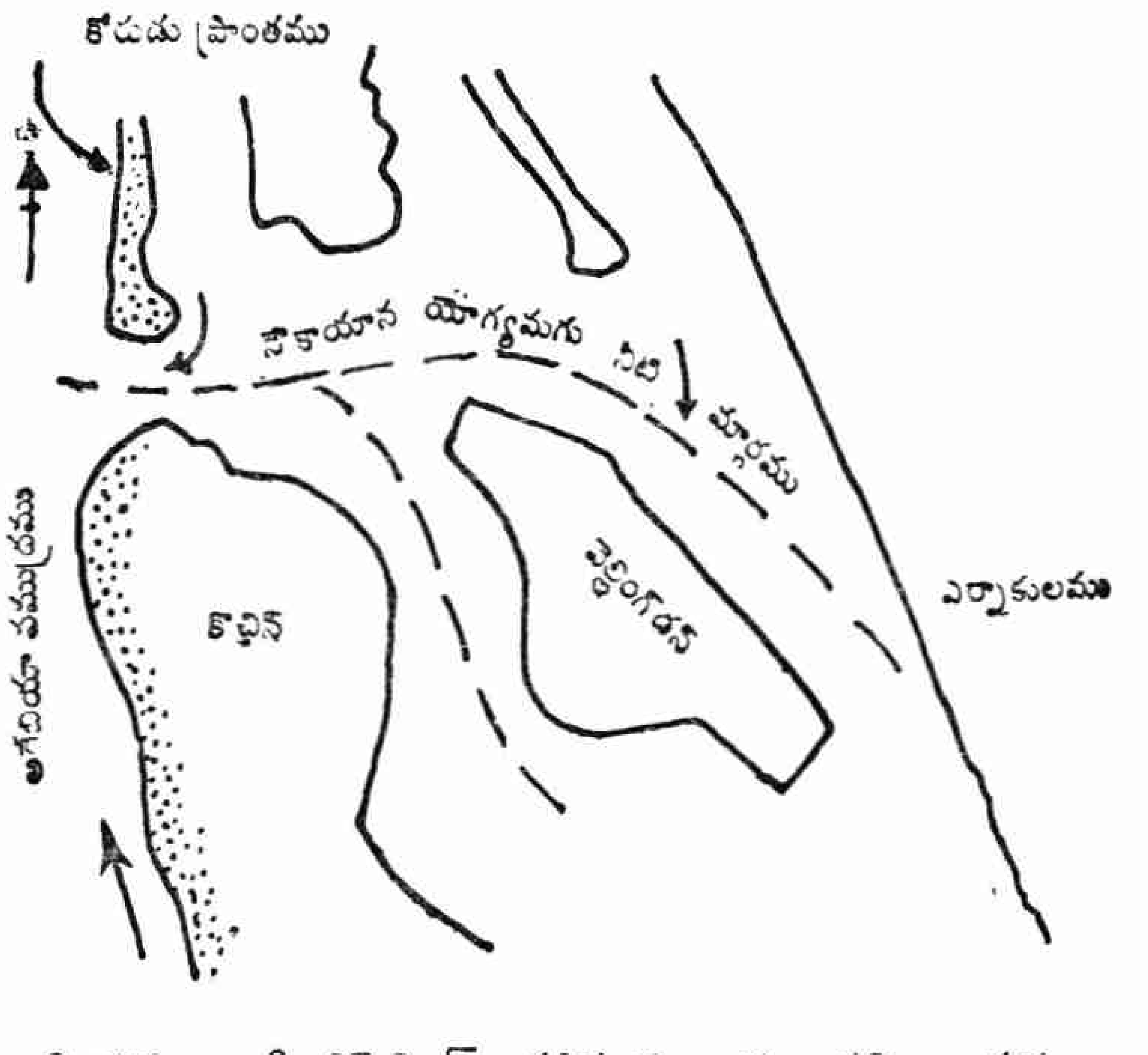
మంగుళూరు రేవు నేడు ఆవరణ లేని సముద్రస్థానము. తీరమునుండి 3½ కిలోమీటర్ల దూరమున కన్న ఎక్కువ దగ్గరకు నౌకలు రాలేవు. గుర్పూరు, నేత్రావతి అను రెండు పెద్ద నదులు ఈ సముద్ర భాగమునకు వాటి నీటిని చేర్చును. అందువలన నైరృతి వర్ష పవనములు వీయు ఋతువులో నదీముఖ సముద్రజలమందు ఇసుక మేట పడును. ఈ రేవుస్థలము నౌకాసంచారయోగ్యముగ ఉంచుటకు ఇసుకను యంత్రములతో తరుచుగ తీసివేయుట ఆవశ్యకము. రెండు వైపుల 300 మీటర్ల అలల గట్లవలనను, త్రవ్వోడను ఉపయోగించి, ఇసుకను త్రవ్వి తీసి, నౌకాసంచార యోగ్యముగ చేయుటవలనను మంగుళూరు రేవు

స్థలము అన్ని ఋతువుల సురక్షితమగు రేవుగ భావియందు వృద్ధిని కనగలదు [చూ. చిత్రము - 5].



చిత్రము - 5 మంగుళూరు రేవు : నదులనుండి ముతక ఖరద ప్రవాహములు ఎక్కువగ ఉండుటచే రేవు అభివృద్ధికి అంతరాయముగ ఉన్నది.

భారతదేశపు నైరృతి కొసను సన్నివిష్టమై ఉన్న కొచ్చిన్ నౌకాశ్రయము దేశమందెల్ల గణనీయమైన నౌకాశ్రయము. తీరద్రవ్య ప్రవాహము విషయమున పశ్చిమతీరము నౌకాశ్రయ నిర్మాణమునకు మిక్కిలి తగి ఉన్నది. కొద్ది సంఖ్య నదులే సముద్రములోనికి ప్రవహించుచుండుటచేత తీరద్రవ్య సంచలనము చాల తక్కువ. కోరుకొనిపోవుట, ఇసుక మేటగాపడుట చాల తక్కువ [చూ. చిత్రము - 6].

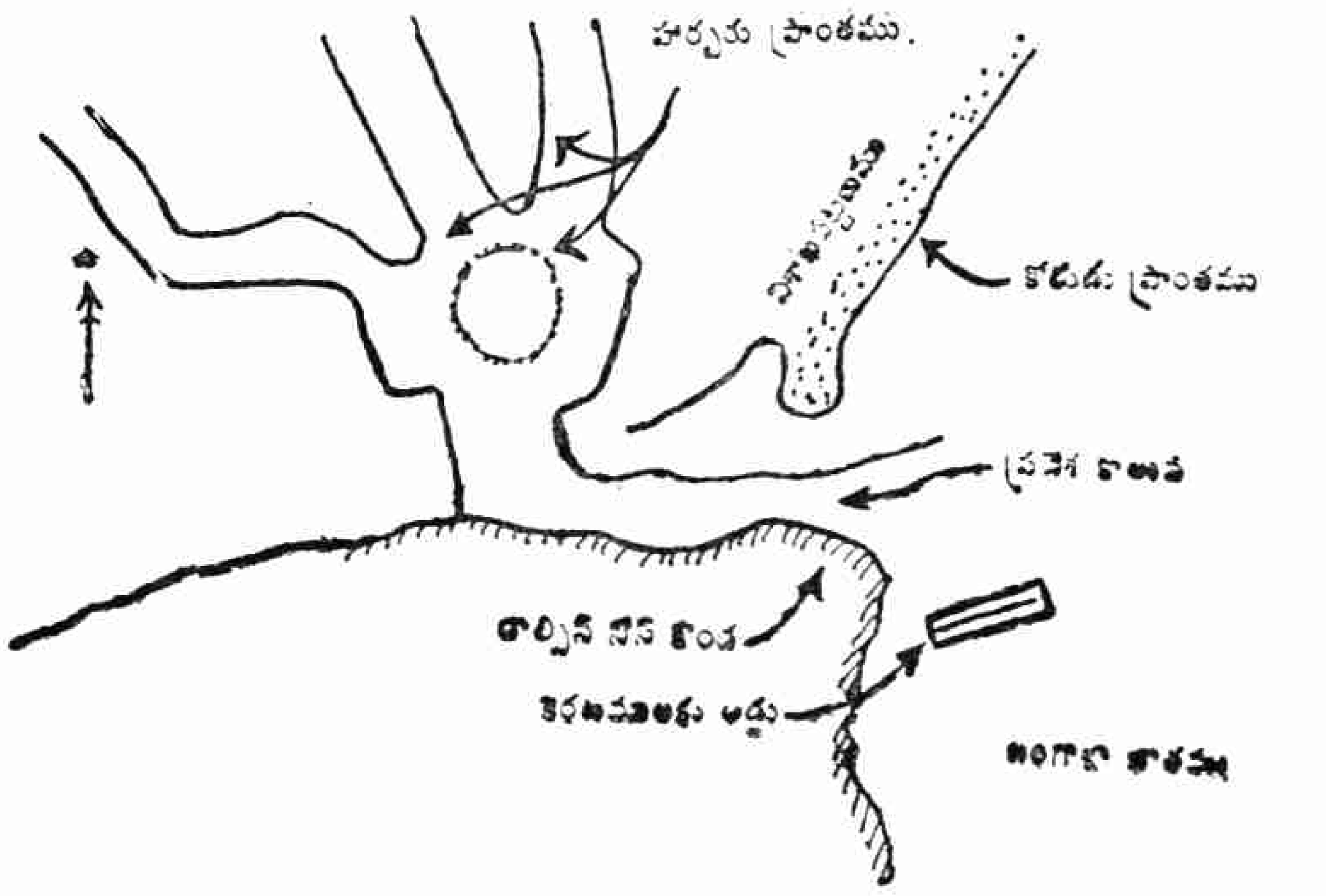


చిత్రము - 6 కొచ్చిన్ హార్బరు : పలుచని బురద, తిరిగి చిన్నచిన్న గుట్టలచే ప్రవాహములు అదుపులో ఉండుటవల్ల త్రవ్వకపు పని అంతగా అవసరము లేదు.

భారతదేశపు తూరుపుకోస్తా రేఖ, దక్షిణమున కన్యాకుమారి అగ్రమునుండి ఉత్తరమున గంగానదీ ముఖము వరకు 2,600 కి. మీ. ల పొడవు గలది. తీరద్రవ్య సంచార విషయములో ఈ తూర్పు తీర లక్షణములు పశ్చిమతీరపు వాటకి చాల విరుద్ధములు. చాల మహానదులు తూర్పు సముద్రములోనికి వాటి నీటిని వెలువును. వాటితో అపార రాశుల ఇసుకను కూడ మోసికొనిపోవును. నౌకాశ్రయములు, ఇతర తీర నిర్మాణములు లేచుటచే తీరద్రవ్య సరణము చాల మట్టునకు అరికట్టబడినది. తూర్పుతీరమందలి నౌకాశ్రయములు, రేవులలో చాల ప్రసిద్ధిని కన్నవి మద్రాసు, విశాఖపట్టణము, పారాదీప్, కలకత్తా. చిన్న రేవులు : (ఇందులో కొన్ని నౌకాస్థానములు) తూత్తుకొడి, నాగపట్టణము, కడలూరు, పుదుచ్చేరి, కాకినాడ, హాల్దియా అనునవి తీరద్రవ్యప్రవాహము అధికముగ ఉండుటచే, వీటిలో చాలవరకు చిన్న నౌకాశ్రయములుగనే ఉండిపోవును. మద్రాసు నౌకాశ్రయము కృత్రిమ నిర్మాణము. తీరమునుండి సముద్రములోనికి చొచ్చుకొనిపోయిన రెండు అలలగట్ల మధ్య ఈ నౌకాశ్రయము ఇమిడి ఉన్నది. హార్బరులోనికి ఇసుక రానీయకుండ సున్నముతో కట్టిన అడ్డగట్టు ఒకటి కలదు. ఇది అలల గట్టునకు దక్షిణమునకు, తూర్పునకు మధ్య ఉన్న దిశగా కట్టబడినది. ఈ 'ఇసుక తెర' తరువాత నిర్మితమైనది. విశాఖపట్టణపు నౌకాశ్రయము మద్రాసుకు చాల ఉత్తరమున ఉన్నది. ప్రపంచములో ఇది గణనీయమైన సహజాశ్రయములలో నొకటి. ప్రక్కల కొండలచే, బండరాళ్ళచే పరిమితమై, ఇది సముద్రములో ప్రవేశించు ఒక చిన్న ఏరుముఖమున ఉన్నది. ప్రవేశద్వారము విరివి తక్కువ. ఇది డాల్ఫిన్స్ నోస్‌కు ఉత్తరమున, విశాఖపట్టణనగరమునకు మధ్యను ఉన్నది. మద్రాసు నౌకాశ్రయమందువలె ఇందు కూడ సముద్రతీర ద్రవ్యసంచారము చాల గడ్డు సమస్య. నౌకాశ్రయము ముఖమువైపుకు సంవత్సరమునకు ఒక పది లక్షల టన్నుల ద్రవ్యసంచారము ఉండును. ఈ తొంబది మీటర్ల ప్రవేశద్వారము అన్ని కాలములలోను నౌకాసంచార యోగ్యముగ ఉంచుటకు, ముంచబడిన రెండు నౌకల రూపమున, తీరముతో సంబంధము లేని అలల గట్టొకటి నిర్మించబడినది. ఇది ఇసుకను రానీయకుండా అడ్డును. ఈ అడ్డంకి కారణముగ గాలికి చాటువైపునకు ఇసుక త్రోసివేయబడును. అచ్చటనుండి దానిని త్రవ్వి ఉత్తరపు ప్రక్కకు పంపు చేయుదురు [చూ. 807 వ పుటలోని చిత్రము - 8].

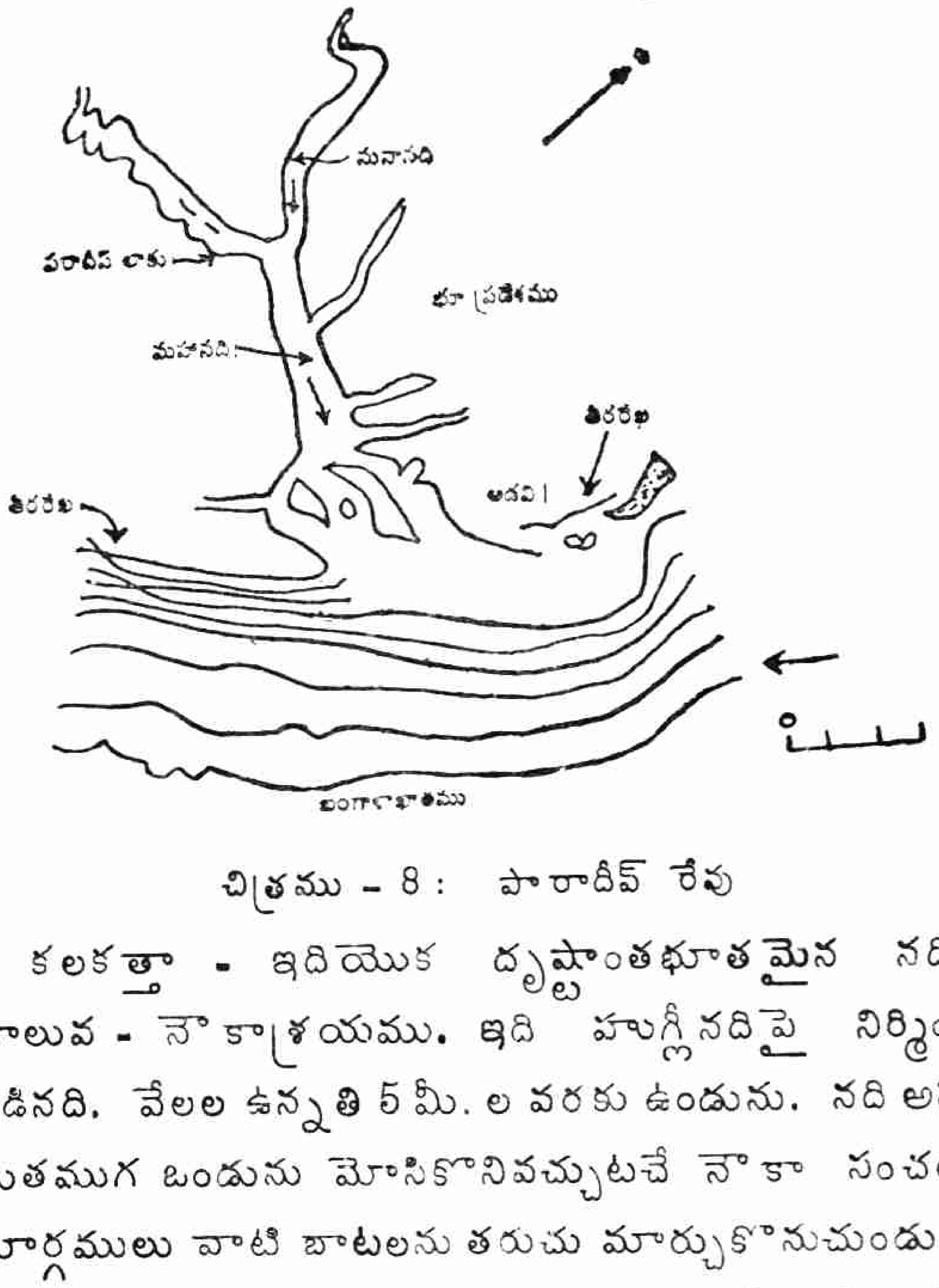
విశాఖపట్టణమునకు, కలకత్తాకు మధ్యగా ఉన్న పారాదీప్ రేవుస్థలము ఇప్పుడు వృద్ధిని కనుచున్నది. బంగాళాఖాతములోనికి ప్రవహించుచున్న మహానది డెల్టాలో ఉన్న ప్రవాహపు కాలువలలో నొకదానిపైన దీని నిర్మాణము

కలదు. నదినుండి అమితముగ కొట్టుకొనివచ్చు ఒండు వలన సహజముగ సంభవించు తీరద్రవ్య స్థలనము కారణ



చిత్రము - 7 విశాఖపట్టణము హార్బరు :
కెరటములకు అడ్డు, వెనుక తీర ప్రవాహము
అడ్డగింపబడి ఉత్తరమువైపునకు పంపుచేయబడినది.

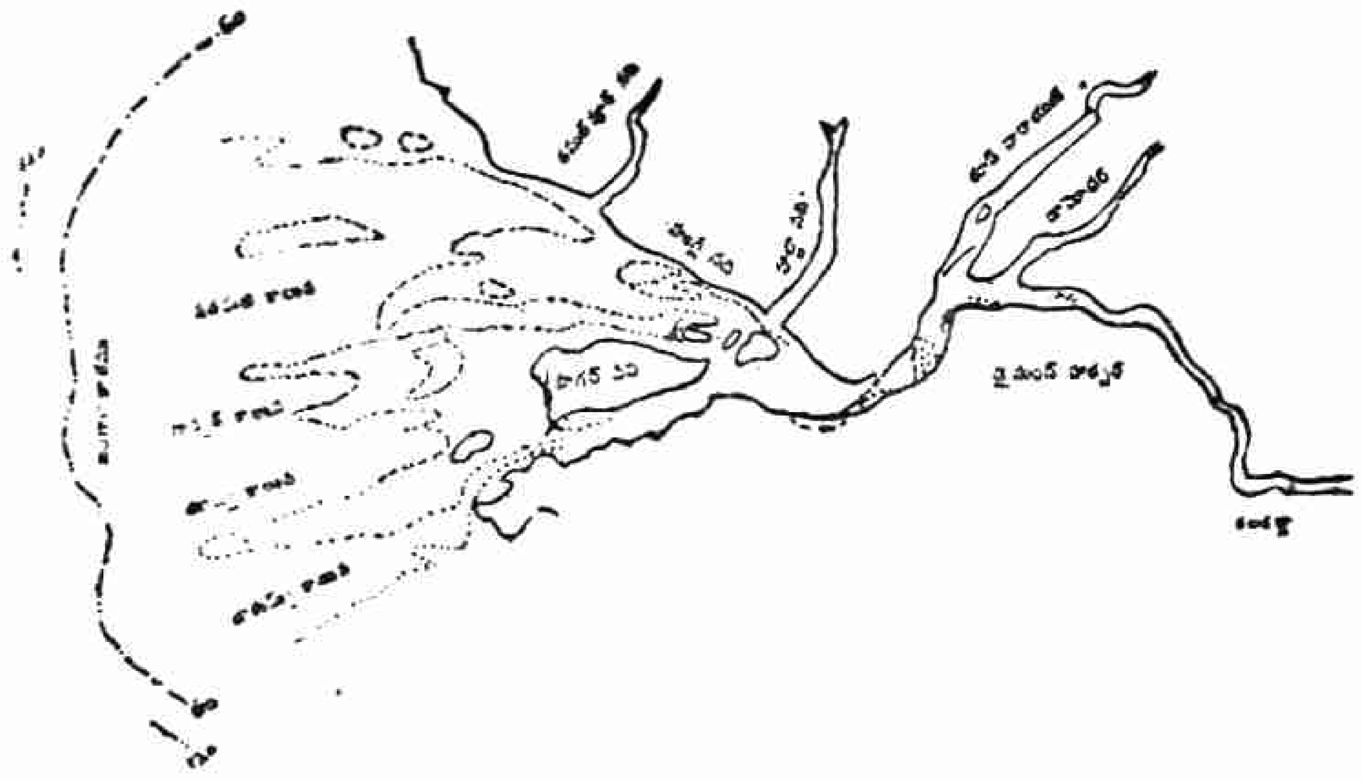
ముగను, నౌకాశ్రయము పడవల సంచారమునకు ఉచిత ముగ ఉంచుట చాల కష్టము [చూ. చిత్రము 8].



చిత్రము - 8 : పారాదీప్ రేవు

కలకత్తా - ఇదియొక దృష్టాంతభూతమైన నది - కాలువ - నౌకాశ్రయము. ఇది హుగ్లీనదిపై నిర్మించ బడినది. వేలల ఉన్నతి 5 మీ. ల వరకు ఉండును. నది అపరిమితముగ ఒండును మోసికొనివచ్చుటచే నౌకా సంచలన మార్గములు వాటి బాటలను తరుచు మార్చుకొనుచుండును. తీరద్రవ్య ప్రవాహప్రమాదము నౌకాశ్రయమునకు లేక పోయినను నది మోసికొనివచ్చు ఒండువలన ప్రమాదము ఎక్కువ [చూ. చిత్రము - 9].

ఇట్లు నౌకాశ్రయ స్థలవరణము, నౌకాశ్రయ నిర్మాణము, ఆ స్థలములందు తీరద్రవ్య ప్రవాహ ప్రమాద పరిమితినిబట్టి ఉండును. భారతదేశపు తూర్పు తీరము వంటి తీరములు నౌకాశ్రయములకు ఉచితమగు స్థానములుగ, తీరద్రవ్య సంచలనమును తగ్గించుటకు కార్ఖానాలుగ నెలకొల్పుటవలన వృద్ధి పొందించవచ్చును. మనోహర్.



చిత్రము - 9 : హుగ్లీ నదీ - కలకత్తా రేవు

హీరాకుడ్ ప్రాజెక్టు : హీరాకుడ్ డాము ఒరిస్సా రాష్ట్రములో సంబల్‌పూర్‌కు 14·4 కి. మీ. దూరమున, మహానదీ, ఇబీనదుల సంగమమునకు దిగువన మహానదిపై నిర్మింపబడినది. ఈ స్థలమువద్ద మహానది రెండు కొండల మధ్యగా పారుచు సుమారు మూడు కిలోమీటరుల వెడల్పు ఉండును. డాము కుడిభుజము నదికి కుడివైపున నదీగర్భము నుండి నిటారుగా ఉన్న చాంద్లీడోంగ్రీ అను కొండతో కలుపబడినది. ఎడమభుజము నదీగర్భమునుండి కొద్ది దూరమున ఉన్న లామ్‌డోంగ్రీ అను కొండకు ఆనుకొని ఉండును. ఈ ప్రాజెక్టులోని ముఖ్యాంగములు : 1. ప్రధాన డాము, కట్టలు; 2. జలవిద్యుత్తు కేంద్రము, ఉన్నత వోల్టేజి ప్రసారక వ్యవస్థ; 3. సంబల్‌పూర్ కాలువ వ్యవస్థ [చూ. పు. 59].

ఈ ప్రాజెక్టు పూర్తియై, 1956, సెప్టెంబరు, 7 వ తేదీ నుండి పంటపొలములకు నీరు సరఫరా అగుచున్నది. రాష్ట్రప్రభుత్వముచేత మంజూరు చేయబడి, రూ. 34 కోట్లు వ్యయమగునని అంచనా వేయబడిన డెల్టా సాగు పథకములో తొలిదశ ఇప్పుడు అమలు చేయబడుచున్నది. విద్యుత్తు ఉత్పత్తివ్యయమును కూడ కలుపుకొన్నచో దాని మొత్తము ఖర్చు రూ. 105 కోట్లు. మలిదశలో డాముకు 27 కి. మీ. దిగువన గల చిప్లిమా వద్ద రూ. 14·32 కోట్ల అంచనా వ్యయముతో విద్యుత్తు ఉత్పాదింపబడును.

డాము, కట్టలు : డాము మహానదికి అడ్డముగా 45·7 మీటరుల ఎత్తున, 4·8 కి. మీ. పొడవున నిర్మింపబడినది. ఇందులో కాంక్రీటుతోను, రాయి - సిమెంటుతోను కట్టబడిన భాగము పొడవు 1,150 మీటరులు; మట్టితో నిర్మింపబడిన భాగము పొడవు 3,650 మీటరులు. డాము గరిష్ఠపు ఎత్తు కాంక్రీటు డామువద్ద 60·9 మీ ; మట్టి డాము వద్ద 59·4 మీ. అదనపు వరద నీరు పోవుటకు 2 స్పిల్ వేలు

డాము నందు కాంక్రీటుతో నిర్మింపబడినవి. నదీగర్భ మట్టమున స్పిల్ వేను చొచ్చుకొన్న 64 దిగువ తూములు ఒక్కొకటి 6 మీ. × 3.5 మీ. సైజున ఏర్పాటు చేయబడినవి. వరదల ప్రారంభమున ఒండ్రుమట్టి విస్తారముగా కల వరద నీరు ఈ తూములనుండి ఆవలికి పోవును. స్పిల్ వేలో 34 రేడియల్ తలుపులు కలవు. ఒక్కొక్క తలుపు ఎత్తు 6 మీటరులు, అంగ వెడల్పు 1.5 మీటరులు. నదికి రెండు వైపుల 21 కి. మీ. మేర మట్టికట్టలు పోయబడినవి. డామువద్ద 725 చ. కి. మీ. విస్తీర్ణముతో ఏర్పడిన జలాశయములో 814 కోట్ల ఘనపు మీటరు నీరు నిల్వ ఉండుటకు అవకాశము కలదు. అయితే, కనీసపు నిల్వ 230 కోట్ల ఘనపు మీటరులు.

విద్యుత్తు కేంద్రము : ఇందు ప్రస్తుతము 4 జనిత్రములు మొదటి దశలో మొత్తము 1,23,000 కిలోవాట్ల ప్రతిష్ఠాపిత శక్తితోను, రెండవ దశలో 1,09,500 కిలోవాట్ల మొత్తము ప్రతిష్ఠాపిత శక్తితోను పని చేయుచున్నవి. ఇచట ఉత్పాదింపబడిన విద్యుత్తు ఉన్నత వోల్టేజి ప్రసారక తంత్రుల ద్వారాను, 9 ఉపకేంద్రముల ద్వారాను ఒరిస్సాలోని గనులు కల యావత్ప్రదేశముతో కూడిన 800 కి. మీ. దూర ప్రాంతమునకు అందింపబడుచున్నది.

సంబల్‌పూర్ కాలువ వ్యవస్థ : ఇందు 888 కి. మీ. మేర విస్తరించిన కాలువలు, పంటకాలువలు, పిల్ల కాలువలు కలవు. వీటివలన ఒరిస్సాలోని సంబల్‌పూర్, బోలింగర్ జిల్లాలలో 4.9 లక్షల హెక్టేరుల భూమికి నీరు సరఫరా అగును.

మహానదీ డెల్టాకు నీటి పారుదల : రెండవ విద్యుత్తు కేంద్రములో అనగా రెండవ దశలో విద్యుత్తు ఉత్పాదనకు వినియోగింపబడిన తరువాత నీరు మరల నదిలోనికి విడువ పడి, కటక్‌కు 11 కి. మీ. ఎగువన నారాజ్ వద్ద కట్టబడిన వెయిర్ వద్ద నిల్వ చేయబడి, కటక్, పూరీ జిల్లాలలోని 4 లక్షల హెక్టేరుల పంట భూములకు కాలువల ద్వారా నీరు తరలింపబడుచున్నది. ఇది మహానదీ డెల్టా నీటి పారుదల పథకములో ఒక భాగము.

ప్రయోజనములు : ఈ డెల్టా నీటి పారుదల పథకముతో సహా హీరాకుడ్ డాము జలాశయము నీటివల్ల 8.9 లక్షల హెక్టేరుల విస్తార ప్రాంతమునకు నీటి ప్రయోజనము చేకూరును. దీనివల్ల ఏటేట సంబల్‌పూర్, బోలింగర్ జిల్లాలలో 2 లక్షల టన్నులు, కటక్, పూరీ జిల్లాలలో 1.8 లక్షల టన్నులు వరి అదనముగా పండునని అంచనా వేయబడినది. పరిమిత ప్రాంతములలో ఎండకాలపు వరిపంట కూడ లభించవచ్చును.

ఈ ప్రాజెక్టు నిర్మింపబడక పూర్వము ఆ ప్రాంతమున మొత్తము విద్యుదర్థనము 30,000 కిలోవాట్లు మాత్రమే ఉండెడిది. తరువాత అది విశేషముగ పెరిగినది. ఇచ్చటి విద్యుత్తు కేంద్రములు విద్యుత్తు ఉత్పత్తిని ప్రారంభింపక పూర్వమే అచ్చట ఉత్పత్తికి సమానమైన గిరాకీ ఏర్పడినది. అందువలన రాష్ట్రములో విద్యుత్తు ఉత్పత్తిని ఇతోధికముగ పెంచవలసిన పరిస్థితి వచ్చినది. రూర్‌కెలా ఉక్కు కర్మాగారము యొక్క, హీరాకుడ్ వద్ద గల అల్యూమినియము కర్మాగారము యొక్క విద్యుత్తు అవసరములను కూడ ఈ జలవిద్యుత్తు కేంద్రము తీర్చుచున్నది.

హీరాకుడ్ ప్రాజెక్టు ఆహార, విద్యుత్తు ఉత్పత్తులకే కాక, విశాల ప్రాంతములకు మహానదీ వరద బీభత్సమును చాలవరకు తగ్గించుటకు కూడ సహాయకారి అయినది.

కె. వి కృ.

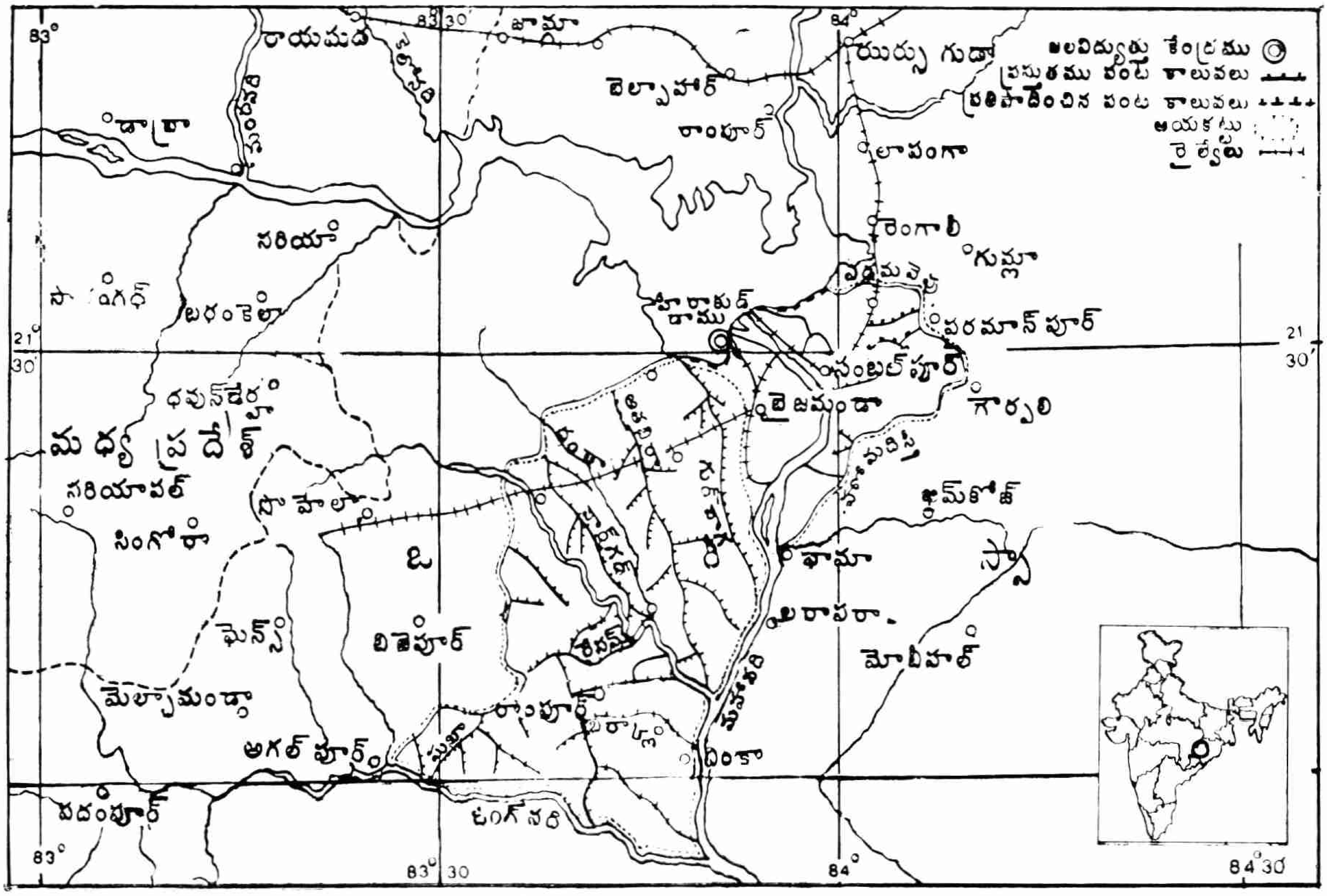
హెలి కాప్టర్ : చూ. విమానములు - పు. 764.

హైడ్రాలజీ : చూ. జల శాస్త్రము - పు. 358.

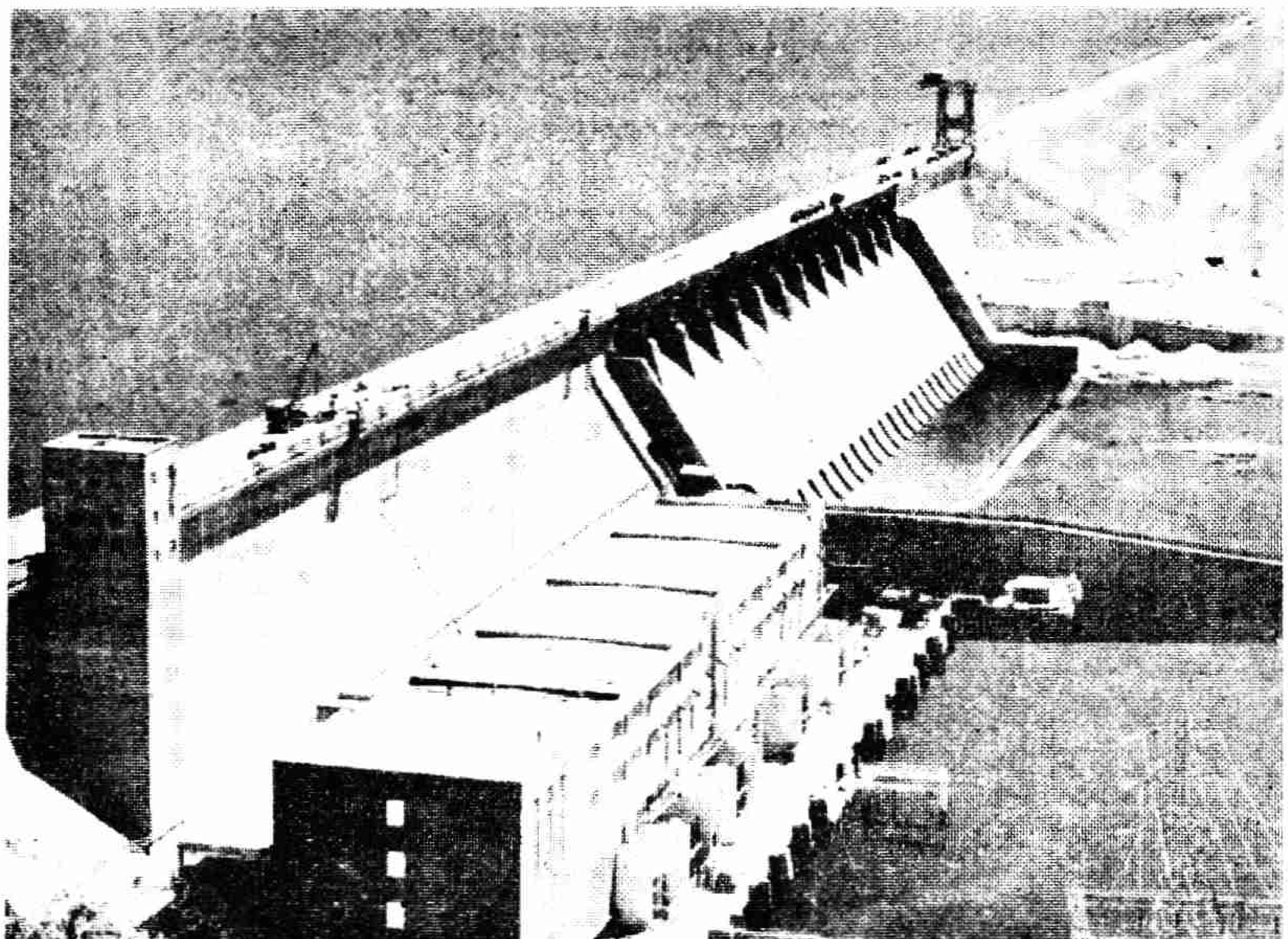
హైడ్రాలిక్ నమూనాలు : వైజ్ఞానిక, ఇంజనీరింగు క్షేత్రములలో హైడ్రాలిక్ నమూనాల సహాయమున పరిశోధన జరుగుట భారత దేశములో స్వాతంత్ర్య సంపాదన తరువాత ప్రారంభించబడినది. గత కాలమందు ఇంజనీరింగు జ్ఞానవృద్ధి కేవల ప్రాయోగిక నియమములపై, నిర్మాణమందు ప్రత్యక్షముగా ఆర్జించబడిన అనుభవముపై ఆధారపడి ఉండెడిది. ఇప్పుడు అతి క్లిష్టమైన నిర్మాణములు కూడ ముందు నమూనాలను సృజించి వాటి అనుశీలనవలన ఆర్థికముగ ఎక్కువ లాభము చేకూరునట్లు సాధించబడుచున్నవి. జలప్రవాహమును నియమించు బలములు అనేకములు కలవు. వీటి విజ్ఞానము, సాంకేతిక శాస్త్రము ఇంత వృద్ధిని కన్న నేడు కూడ కచ్చితముగ నిర్ణయించుట కష్టసాధ్యము.

ఇటీవలవరకు అనేక నిర్మాణముల డిజైను విశ్లేషణ పద్ధతులు సాంకేతికముల పై ఆధారపడి ఉండెడివి. కాని, నేడు ముందు నమూనాలను సృజించి, వాటి కూలంకష పరీక్షవలన ఇంజనీరింగు ప్రయోగ జ్ఞానము అద్భుతముగ అభివృద్ధిని అందుకొనినది.

విమానశాస్త్రజ్ఞుడు తాను నిర్మించిన నమూనాలను గాలి సొరంగములలో పరీక్షించి, వాటి మంచి చెడ్డలను నిర్ణయించును [చూ. వాయుగతి శాస్త్రము పు. 713]. అటులనే మెకానికల్ ఇంజనీరు టర్బయినుల, పంపుల నమూనాలను కట్టి వాటి దక్షతను పరీక్షించును. అంతిమవస్తు రచనా పరిస్థితులకు నమూనా తగినదని తెలిసికొని ప్రధాన నిర్మాణమునకు కడంగుదురు.



హీరాకుడ్ ప్రాజెక్టు



హీరాకుడ్ డాము : ఒరిస్సా రాష్ట్రమున మహానదిపై నిర్మించిన డాము. మధ్యన 1,150 మీ. పొడవు గల కాంక్రీటు స్పిల్ వే (ఎత్తు 61 మీ.); ఇరువైపులా మొత్తం 3,652 మీ. పొడవు గల మన్ను డాము (ఎత్తు 59.4 మీ.). ఇందలి విశిష్టత: భారత దేశమున నిర్మించిన మన్ను డాములలో కెల్లా ఇది అత్యంత భారీ అయినది. నీటినిల్వ 810 శతకోటి ఘనమీటరులు.

Blank Page

ఇట్లు హైడ్రాలిక్ నమూనాలను హైడ్రాలిక్ శాస్త్రమందు ఉపయోగించుట లాభకరమని నిస్సందేహముగ సమర్థించబడినది [చూ. హైడ్రాలిక్ శాస్త్రము. పు. 810].

నమూనా అనుశీలన సిద్ధాంతము : నమూనాలను రచించి, వాటి ప్రయోగముల వలన లభ్యమైన ఫలములు ప్రధాన నిర్మాణమునకు సవిశ్వాసముగ వినియోగించబడవచ్చును అను నిర్ణయమునకు వచ్చుటకు నమూనాలకు కొన్ని లక్షణములు ఉండవలెను. ఈ లక్షణములు హైడ్రాలిక్స్ సాదృశ్య సూత్రములపై ఆధారపడి ఉన్నవి. మూడు విధముల సాదృశ్యములుకలవు: 1. జ్యామితీయ, 2. శుద్ధగతి శాస్త్రీయ; 3. గతిశాస్త్రీయ. జ్యామితీయ సాదృశ్యమనగా ఆకృతి సాదృశ్యము. అనగా నమూనాయందును, ప్రతికృతియందును అనురూప దైర్ఘ్యముల నిష్పత్తి ఒకే రీతిని ఉండవలెను. శుద్ధగతి శాస్త్రీయ సాదృశ్యమనగా - చలన రీతి సాదృశ్యము. గతి శాస్త్రీయ సాదృశ్యము బల సాదృశ్యముపై ఆధారపడి ఉండును.

సమస్యల జాతులు : హైడ్రాలిక్ నమూనాల అనుశీలన వలన జయప్రదముగ సాధించబడతగిన సమస్యలు అనేకములు. అందులో ఎక్కువ పరిచితములైనవి క్రిందివి : 1. ఉన్నత గుణకములు గల జల సేతువుల నిర్మాణము, పొర్లుకట్టల నిర్మాణము, వీటిక్రింద జలమును పారించుటకు ఉపాయముల రచన; 2. ఉత్థాన ప్రేషమును గురించిన, కణమయ తల్పములగుండ ప్రవాహమును గురించిన అనుశీలన; 3. సైఫన్ పొర్లు బాటల నిర్మాణము; 4. సుషిరీకరణ పరీక్ష; 5. అనేక జాతుల శీర్ష విధాన పద్ధతులు; 6. ఉపసేతువులు, వంతెనలు; 7. నదీప్రవాహ నియంత్రణను గురించిన వివిధములగు కార్ఖానాలు; 8. ప్రవాహానుశీలన; 9. కాలువలలో నీటి ప్రవాహమును కొలుచు మీటరులు; 10. జల ద్వారముల, సొరంగముల రచన; 11. కాలువల నిర్మాణము, అందు జలపాతముల, పరివర్తనముల రచన; 12. నదుల వేలలను గురించిన సమస్యలు; 13. సాంద్రతా ప్రవాహములు మొదలగునవి.

హైడ్రాలిక్ నమూనాల జాతులు: వీనిని స్థూలముగ రెండు జాతుల క్రింద విభజించవచ్చును : 1. సంపూర్ణ ఆకృతి సాదృశ్యము గల జ్యామితీయ సాదృశ్యపు జాతులు; 2. వికృత నమూనాలు.

మొదటి జాతివి దార్ఢ్యత గలవి - అనగా వికృతిని చెందునవి; రెండవ జాతివి దృఢములు గాని, అర్ధ దృఢములు గాని లేదా వికారశీల తల్పములు కాని కావచ్చును. డాములు, పొర్లు కట్టలు, సైఫన్లు, కాలువలు, హార్బర్లు. ఇందు తరంగముల ప్రభావములను అనుశీలింతురు. తల్పముల ఆకారములు అంత ప్రధానముగ గణించబడని నదుల నమూనాలు దృఢ జాతులు కావచ్చును; నదికి చెందు తల్ప వికారముల అనుశీలనకు ఒకప్పుడు నమూనాలు చలనశీలతల్పములు కలవి కావచ్చును.

మానములను ఎన్నుకొనుట : నమూనాల పరిమాణములను నిర్ణయించుటకు ఉచిత మానములను ఎన్నుకొనవలెను. ఈ ఎన్నిక : 1. ఆకాంక్షించిన యథార్థత; 2. కావలసిన చోట విసర్జనము, మానపరికరముల అందుబాటు; 3. ధనవ్యయము వీటినిబట్టి ఉండును. సాధారణముగ నమూనాల నిర్మాణమునకు అగు ధనవ్యయము వాటి సహాయమున లబ్ధమగు ఆర్థిక లాభములో చాల తక్కువ అంశముగా ఉండును. యథార్థత విషయమై నమూనా పెద్దదగు కొలది యథార్థత పెరుగును.

నమూనాలకు ఉపయోగించు మాన నిష్పత్తులు : జ్యామితీయ సాదృశ్యము గల నమూనాలలో, దైర్ఘ్య - మాన నిష్పత్తి L_r అయిన ఎడల

వేగమానము $V_r = L_r^{\frac{1}{2}}$

విసర్జన మానము $Q_r = L_r^{\frac{5}{2}}$

కాలమానము $T_r = L_r^{\frac{1}{2}}$

నిమ్నతా మానము $S_r = 1$

నమూనా రచన, దానితో ప్రయోగముల నిర్వహించుట: ప్రతికృతితో జ్యామితీయ సాదృశ్యము కల నమూనాలు, పొర్లు కట్టలు, సేతువులు, కాలువలు, సైఫన్లు మొదలైనవి దార్ఢ్యముగల నమూనాలుగా నిర్మింతురు. వీటిని కొయ్యతో గాని, ఇటుకలతో గాని, సిమెంటుతో గాని నిర్మింతురు.

నదుల నమూనాలు సంపూర్ణముగ దార్ఢ్యము గల వాటినిగ గాని లేదా కొట్టుకొని పోబడు ద్రవ్యముతో గాని నిర్మించబడును.

నమూనాను పనిచేయించు కాలము అవసరమునుబట్టి మారుచుండును. నది నమూనా విషయమై, వరదలు సంభవించు కాలమును అనుసరింతురు.

సత్యాపన సూత్రము : ప్రతి రూపమందు ప్రత్యవేక్షించబడిన పరిస్థితులు నమూనాలో యథార్థముగ అనువదింపబడవలెను. ఇట్టి స్థితిలోనే నమూనాపై గావించబడిన ప్రయోగమునుండి లబ్ధమైన ఫలము ప్రతికృతిలో కూడ కన్పట్టునని మనము ఆకాంక్షించవచ్చును.

మాన ప్రభావము : పొర్లు కట్టలు, ద్వారములు వంటి నిర్మాణముల విసర్గ గుణకములను, ప్రేష లక్షణములను నిర్ణయించుటలో ఉచితమైన రూపాంశమును యథార్థముగ అనుకరింపుటలో తారసిల్లు కష్టమువలనను, కొన్ని

మధ్యమాన బలములు మానవశ్యములు కాకుండటవలనను వివిధ మానములు గల నమూనాలను ఉపయోగించి ఫలములను శోధింతురు.

నదీప్రవాహ నియంత్రణము : నదీప్రవాహ మార్గములను నియంత్రించుటకు, ప్రవాహమును నదీగతుల తప్పకుండ చేయుటకు నదీ తల్పమును నియంత్రించుటకు, దాని ఆకృతిని వరదల ప్రమాదము లేకుండ సాగునట్లు చేయుటకు, ఒడ్డులు విస్తారముగ ఒరయకుండుటకు, తల్పమునకు అడ్డముగ ఉన్న కట్టడముల ప్రక్కకు నదీ గతిని మళ్లించుటకు చేయ బడు ఉద్యమములు నదీనియంత్రణ కార్యకలాపములు.

నదీ నియంత్రణను సాధించు పద్ధతులు : 1. సేతువులకు, బరాజులకు ప్రవాహ నియంత్రణార్థమై గట్లు నిర్మించుట; 2. వరదల ప్రమాదమును అరికట్టుటకు గట్లను కట్టుట; 3. గట్లు కలములు వేయకుండ వాటిని రాతి లేదా సిమెంటు పలకలచే దిట్టపరచుట; 4. వరదల మట్టములను దించుటకు, వరదలు సాగు కాలమును తగ్గించుటకు నదికి ఎగువను వాలు కొమ్ములను కట్టుట; 5. ప్రవాహమునకు లంబముగ గాని లేదా కొంత వాలుగ గాని తీరములనుండి గోడలు కట్టుట; 6. నదీప్రవాహ వేగమును పంచి, నియంత్రించుటకు కృత్రిమ ద్వీపములను నిర్మించుట.

నమూనా అనుశీలన యొక్క పరిమితత్త్వము : నమూనా పరీక్ష హైడ్రాలిక్ సమస్యల పరిష్కారమునకు చాల ఉపకారకమైనను ప్రతికృతిలో ప్రవాహమును నియ మించు బలములనన్నిటిని నమూనాలో అనుకరించుట సాధ్యము కామిచే, నమూనా అనుశీలన యొక్క ఉప యోగము పరిమితమైనది.

నమూనా, ప్రతికృతుల ప్రవర్తన : నమూనా అనుశీలన ఫలముల ఉపయోగ్యతను నిర్ణయించుటకు, నమూనాతో గావించబడిన ప్రయోగముల ఆధారమున ఆకాంక్షించ బడిన ప్రవర్తన లక్షణముల విషయమై ప్రతికృతి యొక్క ప్రవర్తనను గుర్తెరుంగుట ఆవశ్యకము. అందువలన అన్ని నిర్మాణముల ప్రతికృతులయందును, వాటి ప్రవర్తనను నిర్ణ యించుటకు ఉచితమైన ప్రయోగ పరికరమును వాటియందు స్థాపించి, నమూనాలో కన్పట్టిన ప్రవర్తనను, ప్రతికృతి ప్రవర్తనము ఎంతవరకు అనుసరించినదో అరయ వలయును.

కొన్ని దృష్టాంతములు : తుంగనదీపై షిమోగావద్ద ఆనకట్ట 1953 లో నిర్మించబడినది. అప్పటినుంచి పై చెప్పిన ప్రతికృతి ప్రవర్తనను గురించిన ప్రత్యవేక్షణలు ప్రారంభించ బడినవి. ఈ ప్రత్యవేక్షణల ఫలముగ నమూనా ప్రతికృతుల ప్రవర్తనల మధ్య ప్రవాహ పరిస్థితుల విషయమై అత్యా సన్న సాదృశ్యము ఉన్నదని తెలిసినది.

నిగమనము : నమూనా అనుశీలన విధానమునందు కనుపట్టిన వృద్ధి హైడ్రాలిక్ విజ్ఞానమును ఎక్కువగ ఉత్తేజించి ఇంజనీర్లకు చేయూత నొసంగినది. కాని, ఈ విజ్ఞానము ఇంకను ప్రాయోగిక దశలోనే ఉన్నది. అందు నమూనాల అనుశీలన, ప్రత్యక్ష సమస్యల పరిష్కారమునకు మిక్కిలి ఆవశ్యకమైనది. ఈ అనుశీలనను కొనసాగించినచో హైడ్రాలిక్ విజ్ఞానమునకు నేటి కన్న ఎక్కువ హేతు బద్ధమైన మూలాధారము లభించును. ఈ చిన్న నమూనా బౌద్ధికాన్వేషణకు ఒక చిహ్నము; గర్భాంకుర రూపమున ఉన్న మానవ పురోగతికి నిదర్శనము. నరసింహమ్.

హైడ్రాలిక్ బ్రేకు : చూ. ఆటోమొబైల్ బ్రేక్ - పు. 199.

హైడ్రాలిక్ శాస్త్రము : జలగతి, జలస్థితి శాస్త్రముల సూత్రములను ఇంజనీరింగు శాస్త్రమందు తారసిల్లు ప్రాయో గిక సమస్యలకు వినియోగించు శాస్త్రము హైడ్రాలిక్స్. ఈ శాస్త్రమందు వివరించబడు వినియోగ్య విషయములు క్రిందివి. అనేక విధముల నీటిని నియంత్రించు యంత్ర పరి కరముల వినియోగము, సహజ జలమార్గముల జలప్రవా హమును నియంత్రించి, దానిని గొట్టముల, కాలువల గుండ ప్రవహింపచేయుట, నదులనుండి, జలాశయములనుండి శక్తిని ఉత్పాదించుట, నీటిని ఒక మట్టమునుండి దాని మీది మట్టమునకు ఎత్తుట; ఆవశ్యకమైనచో ఇతర ద్రవ జాతులకు కూడ ఈ శాస్త్రము వినియోగ్యము.

దృష్టాంత ప్రవాహముల లక్షణ పరీక్ష హైడ్రోడైన మిక్స్ (జలగతి శాస్త్రము); వాస్తవిక ప్రవాహముల లక్షణ పరీక్ష హైడ్రాలిక్స్ శాస్త్రము.

విశ్రాంతిలో ఉన్న ప్రవాహుల సమతులిత స్థితిని విచారించు శాస్త్రము హైడ్రోస్టేటిక్స్. దీని విషయమైన నియమములు వాస్తవికములు, అవాస్తవికములు అగు ప్రవాహములకు అన్వయించును. అందుచేత హైడ్రోడైన మిక్స్, హైడ్రాలిక్ శాస్త్రముల సంప్రదాయములు ఏక విషయ నిష్ఠములు.

ప్రవాహుల ప్రధాన భౌతిక ధర్మములు : ద్రవముల గతిని శాసించు ప్రధాన భౌతిక ధర్మము లివి : సాంద్రత, స్నిగ్ధత, నోదనీయత.

నీటియొక్క నోదనీయత అత్యల్పమగుటచే స్థిర చలన మును గ్రహించిన నీరు, గణన వ్యవహారమందు సుంతే నియు నొక్కబడదనియే గ్రహించవలెను. సంవృత నాళ మందు ప్రవహించుచున్న నీటియొక్క చలనములు అకస్మాత్తుగ మార్పులు సంభవించునెడల, నోదనీయత గణనలోనికి తీసికొని రావలసినంత ప్రాముఖ్యము ఏర్ప

డును. దృష్టాంతమునకు నీరు పారుచున్న నాళపు చివరను ఉన్న వాల్వును హఠాత్తుగ తెరచిన గాని లేదా మూసిన గాని నీటియొక్క నోదనీయత ప్రత్యక్ష గోచరమగును.

ఒత్తిడిలో కన్పట్టు హెచ్చుదలకు, ఆయతన సంకోచ శాతమునకు గల నిష్పత్తిని నోదన మధ్య గుణకమందురు ; ఇది 'K' చే తెలుపబడును.

$$K = \frac{\text{ఒత్తిడిలో పెచ్చు}}{\text{ఆయతన సంకోచము శాతములో}} \times 100$$

విశ్రాంత స్థితిలో ద్రవమునందు ముంచిన ఒక తలమునకు అభిలంబముగ ద్రవము ప్రేషమును నెరపును. విశ్రాంత స్థితిలో ఉన్న ద్రవశరీరమందు ఏస్థలము నందైనను కనుపట్టు ప్రేషము ఆ స్థలమునకు ఉపరితలము ఎంత ఎత్తున ఉన్నదో ఆ ఎత్తును ఆ ద్రవముయొక్క యూనిట్ భారముచే గుణించిన లభ్యమగును.

$$p = \gamma h \ (h = \text{ఎత్తు లేదా లోతు})$$

ద్రవగతి : ద్రవగతిని నియంత్రించు నియమములు ఈ క్రింది సమీకరణములచే సూచించబడును.

సాతత్య సమీకరణము : ఒక జలవాహక నాళమందు గాని, కాలువయందు గాని పారుచున్న నీటియొక్క ఘన పరిమాణపు రేటు, ఆ నీటయొక్క మధ్య మాన వేగము 'V'. ఆ నాళము లేదా ఆ కాలువయొక్క ఆనుక్రమిక ఛేద వైశాల్యము 'A' వీటి గుణనఫలమును పట్టి ఉండును.

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

గతిభార సమీకరణము : F_x ఏ దిశలోనైన ప్రవాహ వేగమునుమార్చుటకువలయు F_x (బలము) $= Q\left(\frac{\gamma}{g}\right)$ ను ఆ దిశలో వేగమందు జరిగిన మార్పుచేత గుణించిన లభ్యమగును. ఇచ్చట x దిశను తెలియచేయును.

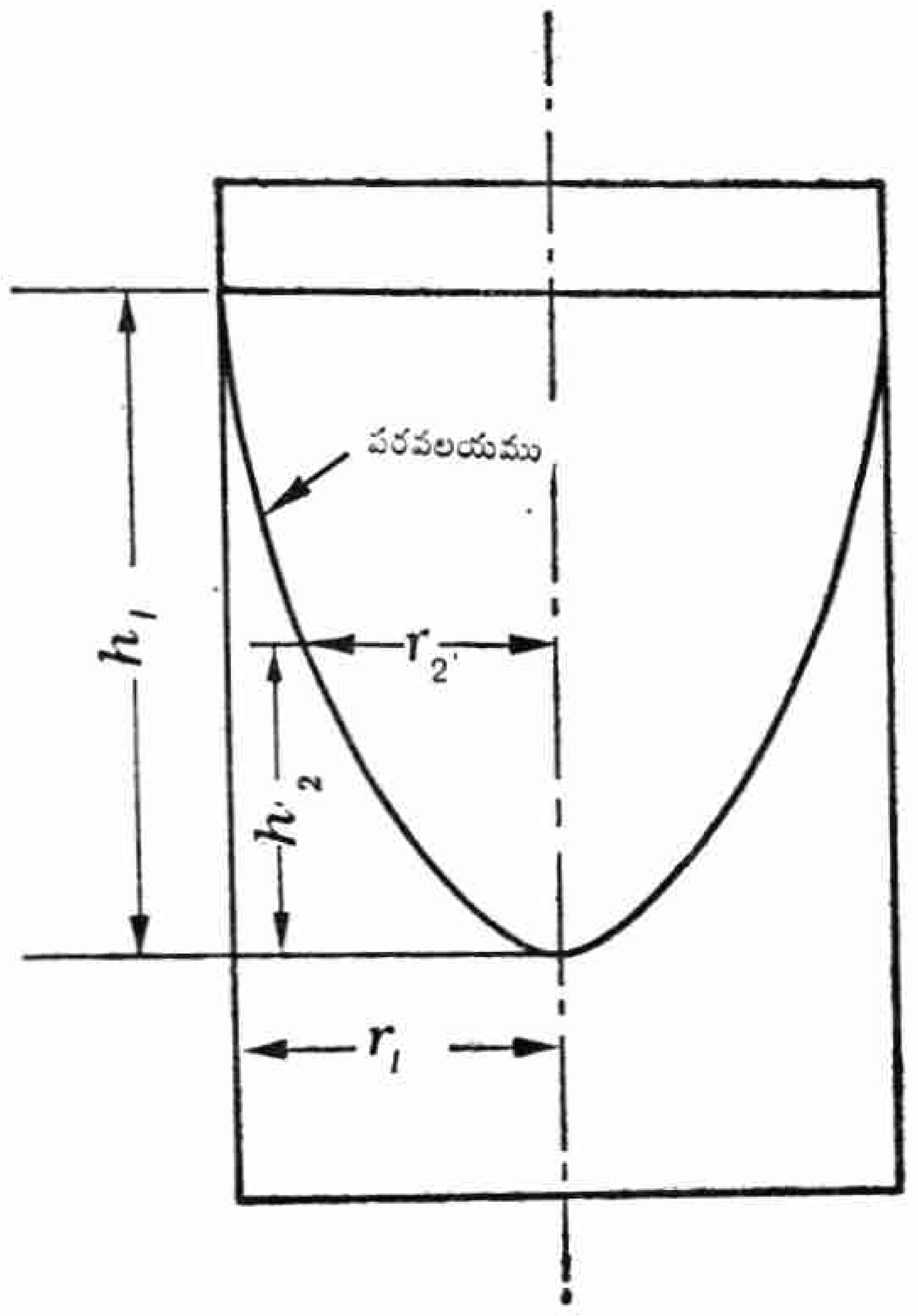
$$F_x = Q \cdot \frac{\gamma}{g} (V_2 - V_1)_x$$

శక్తి సమీకరణము : ద్రవగత శక్తికి మూడు ప్రభవ స్థానములు కలవు : 1. ద్రవముపై ఉన్న ప్రేషము ; 2. దాని ప్రవాహ వేగము ; 3. ఒక దత్త అనుద్భూతశక్తిసోపానము నుండి దాని ఎత్తు ; (ఈ శక్తి అనుద్భూతశక్తి), ప్రేషశక్తి, చలనశక్తి, స్థితిజశక్తి; వీటిని ఒక యూనిట్ ద్రవద్రవ్యసంచయమును మానముగా గొని లెక్క కట్టవచ్చును. ద్రవపు సాంద్రత γ అగునేని పౌ॥/చ. అ., ఒక ద్రవపు ఏకాంక ద్రవ్య సంచయమునకు గల శీర్షము అడుగులలో వ్యక్తపరచినప్పుడు ఈ క్రింది సమీకరణము లభ్యమగును :

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z$$

ఈ శక్తి సమీకరణమునకు బెర్నౌలీ సిద్ధాంతమని పేరు. స్నిగ్ధత లేనిది, నొక్కుకు లొంగనిది, చలనములో ఉన్నది, ఘటక కణముల మధ్య సాతత్యము కలది అగు చల ద్రవమునందుండు మొత్తపు శక్తిలో ఒక బిందువునుండి ఇంకొక దానికి ఆ జలము ప్రవహించునపుడు మార్పేమీ ఉండదు. అనగా ద్రవశరీరపద్ధతియందు ఒక బిందువు వద్ద కన్పట్టు స్థితిజశక్తి, గతిశక్తి, ప్రేషశక్తి ఈ మూడిటి మొత్తము. అట్టి ఇంకొక బిందువు వద్ద ఈ మూడిటి మొత్తమునకు సమముగా ఉండును [చూ. చిత్రము - 1].

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z = \text{స్థిరాంకము.}$$



చిత్రము - 1 : బద్ధిత శీర్షము

ఆవర్త చలనము : ఒక ద్రవ్య సంచయము మొత్తముగ చలించునపుడు అది రెండు విధముల చలనములలో ఎద్దానినైన చూపును. బలాత్కృత ఆవర్తచలనము స్వేచ్ఛావృత్తచలనము. మొదటి రకపు ఆవృత్తచలనము నీరున్న పాత్రను గిరగిర త్రిప్పునపుడు దృష్టిగోచరము అగును; రెండవది పాత్రలోని నీరును చేతికర్రతో కదలించి గిరగిర త్రిప్పునపుడు కన్పట్టును. ఆవర్తచలనమందు శక్తిని ప్రవేశపెట్టుటయో లేదా ద్రవమునుండి శక్తిని ఆర్జించుటయో జరుగును. అందువలన బెర్నౌలీ సిద్ధాంతము ఇట్టి చలనమునకు అన్వయించదు [చూ. 812 పుటలోని చిత్రము - 2].

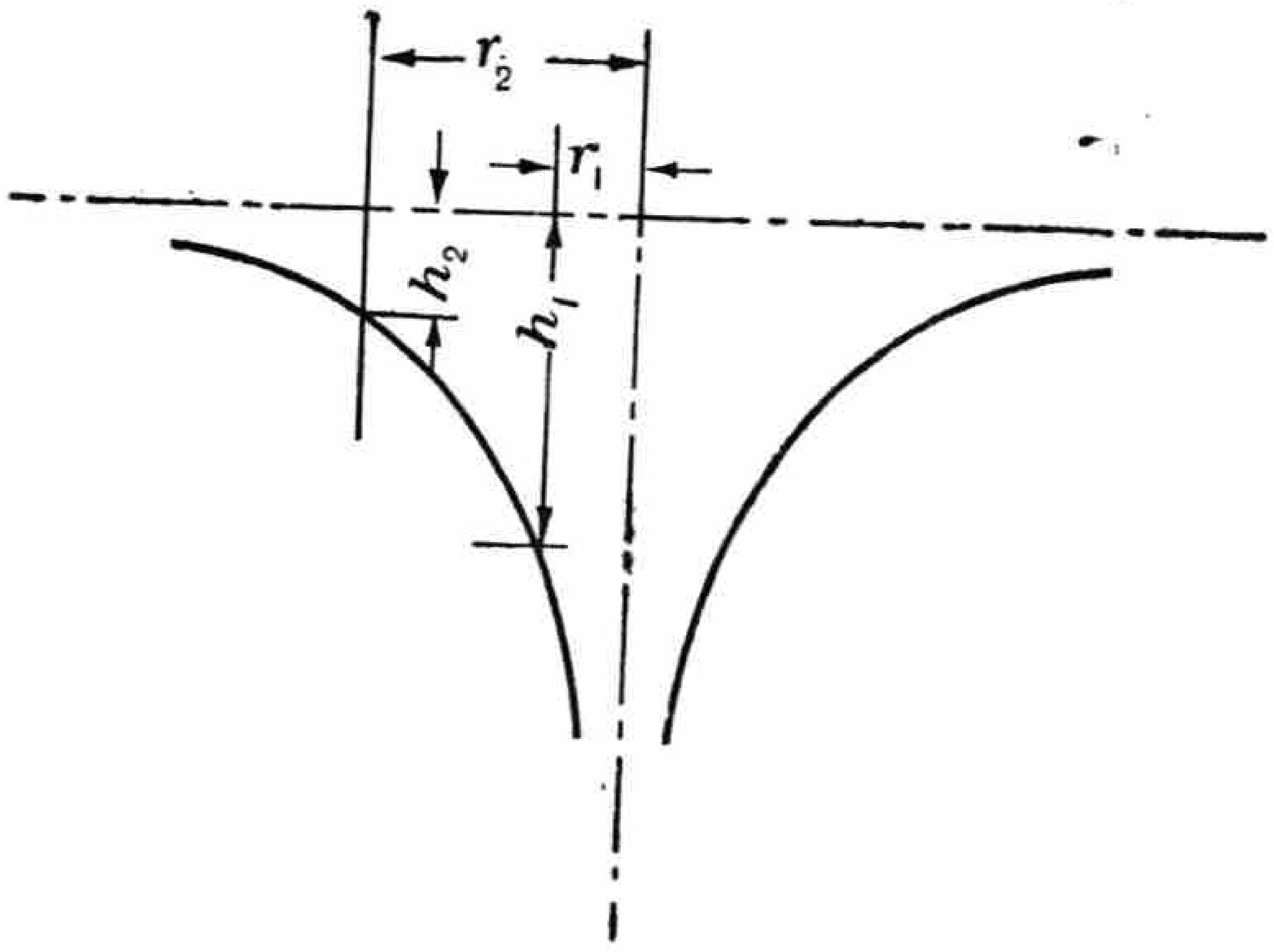
బలాత్కృత ఆవర్తములో సుడియొక్క వేగము దాని అర్ధవ్యాసముతో సమనిష్పత్తిలో ఉండును.

$$\frac{V}{r} = \omega = \text{స్థిరాంకము}$$

ద్రవ శరీరమున రెండు బిందువుల మధ్యనైననుగాని, పరిభ్రమణతలము మీదనైనను గాని క్రింది సంబంధము కానవచ్చును.

$$h_1 - h_2 = \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g}$$

తిరుగుచున్న ద్రవ స్వేచ్ఛాతలము ఘనపరవలయాకారమును గ్రహించును. బలాత్కృత ఆవృత్త చలన సిద్ధాంతము



చిత్రము - 2 : స్వేచ్ఛావృత్త చలనము

సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపుల నిర్మాణమందు వినియోగమును కనుచున్నది, ఒక జలాశయము అడుగున ఉన్న కన్నము గుండ ప్రవహించు జలము స్వేచ్ఛావృత్త చలనమునకు పరిచిత దృష్టాంతము. ఒక సేచ్ఛావృత్తమందు శక్తిరాశి మారదు ; అందువలన బెర్నౌలీ సిద్ధాంతము దీనికి పట్టును. ఈ పక్షమందు వేగము సుడియొక్క అర్ధవ్యాసముతో విలోమ నిష్పత్తిలో ఉండును [చూ. చిత్రము - 2].

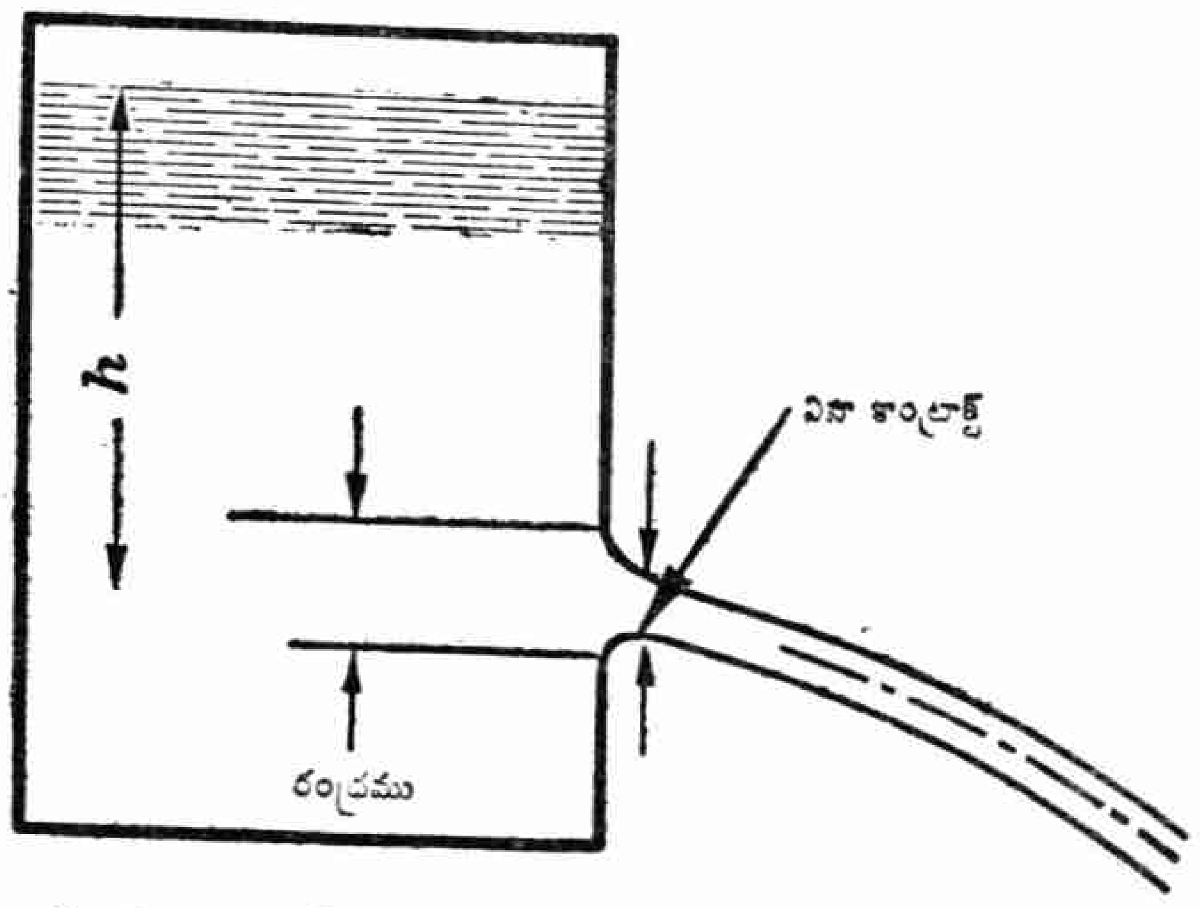
$$V_1 r_1 = V_2 r_2 = \text{స్థిరాంకము}$$

ఈ రకపు ఆవృత్త చలనములో ద్రవశరీరమందు లేదా ద్రవతలమందు ఏ రెండు బిందువుల మధ్యనైనను ఈ క్రింది సంబంధము ఉండును.

$$\frac{V_2^2}{2g} = \frac{V_1^2}{2g}$$

నాళము యొక్క వంపులో లేదా సైఫన్ నిర్గమన ద్వారశీర్షమందు కన్పట్టు చలనము సేచ్ఛావృత్త చలన నియమమును ఇంచుమించుగా అనుసరించును.

కన్నములగుండ ప్రవాహము : చిన్న కన్నము : టాంకుల నుండి చిన్న కన్నముల ద్వారా జలబహిర్గమనమునకు చెందిన సమస్య హైడ్రాలిక్ శాస్త్రజ్ఞులకు చాల ప్రధానమైనది. 300 ఏండ్ల క్రిందట స్థాపితమైన టారిసెల్లి సిద్ధాంతము నిర్గమన వేగము, ద్రవము యొక్క స్వేచ్ఛా ఉపరితలము నుండి కన్నమువరకు గల అనులంబదూరము 'h' యొక్క వర్గమూలమునకు అనుపాతికముగ ఉండును.



చిత్రము - 3 : రంధ్రమునుండి ప్రవాహము

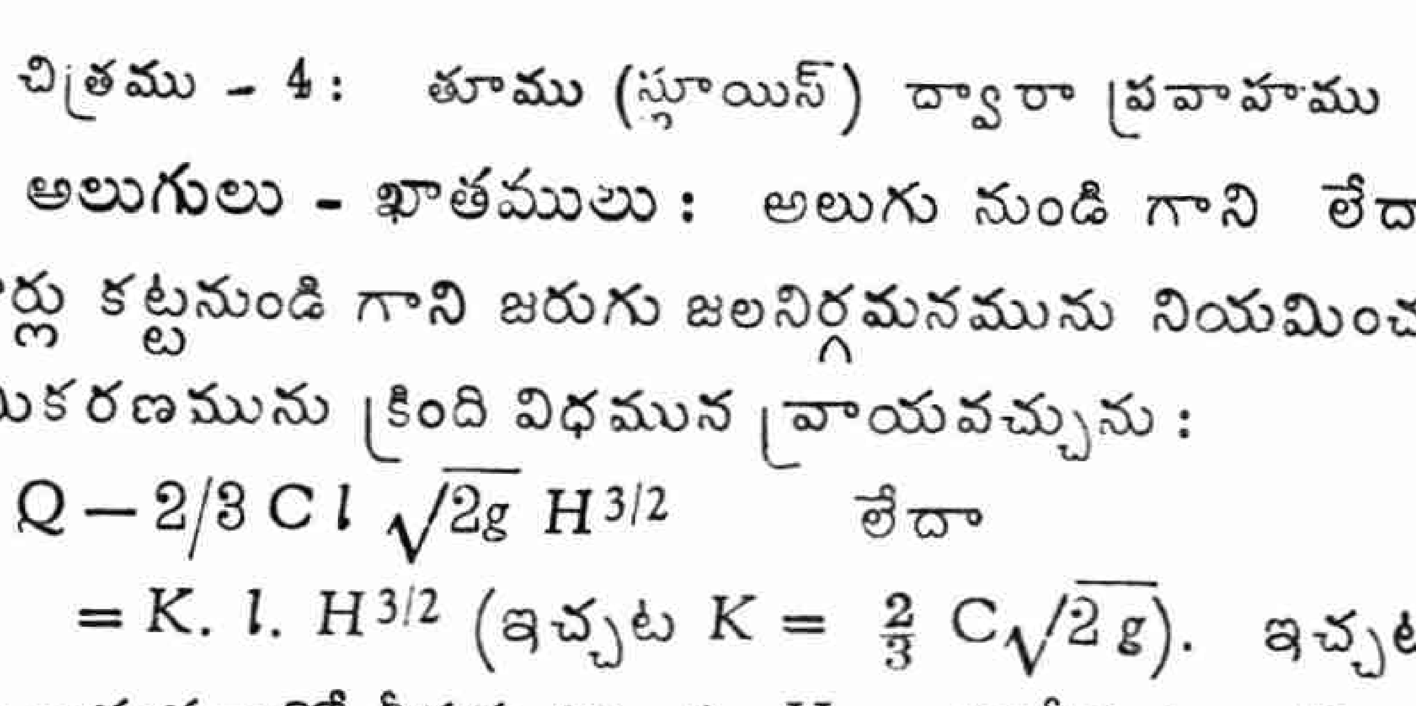
నిర్దిష్ట కాలమున కన్నము ద్వారా నిర్గమింపబడు ద్రవ ఆయతనమును క్రింది సమీకరణమును ప్రయోగించి పొంద వచ్చును. ఇచ్చట Q ప్రవాహపు ఆయతనపు రేటు ; A కన్నపు వైశాల్యము ; g భూమ్యాకర్షణబలము 32·2 అ/సె. ; C నిర్గమన గుణకము. తొట్టెనుండి బయటకు పొడుచుకొని ఉండు గొట్టమునకు $C = 1$ (దాదాపు) ఉండును.

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2gh}.$$

తూము : తూము గుండా జలము యొక్క నిర్గమనము కన్నమునుండి దాని నిర్గమనమును పోలిఉండును.

$$Q = \tfrac{2}{3}C \cdot b\sqrt{2g}\left[\left(H+d\right)^{3/2} - H^{3/2}\right]$$

b = జ్వలదారపు వెడల్పు ; d = జలద్వారపు ఎత్తు ; H = జలద్వారపుశిఖరమువరకు ఉన్న జలశీర్షము $C = 0{\cdot}6$.



చిత్రము - 4 : తూము (స్లూయిస్) ద్వారా ప్రవాహము

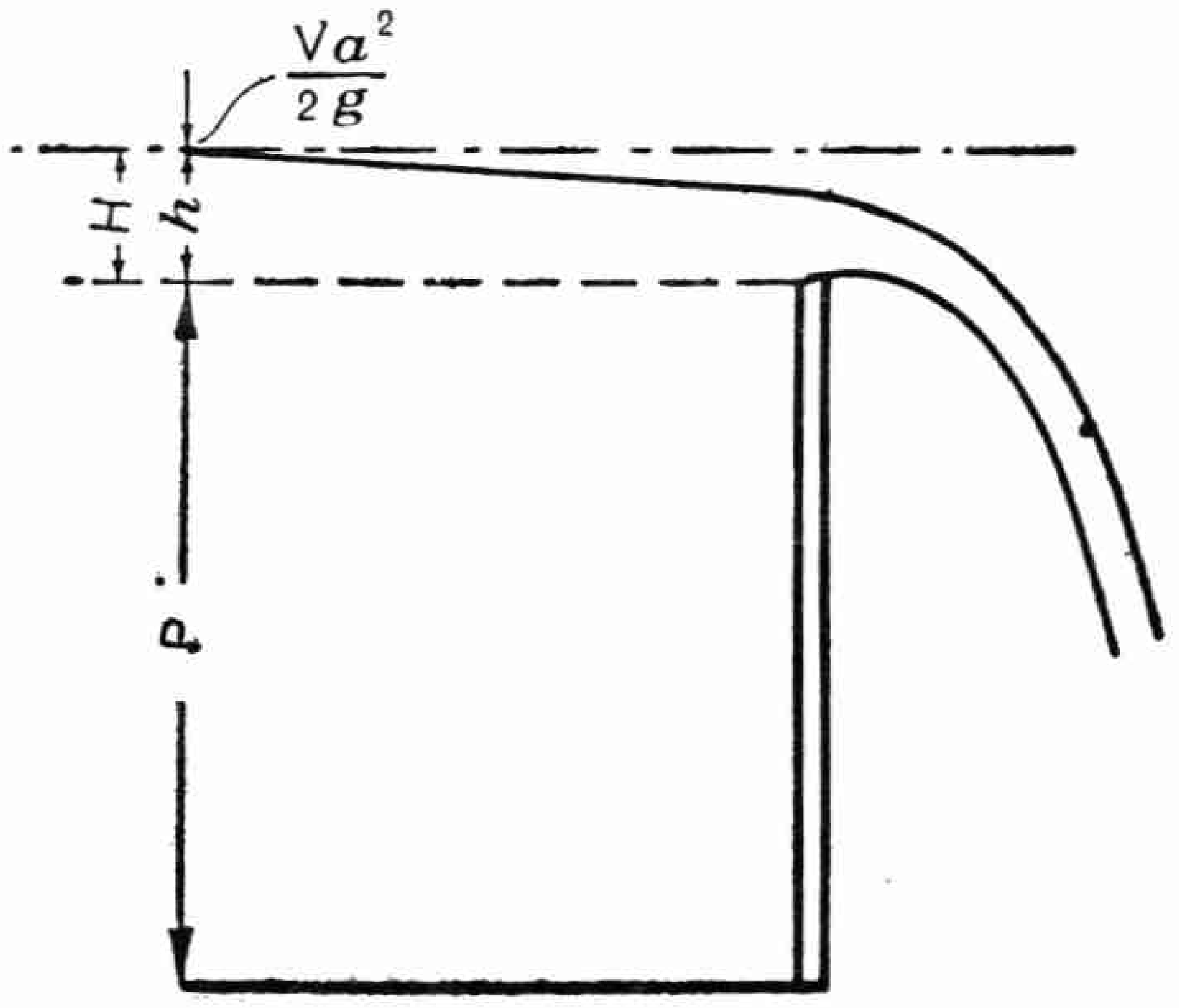
అలుగులు - ఖాతములు : అలుగు నుండి గాని లేదా పొర్లు కట్టనుండి గాని జరుగు జలనిర్గమనమును నియమించు సమీకరణమును క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును :

$Q - 2/3\, C\, l\, \sqrt{2g}\, H^{3/2}$ లేదా

$= K.\ l.\ H^{3/2}$ (ఇచ్చట $K = \frac{2}{3} C\sqrt{2g}$). ఇచ్చట l = అడుగులలో శీర్షపు కొలత ; H = ద్రవశీర్షము ; K = శీర్షాకారముతో మారుచుండు గుణకము.

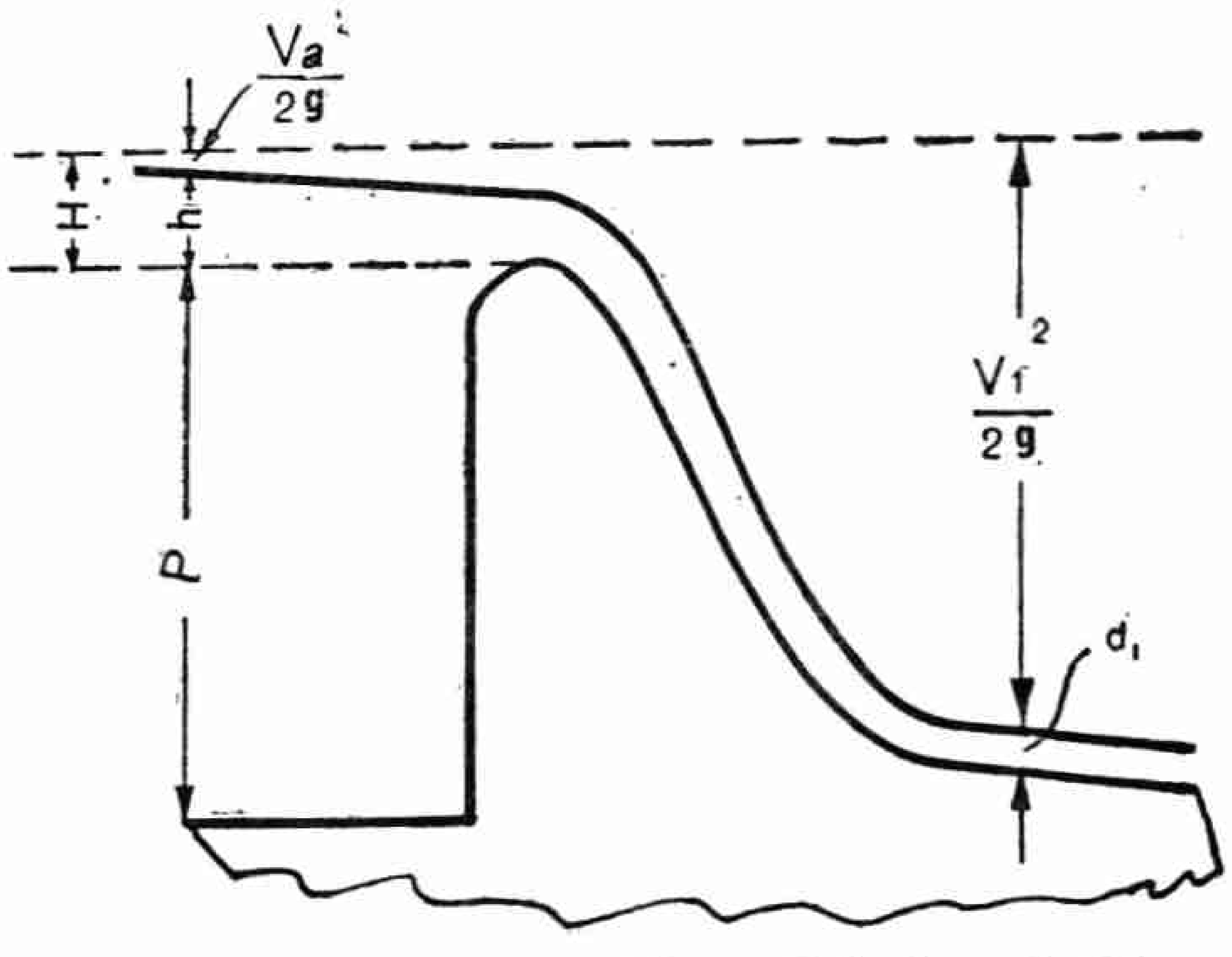
90° కోణము గల V ఖాతము (కచ్చితమైన అంచులు కలది) ఒక్కొక్కప్పుడు వాడుదురు.

అగ్రమునకు సాపేక్షకముగ జల శీర్షమును కొలచినచో $Q = 2.48\ H^{2.48}$. ఇది అనేక రకముల శీర్షములకు వర్తించును [చూ. చిత్రము - 5].



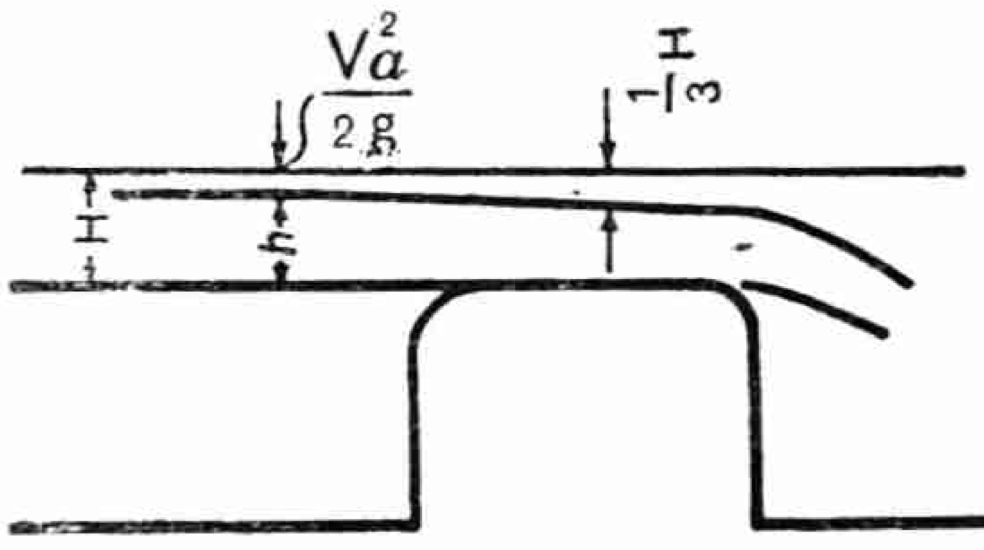
చిత్రము – 5 : A : అసిధారా శీర్షముగల వెయిర్ (K = 3.33)

నాళములగుండా ప్రవాహము : ప్రవాహ రేఖా చలనము, సంక్షుబ్ధచలనము : ఒక గొట్టము గుండ ద్రవము



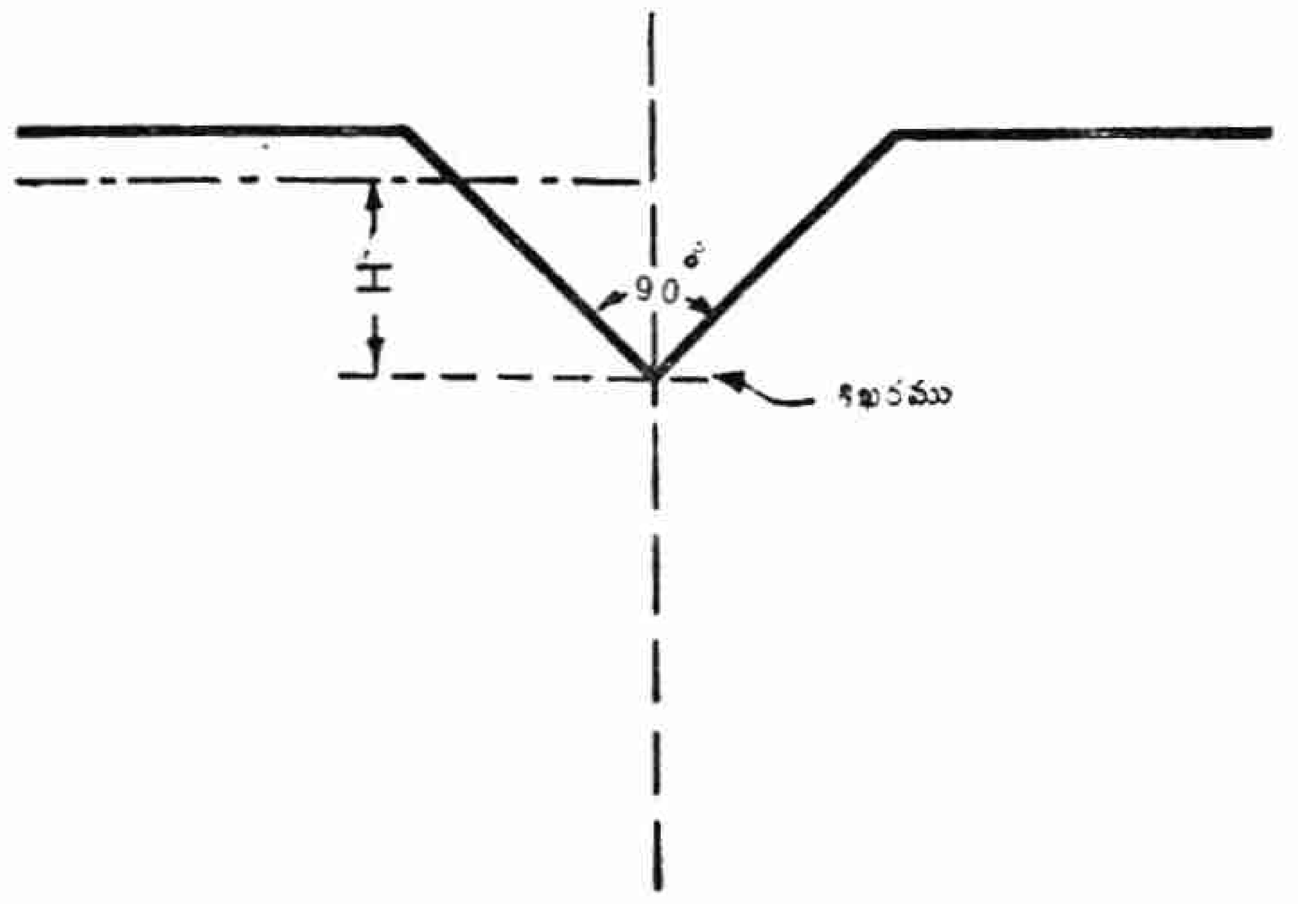
చిత్రము – 5 : B : వోజీ స్పిల్ వే (K = 3.98)

ప్రవహించునపుడు గోచరించు ప్రవాహరీతులు రెండు విలక్షణ తరగతులకు - అనగా 1. సుప్రవాహి ప్రసరణము ;



చిత్రము – 5 : C: వెడల్పు శీర్షముగల అలుగు (K = 3.09)

2. సంక్షోభిత ప్రసరణము - చెందును. మొదటి తరగతి చిన్న గొట్టములకు విలక్షణమైనది. మంద వేగములందు, స్నిగ్ధద్రవములందు ఇది కననగును. సంక్షోభితచలనము పెద్దనాళములలో ఉన్నత వేగములందు, తక్కువ స్నిగ్ధతలయందు గోచరించును. నాళముగుండా ప్రవాహ వేగము ఒక పద్ధతి చలనము నుండి మరొక పద్ధతి చలనము



చిత్రము – 5 : D : V – గంటు అలుగు మీదుగా జల ప్రవాహము

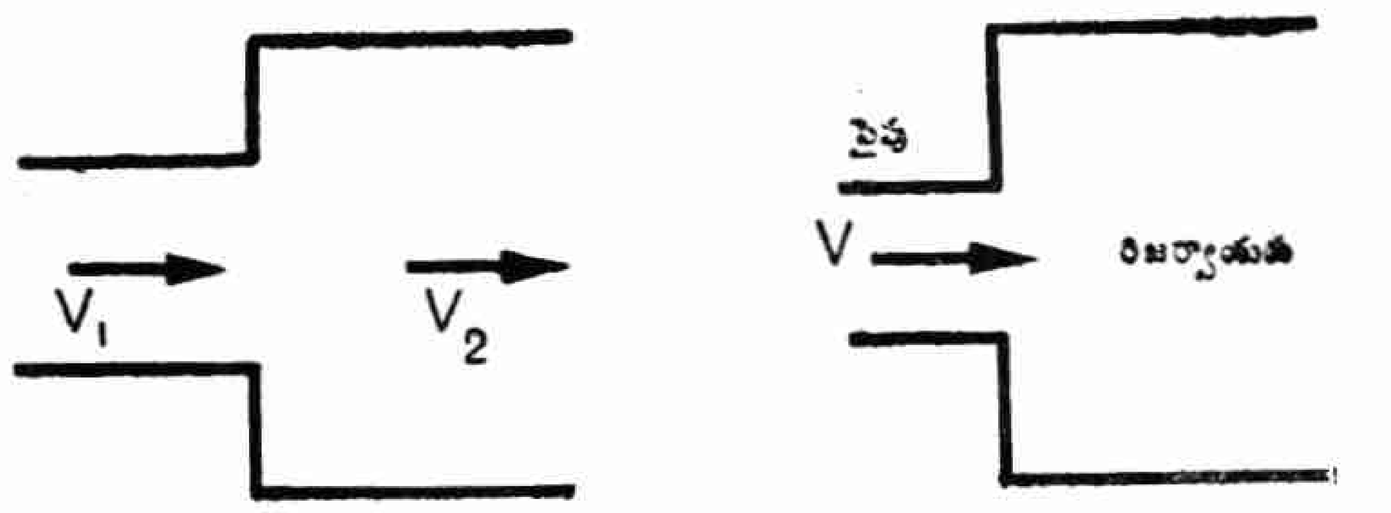
నకు మారుచుండును. ఇట్టి మార్పును చరమవేగము (క్రిటికల్ వెలాసిటీ) అందురు. రేనాల్డ్సు స్థిరాంకమును ప్రయోగించి చరమ వేగమును సుమారుగా చూపించవచ్చును.

$$\frac{\text{నాళమునందు సగటు వేగము} \times \text{నాళము వ్యాసము}}{\text{ద్రవముయొక్క గతిజాత్మక స్నిగ్ధత}} = \frac{Vd}{\nu} = R_e$$

ఒక నిర్దిష్ట నాళములో ప్రవహించు నిర్దిష్ట ద్రవము యొక్క రేనాల్డ్సు స్థిరాంకము 2,000 కంటె తక్కువ అయినచో అట్టి ప్రవాహము సాధారణముగా సుప్రవాహి రేఖలు (స్ట్రీమ్ లైన్) గల జాతికి చెందినదై ఉండును. కాగా, రేనాల్డ్సు స్థిరాంకము 2,800 కంటె ఎక్కువయినచో అట్టి ప్రవాహము తప్పనిసరిగా సంక్షోభితమై ఉండును. ఇక రేనాల్డ్సు స్థిరాంకము ఈ రెండు మూల్యములకు మధ్య ఉన్నచో ప్రవాహము ఆ రెండింటిలోను ఒక జాతికి చెందినదై ఉండును. నాళముగుండా ప్రవాహ విషయములోనే గాక, భిన్న పరిస్థితులలో ద్రవములు ప్రవహించు వైఖరిని సూచించుటకు రేనాల్డ్సు స్థిరాంక భావము ప్రయోజనపడును.

శీర్షనష్టము (హెడ్ లాస్): ఎట్టివిధమైన ప్రవాహములకైనను శీర్ష నష్టము ఉండుట కద్దు. అయితే, హైడ్రాలిక్స్ నందు దీనిని విధిగా పరిగణింతురు. అయితే, సంప్రదాయ జలగతి శాస్త్రమున (హైడ్రోడైనమిక్స్) శీర్ష నష్టమును విస్మరించుట పరిపాటి, శీర్ష నష్టములను లెక్కలోనికి తీసి

కొని బెర్నౌలీ సిద్ధాంతము*ను త్రిప్పి వ్రాయవచ్చును [చూ. చిత్రము. 6].



చిత్రము – 6: తటాలున వికాసము వలన శీర్షనష్టము

a. పైపుద్వారా మరొక పైపులోనికి ప్రవహించునపుడు వికాసము.

b. పైపు ద్వారా రిజర్వాయరు లోనికి ప్రవహించునపుడు వికాసము.

ఘర్షణ నష్టము: ప్రవాహము ఎట్టిదైనప్పటికిని - అనగా, సుప్రవాహి రేఖలు (స్ట్రీమ్ లైన్) గాని, సంక్షోభిత ప్రవాహముగాని వాలుగుండా నిరాఘాటముగా శీర్షము నుండి పారునపుడు - ఘర్షణ నష్టము వీజ్ బాక్ సమీకరణము ద్వారా సూచించ వచ్చును:

$$H_L = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$$

ఇందు D, L క్రమముగా నాళముయొక్క వ్యాసము, పొడవు; f గుణకము రేనాల్డ్స్ స్థిరాంకము 2,000 వరకు ఉన్నచో ప్రవాహము స్నిగ్ధత కలిగి f విలువ $\frac{64}{R_e}$. R_e విలువ 3,000 మొదలు ఒక లక్షవరకు ఉన్నప్పుడు అట్టి ప్రవాహము నున్నని నాళముగుండా సంక్షోభితపూర్వకమైన ప్రవాహముగా పరిగణింతురు. అప్పుడు ఘర్షణ గుణకము క్రింది సమీకరణము ద్వారా సూచించవచ్చును.

$$f = \frac{0{\cdot}316}{R_e}$$

గాజు, కమ్మచ్చు తీసిన ఇత్తడి, రాగి లేదా నున్నగా సిమెంటు పూతపూసిన పెద్ద గొట్టములకు ఇది వర్తించును.

ప్రవాహపు రేటు ఒక స్థితిని మించినచో ఘర్షణ గుణకము రేనాల్డ్స్ స్థిరాంకమును అనుసరించక, అది ఒక స్థిరాంకము అగును. ఈ స్థిరాంకము నాళము యొక్క వ్యాసము, గోడను పొడుచుకొని వచ్చు భాగముల నిష్పత్తిపై ఆధారపడి ఉండును. పెద్ద వ్యాసము గల నున్నని నాళములకు ఈ f విలువ 0·01 ఉండగా, సన్నని వ్యాసము గల గరుకు దేరిన గొట్టములకు f విలువ 0.10 ఉండును.

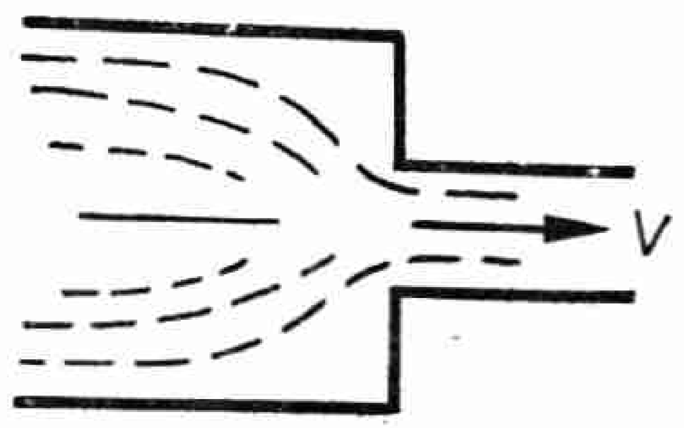
ఎడ్డీ నష్టములు: మొత్తము శీర్షమునందు గభాలున మార్పులు వచ్చి గొట్టములందు ఎడ్డీ నష్టములుగా ఆచరించును. వాటిని క్రిందివిధముగా సూచించవచ్చును:

$$H_L = C_L \cdot \frac{V^2}{2g}.$$

ఇందు C_L నష్ట గుణకము. ఇది సాధారణముగా నాళము యొక్క మధ్య ఛేదపు రూపు రేఖలను బట్టి ఉండును. గభాలున విస్తరించినప్పుడు ఈ నష్టము దిగువ సమీకరణమును అనుసరించి ఉండును:

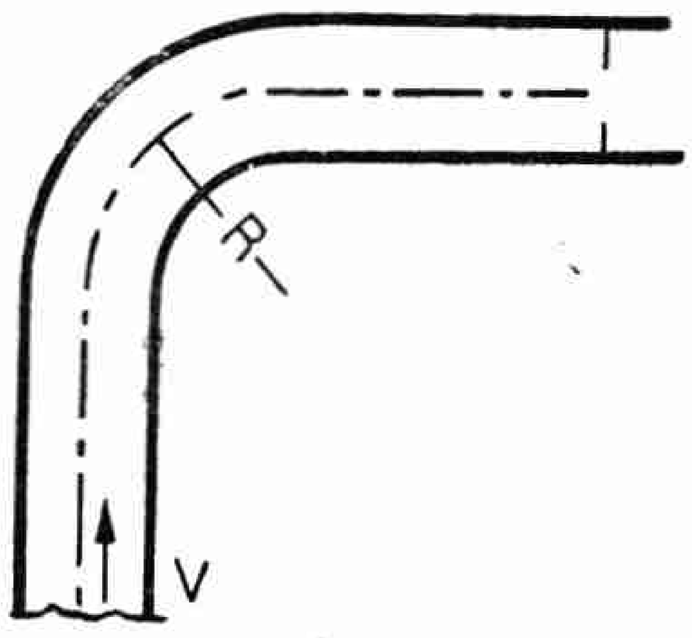
$$\left(\frac{V_1 - V_2}{2g}\right)^2$$

చెరువునకు గాని, రిజర్వాయరునకు గాని, నాళము కలుపబడి ఉన్నప్పుడు, నాళము అడ్డుకోత విస్తరించి



చిత్రము – 7: తటాలున సంకోచము

ఉండుటచే నష్టము $= \frac{V^2}{2g}$ అగును ($C_L = 1{\cdot}0$ పైన). అడ్డుకోత సంకోచనమైనప్పుడు నష్టము $= \frac{1}{2}\frac{V^2}{2g}$ లేదా $C_L = \frac{1}{2}$.



చిత్రము – 8: పైపులలో వంపులు ఉన్నప్పుడు శీర్ష నష్టము

రిజర్వాయరు నుండి నాళములోనికి ప్రవహించు నీటి ప్రవాహమునకు కలుగు నష్టము ఈ పై సమీకరణమును అనుసరించి ఉండును [చూ. చిత్రము 7].

వొంపు గొట్టములందు గోచరించు ఎడ్డీ నష్టములు అనేక అంశములపై ఆధారపడి ఉండును. వాటిని క్రింది విధముగా సూచించవచ్చును [చూ. చిత్రము 8].

90 డిగ్రీల వంపు $R/D = 1$	$C_L = \frac{1}{2}$.
90 డిగ్రీల వంపు $R/D = 2$ నుండి 8.	$C_L = \frac{1}{4}$.
ఎల్ బో గొట్టము/చతురము	$C_L = \frac{3}{4}$ నుండి $\frac{5}{4}$

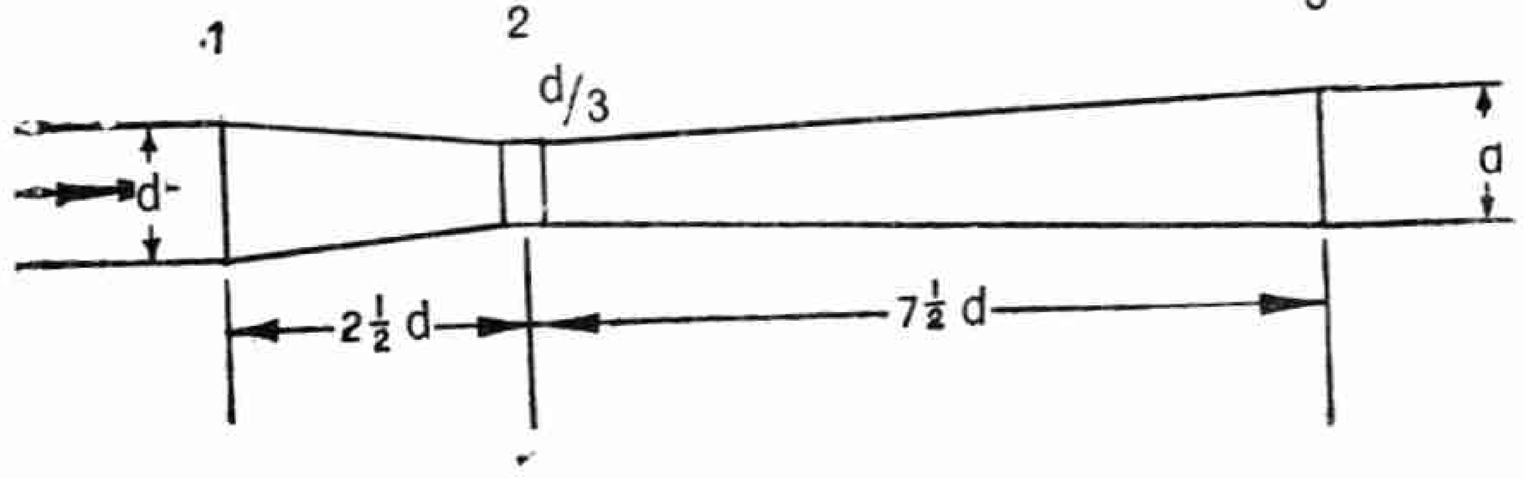
* $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + H_L$

ఇందు H_L ఘర్షణ/ఎడ్డీ ప్రవాహముల వలన శీర్షనష్టము.

తెరచిన గేటు వాల్వు $C_L = 0.2$.

తెరచిన గ్లోబు వాల్వు $C_L = 1.0$.

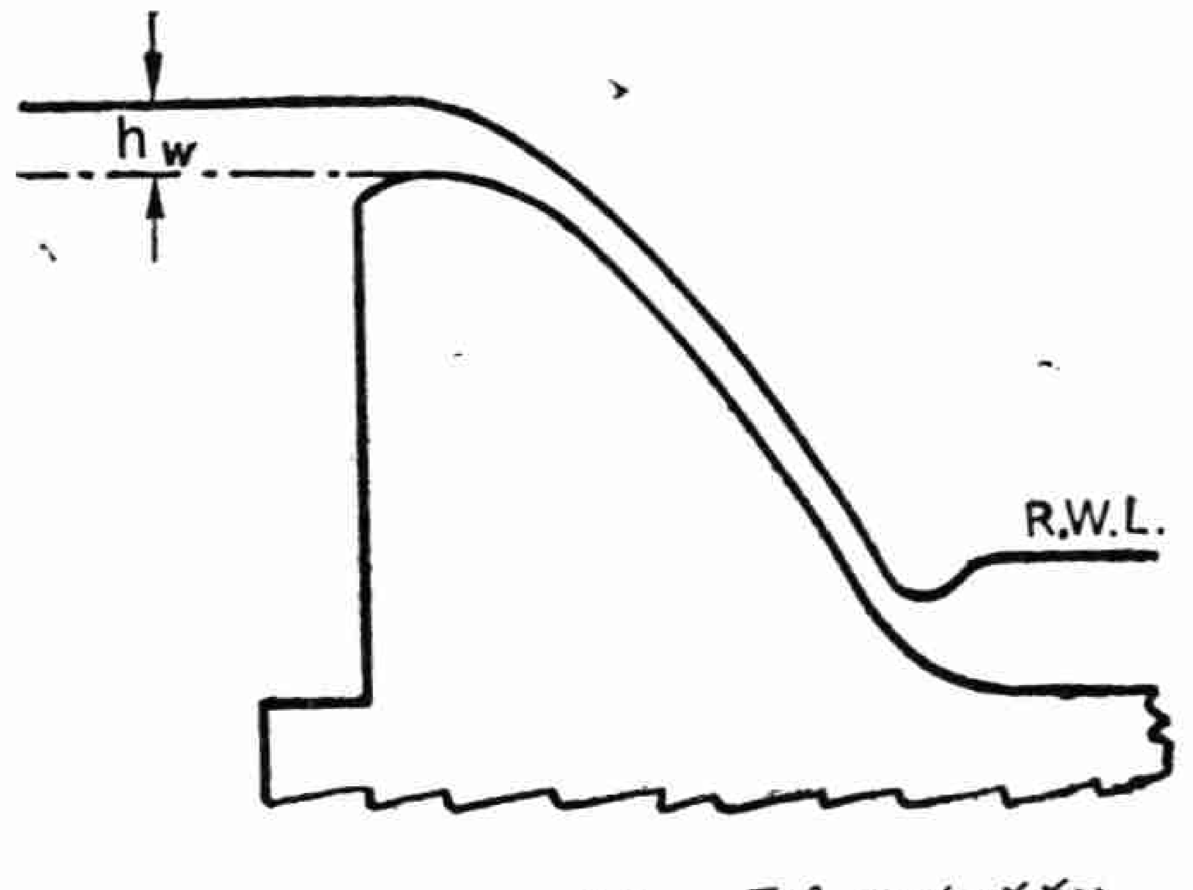
వెన్ట్యూరీ మీటర్: ఒక నాళమునందు ప్రవాహమును కొలుచుటకు ఉద్దిష్టమైన ప్రామాణిక ఉపకరణములలో ఒక దానికి వెన్ట్యూరీ మీటర్ అని పేరు. పైకి వెలువడు నీటి రాశిని ఈ క్రింది సమీకరణముచే లెక్కించవచ్చును [చూ. చిత్రము - 9].



చిత్రము - 9: వెన్ట్యూరీ మీటరు

$$Q = C.\frac{\pi d^2}{4}\sqrt{\left[\frac{2g\ (p_1 - p_2)}{\gamma\left\{\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 - 1\right\}}\right]}$$

d = నాళవ్యాసము a_1 అను తిర్యక్ ఛ్చేద వైశాల్యము (1) వద్ద; a_2 అట్లే తిర్యక్ ఛ్చేద వైశాల్యము (2) వద్ద. $P_1 - P_2$ = (1,) (2) ఛేదములవద్ద సంభవించు ప్రేష నిమ్నము (పౌ॥/చ. అ.); V = ద్రవసాంద్రత; C =



చిత్రము - 10 a వోజీ స్పిల్ వే స్వరూపము

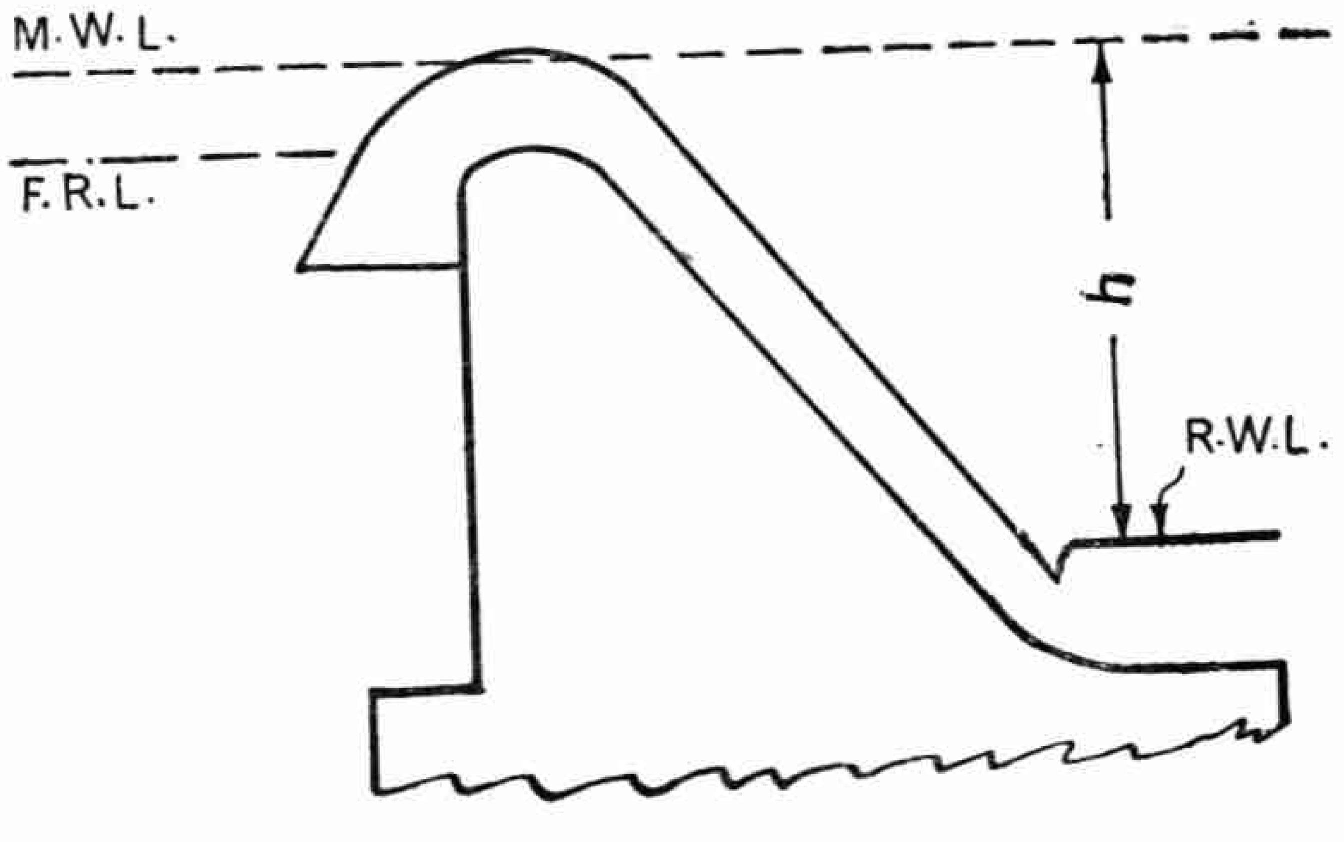
బహిర్ద్వారగుణకము (రేనాల్డ్సు గుణకమునుబట్టి), C = 0 91 (R_e = 2000 అయిన) లేదా (= 0 99 (R_e = 10,00,000 అయిన).

సైఫన్ పోర్లు బాటలు: ఇవి జలాశయములయందు గాని లేదా కాలువలయందుగాని సంభవించు పోర్లు బయటికి వెడలుటకు ఏర్పరచు బాటలు. చతురస్ర తిర్యక్ ఛ్చేదము కల ఒకటిగాని లేదా ఎక్కువగాని నాళములచే ఇది నిర్మించబడును. దీని ఊర్ధ్వపు చివర పై ప్రవాహము నీటిమట్టముతోను, క్రింది చివర క్రింది ప్రవాహపు నీటి మట్టముతోను కలుపబడి ఉండును. శిఖరమును మించి నీటి మట్టము పెరిగినప్పుడు, నీరు పొర్లుటకు ప్రారంభించి సైఫన్ దానంతట అదియే పనిచేయ మొదలిడును [చూ. చిత్రము - 10]

నీటి సుత్తి: జలము ప్రవహించుచున్న నాళమందు అమర్చి ఉన్న వాల్వును హఠాత్తుగ మూసిన ఎడల ఆ నీటి యొక్క స్తర పరంపర విశ్రాంతిని స్వీకరించును. దాని చలనశక్తి తన్యతాశక్తిగా మారి, ఈ పరిణామ ఫలము నాళమంతట, జలమాధ్యమములో ధ్వనితరంగముల వేగముతో పంపబడును. కొంత శక్తి నిజముగ నాళపు గోడలను వ్యాకోచింపచేయుటకు ఉపయోగపడును. దీని మూలమున నీటిసుత్తి యొక్క ప్రేషము కొంత తగ్గిపోవును. కాని, ఈ ఫలమును మనము సరకు గొనక పోయినచో, p వద్ద ప్రేషాధిక్యమును ఈ క్రింది సమీకరణమువలన లెక్కకట్టవచ్చును:

$$p = V\sqrt{K\frac{\gamma}{g}} \text{ పౌ॥/చ. అ.}$$

ఇచ్చట V = ప్రవాహవేగము (వాల్వును మూయక ముందు) 'K', నీటి నోదనీయత యొక్క ఆయతన మధ్యగుణకము. γ = నీటి సాంద్రత (3,00,000 × 144 పౌ/చ.అ.).



R. W. L. నది నీటి మట్టము

F. R. L. పూర్తి నది మట్టము

M. W. L. గరిష్ఠ నీటిమట్టము

చిత్రము - 10 b సైఫన్ స్పిల్ వే స్వరూపము

తెరచియున్న కాలువలలో ప్రవాహము: పారుచున్న నీటిలో వేరు వేరు తిర్యక్ఛ్చేదములవద్ద స్థానికవేగ మధ్యమానము మారని పరిస్థితులలో ప్రవాహము ఏకరూపమని చెప్పుదుము. ఇంకొక విధముగ చెప్పవలెనన్న, త్రిపార్శ్వీయ ఆకారము గల కాలువలో, దాని లోతు మారనియెడల, అందు సంభవించు ప్రవాహము ఏకరూపముగ ఉండును. లోతు మారినచో ప్రవాహ ఏకరూపత అదృశ్యమగును.

ప్రవాహి యొక్క ప్రవాహతీవ్రతను బట్టి దాని శక్తిని బట్టి ప్రవాహస్థితులు రెండు విధములుగా ఉండవచ్చును.

మొదటిది క్షోభరహితముగను, రెండవది తీవ్రముగను ఉండు ప్రవాహములు. ఫ్రౌడీ సంఖ్య $V/\sqrt{gH}$ అనునది ఒకటి కంటె తక్కువగా ఉన్నచో ప్రవాహము తీవ్రముగా ఉండును. అయితే, ఆ సంఖ్య ఒకటికి సమానముగా ఉండునట్లు ప్రవాహము లోతు ఉన్న ఎడల అట్టి ప్రవాహము చరమ నిమ్నతలో ప్రవహించునట్లు చెప్పుదురు.

ఛెజీ సూత్రము : కాలువయందు సమముగా ప్రవహించు ప్రవాహమునందలి నిస్సారము (డిస్చార్జి)ను గణించుటకు $Q = C. A\sqrt{R. S.}$ అను ఛెజీ సూత్రమును ప్రయోగించుట పరిపాటి. ఇచ్చట R అనునది వైశాల్యమునకును, A అనునది కాలువయొక్క అడ్డుకోత తడిసిన చుట్టుకొలత ఫలనిష్పత్తి. దీనిని జలవ్యాసార్ధము (హైడ్రాలిక్ రేడియస్) అని కూడ అందురు. S అనునది స్వేచ్ఛాతలము యొక్క వాలు. C అనునది ఛెజీ గుణకము. ఛెజీ గుణకమును గణించుటకు అనేక విధములు కలవు. అందు కుట్టర్, మానింగ్, బేజిన్ అనునవి ముఖ్యమైనవి. మాట వరుసకు: మానింగ్ సూత్రమును ప్రయోగించి

$$C = \frac{1.486 \cdot R^{1/6}}{n}$$

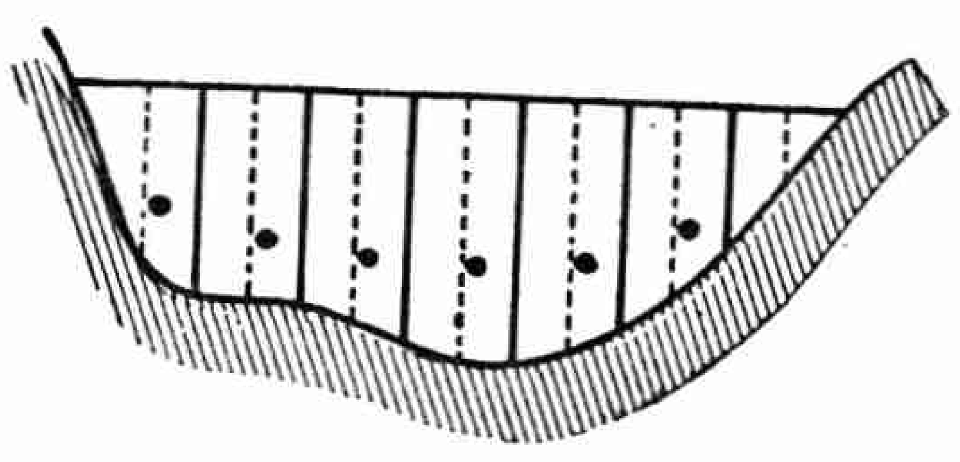
పొందవచ్చును. ఇచ్చట n ముడత గుణకము. దీని (n) విలువ నున్నని కలప తూముకు $0 \cdot 010$ మొదలు కాంక్రీటు తూముకు $0 \cdot 012$, $0 \cdot 015$ వరకు ఉండును. అయితే, రాతి కట్టుబడి కాలువలకు ఈ విలువ $0 \cdot 025$ వరకు ఉండి, కంకర గలిగి కలుపు బాగుగా పెరిగిన కాలువలకు ఇంకను ఈ విలువ పెరుగును.

ఎడ్డీ నష్టము : నాళము (పైపు) ల విషయములో ఎడ్డీ నష్టములు గడించుటకు ఉపయోగించిన సూత్రము వంటి వాటిని తెరచిఉన్న కాలువవిషయములో సంభవించు ఎడ్డీనష్టమును గణించుటకు కూడా ఉపయోగించవచ్చును. అయితే, స్వేచ్ఛాతలము ఛేదమునందలి మార్పువలనను, శీర్షనష్టమువలనను మారుచుండుటవలన క్రిందిసమీకరణము ప్రయోగింపనగును :

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2 + \Delta Z + H_L.$$

ఇందు 'h' ప్రవాహపు లోతు. 'Z' అడుగుభాగము యొక్క ఎత్తునందు మార్పు, H_L అనునది ఇతరములవల్ల మారుచుండును.

ప్రవాహమును కొలుచుట : ప్రక్కల యందును, అడుగు భాగమందును ఉండు ఘర్షణశక్తులవలన ప్రవాహపు వడి తగ్గుచుండును. ఉపరితలమునకు కొంత దిగువన అత్యధిక వేగము గోచరించును. సగటు వేగము శీర్ష రేఖలో 0.6 లోతున కనబడును. ఇది గాలి దిగువప్రవాహపు దిశకు గాని, ఎగువ ప్రవాహపు దిశకుగాని వీచుచుండు తీరునుబట్టి ఉండును. దీనినిబట్టి ప్రవాహపు కొలతను తీయుపద్ధతిని సిద్ధపరచిరి. ప్రవాహపు అడ్డుకోతను విభజించి ఒక్కొక్క భాగమునకు 0.6 లోతున ప్రవాహమాని (కరెంటు మీటరు) ని ప్రయోగించి ప్రవాహ వేగమును గుర్తింతురు [చూ. చిత్రము–11].



చిత్రము - 11: ప్రవాహమును కొలుచుట

హైడ్రాలిక్ శాస్త్రమున ఇంకను పరిశీలించదగిన విషయములు జలదాటు (హైడ్రాలిక్ జంపు), ప్రతిప్రవాహ రేఖలు (బాక్ వాటర్ కర్వ్స్), వెన్ట్యూరీ ఫ్లూమ్, తరంగములు ప్రసార తరంగములు, డోలన తరంగములు) వంటి విషయములు ఇంకను గలవు.

జె. వి. రావు.

సూచిక

అ

అంక గణిత్రము (డిజిటల్ కంప్యూటర్) 115, 790
అంకనము (కెలిబ్రాట్) 662
అంచనా (ఎస్టిమేషన్) **151**, 230, 374, 637
అండాభము (ఓవలాయిడ్) 621
అంతఃనిర్మాణము (సబ్‌స్ట్రక్చర్) 696
అంతరిక్షయానము 340, 688
అంతరీకరణము(డిఫరెన్షియేషన్)లు 279
అంతరీకరణ (డిఫరెన్షియల్) సమీకరణము 278
అంతర్గత జలములు 134, 148, **152**, 314, 358, 360, 517, 521, 527
అంతర్గత విద్యుత్ప్రవాహము 619
అంతర్గాములు 760
అంతర్జాతీయ నదీనదములు, ఒడంబడికలు 50, **157**, 526
అంతర్జాతీయ మాన పద్ధతి (సిస్టమ్ ఇంటర్నేషనల్ ఎస్. ఐ.) 436
అంతర్జాతీయ రేడియో ప్రసారము **159** చూ. రేడియో ప్రసారము
అంతర్జాతీయ విజ్ఞానయాత్ర (1960-64) 780
అంతర్జాతీయ విద్యున్మండలము (ఇంటర్నేషనల్ పవర్ గ్రిడ్) 114
అంతర్జాతీయ హిందూ మహా సముద్ర విజ్ఞాన యాత్ర 622
అంతర్దహన (ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్) ఇంజనులు 4, 44, **152**, 153, 199, 200, 217, 229, 233, 234, 258, 420, 421, 580, 743, 754
అంతస్తుల మేడలు **159**, 160, 161, 482, 483, 504, 572
అంబరు 370, 371
అంశీభూత ఖనిజములు 514
అకర్బన దారములు 459
అకర్బన యౌగికములు 183, 212, 373
అకర్మన్ స్టీరింగు **161**. 162, 198
అక్బర్ చక్రవర్తి 35
అక్రిఫ్లావిన్ 106
అక్రిలాన్ 101
అక్విడెక్ట్ 53, 55, 376, 480 a, 480 h
అక్షరముల కూర్పు (కంపోస్) 36
అక్షవాహక టర్బోజెట్ 748
అక్షాంశ కొలమానములు 546
అఖిల భారత గ్రిడ్ (నేషనల్ పవర్ గ్రిడ్) 34, 353
అగస్టస్ చక్రవర్తి 31
అగస్టిన్ కూలూమ్ (1736 - 1806) 636
అగ్గిపుల్లల ఫ్యాక్టరీ 81
అగ్న్యస్త్రములు 641
అగ్నినాళ బాయిలర్ (ఫైర్ ట్యూబ్ బాయిలర్) 219
అగ్ని పర్వతముల నుండి ఖనిజ సంపద **112**
అగ్ని పర్వతములు 49, 112, 130, **162**, 163, 164, 165, 166, 609, 640
అగ్నిపర్వత శిలలు **166**, 167, 168
అగ్ని బాంబులు 164
అగ్ని మృత్తికలు 325, 332, 597, 663
అగ్ని శిలలు 123, 136, 143, 145, **166**, 208, 312. 313, 316, 321, 323, 324, 341, 514, 515, 554, 614, 628, 671, 672, 770, 772, 774
అగ్నిసహ మృత్తికలు **168** చూ. బంక మన్నులు
అగ్రికోలా (1494-1555) 29
అచ్చు సిరా 303
అజ్‌టెక్ నాగరకత 24, 25
అజంజాహి బట్టలమిల్లు 93
అజంతా కుడ్యచిత్రము (ఫ్రెస్కో)లు 28, 169
అటవీ విజ్ఞానము 635
అటానిన్ ద్రవ్యములు 450
అటామిక్ ఎనర్జి ఎస్టాబ్లిష్‌మెంట్ **168** చూ. బాభా అటామిక్ రిసెర్చ్ సెంటర్
అటామిక్ రియాక్టరు 562
అట్ట కట్టుట (బైండు చేయుట) **168**
అడ్ హెసివ్‌లు **169**, 170, 299, 304, 472, 497, 501, 589, 590, 679
అడాప్టర్ 337, 338
అడాల్ఫ్ బ్రాండ్ వీనర్ 78
అడిపో నైట్రైల్ 457
అడ్డబద్దలు (బాఫిల్) 404, 603
అడ్డము (హారిజాంటల్) 45
అడ్డుకట్ట (డాము)లు 20, 35, 208
అణు అయస్కాంతములు 733
అణు సంకలనము 588
అణు హైడ్రోజన్ 247
అతలము 113
అతాపకము (అడియబెటిక్) 211, 293
అతాపక సంపీడనము (అడియ బెటిక్ కంప్రెషన్) 293
అతిక్షారక అగ్నిశిలలు 323, 772
అతితాపక (సూపర్‌హీట్) నాళములు 221, 439
అతి తాపకము (సూపర్ హీటర్) 219, 222
అతి నీలలోహిత కిరణములు 469
అతి పారస్వనికము (హైపర్‌సోనిక్) 714
అతి భరకము (సూపర్ ఛార్జర్) **171**,
అతి భౌతికశాస్త్రము 424
అతివర్తన (పారలాక్స్) సూత్రము 410
అతుకుట (రివిట్) **172**, 395 చూ. టంకము వేయుట
అతౌల్యబలము 738
అత్యధిక పౌనఃపున్య విస్తారిణి (ఆడియో ఐ. ఎఫ్. ఆంప్లిఫయర్) 414
అత్యధిచూషకము (హై పవర్ అడ్సార్బర్) 177
అద్దకపురంగులు 9, 71, 104, **172**, 463, 705, 787 చూ. వర్ణద్రవ్యములు
అద్దకము **172**, 705 చూ. వస్త్ర పరిశ్రమ
అద్రావ్య ట్రైకాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ 270
అధమప్రేష టర్బయిను 750
అధమప్రేష సంపీడనము 774, 750, 753
అధశ్చలనము (సెటిల్‌మెంట్) 482
అధాతు ఖనిజములు 314
అధిక ఉష్ణ పరివర్తనము 221
అధిక తాపక్రమ కర్బనీకరణము 534
అధిక తాపక్రమము 212, 835, 468, 534, 688
అధికద్రుతి (షాఫ్ట్‌స్పీడ్) 218
అధిక నియోగ ఆవృత్తి నిరోధము (హై ఇన్‌పుట్ ఇంపీడెన్స్) 284
అధిక పౌనఃపున్యము (వెరీ హై ఫ్రీక్వెన్సీ) 173, 191, 225, 660
అధికప్రేష టర్బయిను 749, 750, 753
అధికప్రేషము 155, 180, 182, 213, 221, 222

అధిక్రపేష సంపీడనము 749, 750, 753
అధిక వోల్టేజి త్వరణమాపి (హెవీ వోల్టేజి పార్టికల్ ఆక్సిలరేటర్) **172**, 718
అధికీకరణ (మాగ్నిఫికేషన్) 410
అధికీకరణము (ఆంప్లిఫికేషన్) 444, 447, 448, 648
అధికేంద్రీయ దూరము (ఎపిసెంట్రల్ డిస్టెన్స్) 617
అధిచూషకములు 368, 369, 370
అధిచూషణ (అడ్సార్ప్షన్) **174**, 175, 176, 177, 531, 568, 584
అధిచూషణ గోపురము 537
అధిచూషణసమతాపరేఖ(అడ్సార్ప్షన్ ఐసోథెర్మ్) 175
అధితాపక్రమ కర్బనీకరణము **177**, 234 చూ. నేలబొగ్గు, కర్బనీకరణము
అధివాసకములు (సెట్లర్లు) 296
అధ్యయన పద్ధతి (ప్రోగ్రామ్డ్ లెర్నింగ్) 115
అనంతపురం చెరువు 35
అనంతరాజ సాగరము 202
అనమ్య చట్రము 489
అనలోగ్ కంప్యూటర్ **177** చూ. ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్
అనాయన ధాతువు 662
అనార్సైట్ 324
అనార్ద్రి ఘటము (డ్రైసెల్) 337
అనాల్సైట్ 772
అనిరుద్ధ (అన్‌కన్‌ఫైన్డ్) జలభృత్తులు 615
అనిర్దేశక (నాన్ - డైరెక్టర్) కేంద్రము 399, 400
అనిశ్చితపు ట్రస్సులు 490
అనుదైర్ఘ్య బలము 680
అనునదన పౌనఃపున్యము 448
అనునదము 767
అనూద్భూతశక్తి (ప్రొటెన్షియల్ ఎనర్జీ) 353
అన్నభేది (ఫెర్రస్ సల్ఫేట్) 17, 88, 98
అన్వయపు కట్ట 498
అన్వేషక భూభౌతిక శాస్త్రము 617
అపఘర్షకములు (అబ్రేజివ్స్) (ఒరగల్లు) **177**, 178, 298, 320, 325, 773
అపసవ్య భ్రమకములు 509
అపారదర్శకములు (వెలుతురును చొరనియ్యనివి) 320, 322, 323
అపురూప మృత్తులు 442, 627
అపురూప వాయువులు **178**, 446, 469, 562, 566 చూ. పారిశ్రామిక వాయువులు.
అపోలో - 11 నౌక 116, 693, 694
అబేకస్ సిద్ధాంతము 277
అబ్రహామ్ డర్బీ 30
అబ్సల్యూట్ ఆల్కహాల్ 103
అభినతులు (గ్రేడియంట్స్) 623
అభ్రకములు (మైకా) 125, 144, 145, 149, **178**, 187, 299, 316, 318, 324, 335, 504, 598, 771, 773
అమాల్గమ్ 599
అమినో ప్లాస్టిక్కు 588
అమిశ్రకారి పార్శ్వగమన యంత్రము 750
అమెనోతప్ - II 21
అమెరికన్ మిస్లేనియస్ సొసైటీ (AMSOC) 131
అమోనియమ్ 597
అమోనియమ్ కార్బమైడ్ 269
అమోనియమ్ కార్బొనేట్ 252, 266, 268, 274
అమోనియమ్ క్లోరైడ్ (నవాసారము) 87,262, 266, 267, 268, 365, 373
అమోనియమ్ నైట్రేట్ 179, 182, 262, 263, 266, 274, 376, 567
అమోనియమ్ నైట్రేట్ డోలమైట్ ద్రావణము 91
అమోనియమ్ నైట్రేట్ ద్రావణము 91
అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ 82, 91, 262, 272, 274, 742
అమోనియమ్ సల్ఫేట్ 89, 90, 179, 236, 251, 26', 262, 455, 786
అమోనియమ్ సల్ఫేట్-నైట్రేట్ 264, 266
అమోనియమ్ సల్ఫైడ్ 261
అమోనియమ్ సిలికేట్ 270
అమోనియమ్-సోడా జంట ప్రక్రియ 267
అమోనియా 10, 80, 81, 90, 91, 98, 133, 165, **179**, 180, 181, 182, 183, 250, 251, 259, 262, 2·3, 270, 273, 274, 376, 454, 537, 562, 565, 566, 679, 711, 774
అమోనియా ప్రింటు 231, 426
అమోనియా లిక్కరు ద్రావణము 262
అమోనియా వాయువు 87, 265, 648
అమోనియా విశ్లేషణ (అమోనోలిసిస్) **183**, 259, 585
అమోనియా సూపర్ ఫాస్ఫేట్ 262
అమోనైట్ 139
అయన్ ఎక్స్చేంజి పద్ధతి 345
అయన్లు 316, 319, 442, 473, 582, 628, 764, 786
అయనావరణము **132**, 391, 678, 721
అయనో సిలికేట్లు 324
అయస్కాంత క్షేత్రబలము (ఆంపియర్/మీటర్) 770, 792
అయస్కాంత క్షేత్రము 283, 3 2, 336, 380, 382, 384, 385, 617, 638, 724, 726, 729, 730, 733, 769
అయస్కాంత గ్రాహకము 768
అయస్కాంతత్వము 311, 318, 381, 382, 393, 394, 616, 789
అయస్కాంత దిక్సూచి (మాగ్నటిక్ కంపాస్) 545
అయస్కాంత ప్రవర్తకత్వము (గాస్) 792
అయస్కాంత ప్రవాహి గతిశాస్త్రము (మాగ్నటో హైడ్రో డైనమిక్) 638
అయస్కాంత ఫ్లక్స్ 724, 738
అయస్కాంత మాపకము (మాగ్నటో మీటరు) 312
అయస్కాంతము 65, 129, 173, 322, 337, 371, 377, 398, 617, 649, 728, 739, 768, 769, 770
అయస్కాంత లేఖనము 770
అయస్కాంత శక్తి 61, 311, 322, 394
అయస్కాంత స్థిర విద్యుత్తు శాస్త్రీయ పృథక్కరణము (మాగ్నటిక్ అండ్ ఎలక్ట్రో స్టేటిక్ సెపరేషన్) 584
అయస్కాంత స్రోతశ్శీతా సాంద్రత (టెస్లా) 791
అయస్కాంత స్రోతస్సులు (వీబర్) 791
అయిడిఫార్మ్ (అయిడి మీథేన్) 306, 307, 740
అయిడీన్ 300, 306, 322, 573, 601, 627, 629
అయిడీన్ బాష్పము 71
అయిడైడ్ 594
అర్‌స్టెడ్ 65, 377
అరుగు (ప్లాట్‌ఫారమ్) 54
అర్ధశాస్త్రము 10, 16, 432
అర్ధప్రవేశనీయత్వచము (పొర) 529

అర్ధపారదర్శకము 322, 323, 650
అర్ధవిద్యుత్తు వాహకము 285, 647, 650
అర్ధవిద్యుత్తు వాహక రెక్టిఫయర్ 285
అర్ధవిద్యుత్తు (ద్వా) వాహక లేసర్ 649
అర్ధశిలీభూత రెసిన్‌లు (కెమీ ఫాసిల్) 370, 371
అర్ధసంయోజతములు (సెమి సింతటిక్స్) 170
అలంకారశిలలు 773
అలంబిక్ కెమికల్ వర్క్స్ 80
అలండపురాయి 368
అలండమ్ (కరగించిన (ఫ్యూస్డ్) అల్యూమినా) 178, 742, 743
అలిజరిన్ 708
అల్ప జలశీర్ష విద్యుత్తు కేంద్రము 356
అల్ప తన్యత (LT) 784
అల్ప తాపక్రమ కర్బనీకరణము **184**, 234, 533, 534, 535, 536, చూ. నేలబొగ్గు, కర్బనీకరణము
అల్ప పౌనఃపున్యము (లోఫ్రీక్వెన్సీ) 190
అల్ప ప్రేషము 155, 219, 296
అల్ప మట్టము (లోలెవెల్) 431
అల్ప విద్యుత్తు ప్రసారము 781
అల్పీకరణము **184**, 185, 584, 676
అల్యూమినా(అల్యూమినియమ్ ఆక్సైడ్) 177, 187, 188, 189, 195, 331, 332, 504, 527, 629, 663, 771
అల్యూమినా తయారీ (బేయర్ ప్రక్రియ) 188
అల్యూమినా సిమెంటు 485, 503
అల్యూమినా సిలికేట్ ఇటుకలు 332, 771
అల్యూమినియము 74, 82, 86, 135, 178 **187**, 189, 190, 197, 199, 207, 294, 309, 323, 324, 372, 378, 408, 466, 472, 496, 502, 504, 546, 566, 574, 592, 602, 627, 628, 652, 656, 659, 665, 689, 726, 740, 741, 742, 743, 765, 770, 771, 772, 773, 808
అల్యూమినియము అయన్‌లు 528
అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ 297, 459, 658
అల్యూమినియము ఋణధ్రువము (కేథోడ్) 188
అల్యూమినియము ఋణాగ్రము 365
అల్యూమినియము కంచు (బ్రాంజ్) 189
అల్యూమినియము కార్బైడ్ 187
అల్యూమినియము పెయింట్లు - వార్నిషులు 81
అల్యూమినియము ఫాస్ఫేట్ 187
అల్యూమినియము ఫ్లోరైడ్ 742
అల్యూమినియము రేకులు 366, 488
అల్యూమినియము వాక్యూమ్ పూత 459
అల్యూమినియము వుడ్ ప్రైగర్ 503
అల్యూమినియము సల్ఫేట్ 528
అల్యూమినియము సిలికేట్ 772, 778
అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ 188, 708
అల్లిక స్కానింగు 411
అవధిపొర (బౌండరీ లేయర్) 715, 717, 718
అవనత బిభ్రమిష 490, 492
అవనాళికా క్షరణము (గల్లీ ఇరోషన్) 631
అవరోహణ (లేండింగు) గేర్ 715, 758
అవలంబ రేఖ (ప్లమ్‌లైన్) 620
అవశిష్ట నిక్షేపములు **145**, 326
అవస్వనికము (సబ్‌సోనిక్) 714, 718
అవిక్షేపక (నాన్-ప్రొజెక్టివ్) డ్రాయింగులు 230
అవిచలనము (ఎక్స్-డిఫ్లెక్షన్) 225
అవుట్‌పుట్ ఇంపిడెన్స్ 301
అవుట్‌పుట్ వోల్టేజి 301
అశోక చక్రవర్తి 31, 33, 685
అశ్రావ్యత (డిస్టార్షన్) 201
అసంతృప్తామ్లములు 530
అసౌష్ఠవ (నాన్ సిమెట్రిక్) ప్రవాహము 717
అస్తరు 236, 238, 239, 261, 266, 297, 304, 347, 589, 591, 612, 613, 662, 772, 783, 788
అస్త్రవిద్య (బాలిస్టిక్స్) 278
అస్ఫాటికములు 370, 598
అస్సామ్ ఆయిల్ కంపెనీ 315

ఆ

ఆంటిమోని 361, 366, 372, 627, 629, 741
ఆంటిమోని సల్ఫైడ్ 574
ఆంటీ బయాటిక్ 113, 300
ఆంటీ సెప్టిక్‌లు 215
ఆండర్‌సన్ ఆనకట్ట 451
ఆండలూసైట్ 663
ఆంద్రి మేరీ ఆంపియర్ 726
ఆంతర నిశ్చలమధ్య (ఆ.ని.మ) స్థానము 153
ఆంత్రసీన్ 97, 303, 304, 460, 710
ఆంత్రసైట్ 232, 233, 361, 533
ఆంత్రసైట్ బొగ్గు 29, 236
ఆంత్రాక్వినోన్ రంగులు 709
ఆంత్రో α-(ఆల్ఫా) క్వినోన్ సల్ఫోనేట్‌లు 787
ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో విద్యుత్తు అభివృద్ధి **64**
ఆంపియర్ (విద్యుత్తు ప్రవాహ తీవ్రత) 331, 333, 365, 377, 401, 433, 434, 436, 724, 726, 734, 735, 762, 789, 790, 791
ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేటర్ **190**, 676
ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్ రేడియో (కంపన విస్తార పరివర్తక గ్రాహకము) **190**, 446, 674, 676
ఆంప్లిఫయర్ (వర్ధని) **191**, 192, 202, 281, 442, 446, 447, 676, 713
ఆంప్లిఫయర్ అవుట్‌పుట్ 190
ఆంప్లిఫయర్ ఇంపిడెన్స్ 202
ఆంప్లిఫయర్ గొట్టము 281
ఆంప్లిఫయర్ వ్యవస్థ (శబ్ద విస్తరణ విధానము) **193**, 676
ఆంప్లిఫికేషన్ 201
ఆంఫిబోల్‌లు 144, 316, 324, 672, 771, 773
ఆంశిక వాయు ప్రేషము (పార్షియల్ ప్రెషర్) 774
ఆంశిక (ఫ్రాక్షనల్) స్ఫటికీకరణము 276
ఆంశిక స్వేదనము (ఫ్రాక్షనలైజేషన్), 8, 99, 181, 262, 302, 531, 566
ఆకాశతంతి (తువు) (ఏరియల్) 67, 410, 413, 546, 661, 674, 675, 676
ఆకాశయానము 371, 754
ఆకాశ సౌధములు 7, 48, 482
ఆకు (బ్లేడు) లు 217, 218, 220
ఆక్టినోలైట్ 771
ఆక్టివేటెడ్ మన్ను 345
ఆక్టోడ్ 441
ఆక్రిల్ నారలు 458
ఆక్రిలాన్ 458
ఆక్రిలిక్ 453, 458, 575, 706, 709
ఆక్రిలిక్ ఆసిడ్ 592
ఆక్రిలిక్ ఎస్టరులు 458
ఆక్రిలిక్ నైట్రైల్ 458
ఆక్రిలిక్ ప్లాస్టిక్కులు 497
ఆక్రిలిక్ మోనో నైట్రైల్ 458
ఆక్రిలిక్ రెసిన్ 496
ఆక్రిలో నైట్రిల్ 101, 497, 589

ఆక్వా ఫార్టిస్ 334
ఆక్వా రెజియా 598
ఆక్సిజన్ 96, 132, 133, 135, 153, 164, 165, 166, 180, 181, 182, 187, 190, 207, 232, 234, 237, 241, 261, 268, 302, 308, 321, 323, 333, 377, 446, 527, 528, 529, 536, 537, 539, 558, 562, 565, 574, 579, 588, 599, 613, 627, 629, 697, 689, 690, 692, 740, 763, 764, 782, 783, 784
ఆక్సిజన్ పరమాణువు 195, 215, 324
ఆక్సిలరేటర్-ఎలక్ట్రోడ్ 224
ఆక్సిలరేటరు 224, 655
ఆక్సీ-అసిటిలీన్ 763, 765
ఆక్సీ-అసిటిలీన్ వాయువు 495
ఆక్సీకరణ ప్రక్రియ 283
ఆక్సీకరణము 194, 196, 364, 265, 370, 554, 558, 574, 585, 622, 628, 710, 740
ఆక్సీ క్లోరైడ్ సిమెంటు 171
ఆక్సీభవనము 206
ఆక్సీమ్‌లు 259
ఆక్సీహరణ ఘటము 188, 189
ఆక్సీహరణము 259, 261, 554, 585, 628, 629, 710, 711, 740
ఆక్సీహారకము 260, 261
ఆక్సైడ్ 19, 136, 166, 179, 182, 208, 209, 224, 235, 241, 316, 320, 331, 362, 372, 373, 442, 531, 562, 574, 599, 663, 770
ఆక్సైడ్ ఫిల్లరులు 171
ఆగంతుక (ఇన్‌ట్రూజివ్) శిలలు 143, 166, 167
ఆగిట్ 209, 317, 322, 323 324, 771, 772
ఆగ్జిలరీ 755
ఆఘాతటర్బయిను (ఇంపల్స్ టర్బయిన్) 218
ఆచ్ఛాదన (ఇన్సులేషన్) 173
ఆజురైట్ 317, 657
ఆజో కప్లింగ్ ప్రక్రియ 708
ఆజోక్సీ బెంజీన్ 260, 261
ఆజోయిక్ రంగులు 708
ఆజో రంగులు 99, 708
ఆటంబాంబు 114, **196**, 210, 600, 607
ఆటోక్లేవ్‌లు 215, 456, 656
ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ **186**, 197
ఆటో బాన్ 688
ఆటోమాటిక్ క్రెయిన్ కంట్రోలర్ వ్యవస్థ 684
ఆటోమాటిక్ వర్ణకాంతి సిగ్నలింగు 683
ఆటోమాటిక్ సెంటర్ బఫర్ కప్లింగు 682
ఆటో మొబైల్ ఇంజనీరింగు 5, 109, 152, **197**, 199, 201, 311, 340, 600, 650
ఆటో మొబైల్ బ్రేక్ **199**
ఆటోమోటివ్ ఇంజనులు **199**, 200, 579
ఆటోమోటివ్ ఛేజిస్ **201** చూ. ఆటో మొబైల్ ఇంజనీరింగు
ఆటోమోటివ్ స్టీరింగ్ 162, 199, **201**
ఆటోమ్‌ఫైల్ 627, 629
ఆడిటోరియమ్ 193, 194
ఆడిపిక్ ఆసిడ్ 101, 456, 457
ఆడియన్ ఖండాంతర టెలిఫోను పద్ధతి 593
ఆడియో ఆంప్లిఫయర్ (శ్రవ్య పౌనః పున్యవర్ధిని) 192, **201**, 301, 444, 676
ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ ఆంప్లిఫయర్ 444
ఆతతి (టెన్షన్) 576, 578, 667, 671
ఆతతిక్షేపము 669, 670
ఆతతి బలము 578, 787
ఆదాన ద్రవ్యము (ఫీడ్‌స్టాక్) 234
ఆదానము (ఇన్‌పుట్) 225, 278, 338, 447, 677
ఆదాన విద్యుత్తు 225
ఆదాన వోల్టేజి 738
ఆదానస్థానము (సింక్) 252, 258
ఆధార పీఠము 677, 678, 679
ఆధార భారము (బేస్‌లోడ్) 351
ఆధార స్తంభములు (తన్ను కర్రలు) 611, 613
ఆధునిక ఓపెన్ హార్త్ పద్ధతి 239
ఆధునిక ముద్రణాభివృద్ధి **73**
ఆన్‌టీక్లైన్‌లు 315
ఆన్ హైడ్రైడ్‌లు 215, 782
ఆనకట్టలు 2, 3, 12, 20, 35, 48, 52, 53, 57, 58, 125, 148, 151, 203, 204, 229, 230, 289, 347, 353, 358, 498, 503, 527, 636, 703
ఆనకట్టలు బరాజులు **292**, 416
ఆనిలీన్ 248, 260, 303, 565, 711, 802
ఆనిలీన్ హైడ్రో క్లోరైడ్ 373
ఆనీ జాన్స్ 73
ఆజ్‌బోర్న్ రేనాల్డ్సు (1842-1912) 713
ఆపటైట్ (కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్) 144, 145, 270, 318, 323, 770, 772
ఆఫ్‌టోన్ బ్లాకు 645
ఆఫ్‌సెట్ ముద్రణ 72, 645, 647
ఆమిల్ ఆసిటేట్ 170
ఆమూ-దర్యానది 50
ఆమ్మీ డిరక్షన్ రేంజి 551
ఆమ్ల అస్తరు 239
ఆమ్లపు రంగులు 707
ఆమ్లములు 81, 177, 194, 195, 261, 270, 271, 272, 276, 286, 299, 308, 323, 365, 496, 589
ఆమ్ల రిఫ్రాక్టరీలు 663
ఆమ్ల వర్ణద్రవ్యములు 706, 707
ఆయకట్టు 56, 202, 204, 348
ఆయతనము (ఘన పరిణామము) (క్యూబిక్ మీటరు) 792
ఆయిల్ అండ్ నాచురల్ గాస్ కమిషన్ **206**
ఆయిల్ ఇంజను 152
ఆయిల్ ఎక్స్‌పెల్లరు 4
ఆయిల్ టాంకరు 682
ఆయిల్ స్విచ్చీలు 357
ఆయుధములు 1, 14, 22, 30, 235, 432, 481, 657, 763
ఆయోసీన్ యుగము 149
ఆర్. ఎల్. మాడాక్స్ 71
ఆర్. డి. ఓల్డ్‌హామ్ 131
ఆర్. సి. సి. నిర్మాణములు 485, 486, 491, 669
ఆరగాణి 55, 349, 350, 701
ఆరగొనైట్ (కాల్సియమ్ కార్బొనేట్) 319, 323
ఆరస్ క్లోరైడ్ 599
ఆరిల్ సల్ఫోనిక్ ఆల్కైల్ ఎస్టర్‌లు 216
ఆరిల్ హేలైడ్‌లు 216
ఆరొమాటిక్ నత్రికరణము 474
ఆరొమాటిక్‌లు 248, 249, 368, 579
ఆరొమాటిక్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ 286
ఆరొమాటిక్ హైడ్రో కార్బన్‌లు 246
ఆరొమాటిక్ సల్ఫోనీకరణము 787
ఆరోమైసిన్ 106
ఆరోరూట్ 170
ఆరోహణ (టేకాఫ్-లిఫ్టు) 715
ఆరోహణబలము (లిఫ్టింగ్ ఫోర్స్) 714, 717
ఆర్క్ దీపములు 62, 643

ఆర్క్ లాంప్ 416
ఆర్క్ వెల్డింగు 283, 763
ఆర్కురైట్, రిచర్డ్ (1732-1792) 28, 38, 93, **207**
ఆర్కురైట్ వాటర్ ఫ్రేమ్ 38
ఆర్కిమీడిజ్ (క్రీ. పూ. 212 మ.) 4, 23, 25
ఆర్గాన్ 101, 175, 466, 467, 469, 566, 627, 628
ఆర్గాన్ ఆర్క్ వెల్డింగు 566
ఆర్చి డాము 417
ఆర్చి నిర్మాణము 34, 513
ఆర్చిలు 481, 485, 487, 488, 513, 695, 776, 777, 778
ఆర్చిలు, గోపురములు **207** చూ. నిర్మాణములు
ఆర్తవ (సీజనల్) పరివర్తనములు 781
ఆర్థో క్రోమాటిక్ 595
ఆర్థో క్రెసోల్ 307
ఆర్థో క్లేజ్ 167, 324, 771
ఆర్థో ఫారమ్ 106
ఆర్థో ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ 92
ఆర్థో సిలికేట్ 472, 771
ఆర్థర్ కాటన్ 48, 52, 54, 55, 75, 203
ఆర్థర్ బ్రౌన్ 78
ఆర్థర్ హోమ్స్ 121
ఆర్థిక భూశాస్త్రము **144**, **207**, 316
ఆర్థిక, వినియుక్త భూశాస్త్రములు **125**
ఆర్ద్రతా నియంత్రకములు (హైగ్రోస్టాట్) 214
ఆర్ద్రతా శాతము (పెర్సెంట్ హ్యూమిడిటీ) 210
ఆర్ద్రీకరణము, వాతానుకూలనము **210**, 304, 334, 585, 713
ఆర్ద్రీకారకములు (హ్యూమిడిఫయర్లు) 213, 214
ఆర్ద్రోష్ణత (హ్యూమిడ్ హీట్) 210, 211
ఆర్నాల్డ్ ఎమ్. కాలిన్స్ 101
ఆర్మేచర్ 280, 336, 337, 378, 380, 384, 385, 395, 398, 724, 725, 730, 738, 739
ఆర్మేచర్ స్ప్రింగు 336
ఆర్లాన్ 452, 456, 457
ఆర్విల్లీ రైట్ 77
ఆర్సనేట్ 104, 574
ఆర్సనైట్ 574
ఆర్సెనిక్ 145, 208, 289, 362, 363, 627, 629, 792, 800
ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ 332
ఆర్సెనిక్ పెంటాక్సైడ్ 460
ఆల్‌ఫ్రెడ్ ఎయిన్‌హార్న్ 106
ఆల్‌ఫ్రెడ్ వెగెనర్ 122, 124, 143
ఆల్‌ఫ్రెడ్ వైల్ 65
ఆల్మన్‌డైట్ 773
ఆలిగ్జాండర్ 23
ఆలిగ్జాండర్ ఆల్బర్ట్ 87
ఆలిగ్జాండర్ గ్రాహంబెల్ 66, 393
ఆలిగ్జాండర్ పార్క్స్ 587
ఆలిగ్జాండర్ ఫ్లెమింగ్ 106
ఆలిచిప్పలు 11, 504
ఆలిజరిన్ 97, 779
ఆలిఫాటిక్ ఈథర్ 216
ఆలిఫాటిక్ హైడ్రో కార్బన్లు 195, 249, 589
ఆలివీన్ ఖనిజము 319, 771
ఆలివీన్ బసాల్ట్ 167
ఆలీనవాజ్ జంగ్ 58, 477
ఆలీ మర్దాన్‌ఖాన్ 35
ఆలునైట్ 187
ఆల్కతీన్ అస్తరు 267
ఆల్కలీ సైనైడ్ 599
ఆల్కహాల్ 2, 103, 195, 215, 216, 227, 232, 248, 249, 250, 251, 252, 261, 286, 307, 345, 368, 369, 370, 449, 454, 462, 464, 530, 575, 584, 588, 601, 780, 794
ఆల్కహాల్-ఈథర్ మిశ్రమము 170
ఆల్కహాల్-నవాసారము 171
ఆల్కహాలేట్ 794
ఆల్కిల్ ఎస్టర్ 215
ఆల్కిల్ హాలైడ్లు 215, 216
ఆల్కిలేషన్ **215**, 579, 580, 582, 710, 711
ఆల్గే 573
ఆల్టర్నేటరులు 722, 725
ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంట్ 191, 416
ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంట్ ఫీడర్ 197
ఆల్టర్నేటింగ్ జనరేటర్లు 62
ఆల్టర్నేటింగ్ వోల్టేజి 193
ఆల్ట్రావైలెట్ 574
ఆల్టిమీటరు 550
ఆల్డిహైడ్లు 195, 248, 249, 464, 590
ఆల్విన్ తాంప్టర్ 481, 754
ఆల్ఫాకణములు 559
ఆల్ఫా (α) కిరణములు 557
ఆల్ఫా (α) గ్లూకోజ్ 794
అల్బ్రుట్రాన్ (1888 - 1920) 780
అల్యుమిన్ 643, 644
ఆవములు 463, 464, 498
ఆవర్తక జనిత్రములు 725
ఆవర్తకము (రోటార్) 483, 725, 731, 735
ఆవర్తనబలము (టర్నింగ్ మూమెంటు) 727
ఆవర్తనములు 722, 727
ఆవర్తి ప్రవాహము 724
ఆవర్తి మోటారు 739
ఆవర్తి విద్యుచ్ఛక్తి 738
ఆవర్తి విద్యుత్తు (ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంటు-ఏ. సి.) 62, 225, 395, 397, 409, 446, 723, 725, 732, 762
ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము **216**, 353, 728, 731, 733 చూ. విద్యుత్తు
ఆవర్తి విద్యుత్తు ట్రాన్స్‌ఫార్మరు 731
ఆవర్తి విద్యుత్తు మోటారు **216**, 738, చూ. విద్యుత్తు మోటారు
ఆవిరి ఇంజను (స్టీమ్ ఇంజను) 4, 37, 41, 44, 45, 48, 152, 156, **216**, 217, 219, 222, 229, 258, 424, 580, 680, 730, 754
ఆవిరి జనకము (స్టీమ్ జనరేటింగ్ యూనిట్) 218
ఆవిరి టర్బయిన్ (స్టీమ్ టర్బయిన్) 45, 62, 108, 152, 217, 222, 543
ఆవిరి టర్బో - ఆల్టర్నేటర్ 572
ఆవిరి నౌకలు (స్టీమ్ బోట్) 38, 217, 521, 763
ఆవిరి బాయిలర్ **218**, 219, 222, 601, 788
ఆవిరి యంత్రము 1, 5, 37, 41, 43, 62, 73, 77, 252, 439, 533
ఆవిరి యుద్ధ నౌక (స్టీమ్ వార్‌షిప్) 593
ఆవిరి రైలు ఇంజను (స్టీమ్ లోకోమోటివ్) 74, 221, **222**, 285, 422, 424, 681, 682
ఆవిరి శక్తి 3, 6, 38, 41, 73, 93, **344**
ఆవిరి సంగ్రాహకములు **222**
ఆవృత్తు(త్తి)లు (సైకిల్) 258, 293, 294, 394, 421, 766, 770, 774
ఆవెన్ షెపర్డ్ 111
ఆస్‌బెస్టాస్ (రాతి నార) 145, 149, 171, **224**, 495, 496, 565, 573, 773, 784 చూ. నిర్మాణ సామగ్రి

ఆస్బెస్టాస్ సిమెంటు 495, 496, 508
ఆసన్న అయస్కాంత (పారా మాగ్నెటిక్) ఖనిజములు 318
ఆసిటాల్డిహైడ్ 195
ఆసిటిక్ అన్ హైడ్రైడ్ 455, 798
ఆసిటిక్ ఆసిడ్ 170, 195, 232, 455, 456, 464, 474, 567, 591, 706, 798
ఆసిటిక్ – సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ 455
ఆసిటిక్ సెల్యులోస్ **224** చూ. సెల్యులోస్
ఆసిటలీన్ 95, **224**, 232, 248, 562, 566, 567, 765 చూ. పారిశ్రామిక వాయువులు.
ఆసిటేట్ 459, 706
ఆసిటేట్ ఎమల్షన్ 169
ఆసిటేట్ రయాన్ (దారము) 101, 452, 707, 798
ఆసిటోన్ 101, 195, 232, 455, 459, 464, 797
ఆసిడ్ 73, 98, 171, 248, 286, 299, 300, 455, 458, 539, 575, 797
ఆసిడ్ అన్ హైడ్రైడ్ 286
ఆసిడ్ ఎల్లో 609
ఆసిడ్ క్లోరైడ్ 248, 286
ఆసిడ్ గ్రీన్ 709
ఆసిడ్ సల్ఫైడ్ 462
ఆసిలేటరు 225, 442, 446
ఆసిలోగ్రఫీ **224**, 284, 301, 558
ఆసిలోస్కోపు 224, 225, 662
ఆసూర్క్య (కలప) 289, 460
ఆస్టిన్ డ బోర్డే (ఫ్రెంచి శిల్పి) 88
ఆస్ఫాల్ట్ 22, 98, 636, 688
ఆస్పిరిన్ 106
ఆస్మియమ్ 208, 627
ఆస్వాన్ డాము 571, 480
ఆహార పరిశ్రమలు, ఉత్పత్తులు **225**
ఆహారములు, నిల్వ (కేనింగ్) **228**

ఇ

ఇంగువ జిగురు 370
ఇంగ్రెయిన్ (అంతర్వికాసిత) రంగులు 708
ఇంగ్లీషుబాడి (ఇ. బి) వైపు 642
ఇంజక్షన్ పంపు 420
ఇంజక్షన్ మోల్డింగు విధానము 588,592
ఇంజనీరింగు 1, 2, 3, 9. 11, 23, 26, 247, 635, 740, 808
ఇంజనీరింగు డ్రాయింగు **229**, 230, 492
ఇంజనీరింగు సామగ్రి 43, 108
ఇంజనులు 2, 42, 109, 171, 172, 198, 200, **209**, 258, 285, 286, 294, 339, 420, 421, 423, 424, 543, 544, 548, 580, 593, 680, 689, 690, 749, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 800 చూ. అంతర్దహన ఇంజనులు
ఇంజనులు – వాని అభివృద్ధి **42**
ఇంటర్ లాకింగు పద్ధతి (రైల్వే) 683
ఇంటర్ స్టేజి కప్లింగ్ వలయము 192
ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను 42, 44, 46, 754
ఇండక్టె (క్ట) న్స్ 280, 282, 448, 469, 678, 723, 791
ఇండక్షన్ కాయిల్ (మాగ్నటో) 156
ఇండస్ట్రియల్ పాలసీ రిజల్యూషన్ 81
ఇండాంత్రీన్ 707, 709
ఇండిగో (నీలిమందు) 710
ఇండిపెండెంటు టెలివిజన్ అథారిటీ (ఐ. టి. ఏ.) 69
ఇండియన్ ఆయిల్ కార్పొరేషన్ 100, 231
ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ 247
ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ పెట్రోలియమ్ **231**
ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ షుగర్ టెక్నాలజీ 345
ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ సైన్సు 285
ఇండియన్ ఐరన్ అండ్ స్టీల్ ఇండస్ట్రీస్ 107
ఇండియన్ టెలిఫోన్ ఇండస్ట్రీస్ 81
ఇండియన్ డైమండ్ మైనింగ్ ఇండస్ట్రి 699
ఇండియన్ నేషనల్ సైంటిఫిక్ డాక్యుమెంటేషన్ (ఇన్సడాక్) 235
ఇండియన్ రోడ్సు కాంగ్రెస్ సంస్థ 686
ఇండియన్ సిరా 426
ఇండియన్ స్కూల్ ఆవ్ మైన్స్ **231**
ఇండియన్ స్టాండర్డ్స్ ఇనిస్టిట్యూషన్ **231**, 425, 571, 572
ఇండియా జిగురు, గట్టి జిగురు 369
ఇండియాలో ఇనుము, ఉక్కు పరిశ్రమ అభివృద్ధి **83**
ఇండియా రెడ్ 98
ఇండ్లయందు విద్యుచ్ఛక్తి **6**
ఇంధన చూర్ణీకరణ యంత్రము 440
ఇంధన తైలము 156, 180, 232, 420
ఇంధనములు 6, 37, 42, 44, 46, 78, 83, 97, 99, 103, 152, 153, 156, 222, 232, 233, 234, 236, 239, 241, 251, 273, 304, 344, 345, 421, 422, 423, 437, 438, 439, 462, 464, 548, 560, 562, 567, 580, 605, 606, 639, 641, 689, 690, 692, 718, 744, 745, 747, 748, 750, 752, 759, 788
ఇంధనములు, ఉపోత్పన్నములు **223**, 247, 350, 472, 564, 662
ఇంధన వాయువు 232, 283, 584, 562, 765
ఇంపల్స్ 386, 387, 399, 400
ఇంపల్స్ చక్రము 357
ఇంపల్స్ నాయిస్ 392
ఇంపిడెన్స్ కపుల్డ్ ఆంప్లిఫయర్ 192
ఇంపీరియల్ కెమికల్ ఇండస్ట్రీస్ సంస్థ 87, 96
ఇంపెల్లర్ 546
ఇంపోస్ 642
ఇంప్రెషన్ సిలిండరు (ముద్రణ) 643, 644
ఇంహోటెప్ 18
ఇ. ఎమ్. ఎఫ్ (వోల్టేజి) 726
ఇకనోస్కోప్ 372
ఇక్సెల్సియర్ 501
ఇగార్ సికోర్స్కీ 754
ఇగురులు **234** చూ. బాష్పీకరణము
ఇగ్నిట్రాన్ 280
ఇటుక జేగురుపని (టెర్రాకోటా) 25
ఇటుకపని **234** చూ. తాపీపని
ఇటుక, రాతి ఆర్చి వంతెనలు 697
ఇటుకలు 18, 33, 84, 160, 178, 203, 219, 239, 266, 298, 325, 347, 463, 483, 484, 495 497, 498, 499, 534, 535
ఇడికీ డాము 417
ఇత్తడి 6, 24, 26, 321, 361, 365, 373, 429, 472, 657, 659, 740, 768
ఇన్కాండిసెంట్ (మసిబారని) దీపము 259
ఇన్పుట్ ఇంపిడెన్స్ 193, 301
ఇన్పుట్ కెపాసిటెన్స్ 301
ఇన్పుట్ వోల్టేజి 202, 301

ఇన్‌పుట్ సిగ్నలు 191, 193, 202, 301
ఇన్‌పుట్ సైను సాయిడల్ వోల్టేజి 192, 201
ఇన్సులేషన్ 332, 377, 384, 395
ఇన్సులాక్ **235**
ఇనర్షియల్ నావిగేషన్ సిస్టమ్ 759
ఇనుప ఖనిజము 209, 275, 574, 682, 781
ఇనుప గనులు 30, 293, 325
ఇనుప గర్భము (కోరు) 384
ఇనుప చీల (రివెట్) 236
ఇనుప పైరిటీస్ (ఐరన్ సల్ఫైడ్) 782
ఇనుము 5, 10, 13, 15, 16, 24, 37, 61, 77, 79, 83, 84, 85, 90, 111, 125, 131, 135, 145, 146, 149, 166, 178, 183, 187, 190, 207, 208, 219, 235, 237, 238, 239, 241, 248, 249, 251, 260, 261, 262, 275, 297, 298, 312, 314, 318, 319, 321, 323, 324, 336, 361, 363 365, 404, 481, 498, 502, 527, 528, 554, 564, 599, 627, 628, 629, 657, 659, 662, 667, 733, 740, 762, 765, 770, 771, 772, 773, 781, 788
ఇనుము ఆక్సైడ్ 575
ఇనుము, ఉక్కు **235**, 243, 502, 780
ఇనుము, ఉక్కు పరిశ్రమ వికసనము **83**
ఇనుము-నికెల్ ఆక్సైడ్ 95
ఇనుము - మందయానము (హిస్టెరిసస్) 789
ఇన్వార్ (ధాతు మిశ్రమము) 310
ఇన్సులేటరులు 404, 405, 406
ఇపోలీన్ 606
ఇమల్షన్ పెయింట్లు 497
ఇమల్షన్‌లు 270, 300, 369, 574, 575, 595, 596, 779, 787, 799
ఇరిడియమ్ 208, 627, 792
ఇరుగుడు చేవ (రోజ్‌వుడ్) 701
ఇరుసులు 18, 21, 198, 199, 200, 218, **243**, 272, 286, 339, 354, 380, 422, 423, 724
ఇల్మెనైట్ (ఇనుము, టైటానియమ్ ధాతువుల జంట ఆక్సైడ్) 144, 145, 149, 208, 316, 318, 322, 327, 770
ఇవక నేల 345, 346
ఇసాం బ్రూనెల్ 48
ఇసుక పునాదులు 571
ఇసుక వడపోత సాధనము 528
ఇస్త్రీ పెట్టె 2, 179, 557, 722

ఈ

ఈడ్పుడు (ట్రెయిలర్) కోచ్‌లు 286
ఈతనోల్ ఎమీన్ 270
ఈథర్ 107, 250, 307, 674, 797, 799
ఈథర్ ఆల్కహాల్ 455
ఈథేన్ 177
ఈదు తిత్తులు 367
ఈనె (వెయిన్)లు 599, 600
ఈఫెల్ గోపురము 4, 482
ఈయోసీన్ 139
ఈస్ట్ ఇండియా రైల్వే కంపెనీ 97
ఈస్ట్‌మన్, జార్జి (1854-1932) **243**
ఈస్టు 462

ఉ

ఉక్కు 5, 10, 15, 79, 81, 84, 189, 190, 197, 198, 207, 215, 234, 235, 238, 242, **243**, 249, 293, 305, 356, 441, 481, 482, 489, 495, 496, 499, 513, 527, 544, 566, 570, 576, 577, 578, 586, 592, 613, 652, 662, 669, 670, 695, 698, 736, 740, 763, 781, 788, చూ. ఇనుము, ఉక్కు
ఉక్కు కర్మాగారములు 9, 82, 85, 86, 97, 98, 234, 238, 265, 270, 437, 492
ఉక్కు చట్రములు 160, 197, 488, 490
ఉక్కు ట్రస్సులు 493, 494
ఉక్కుతాడు (కేబుల్) 616
ఉక్కు తీగె 765, 767, 769
ఉక్కు నిర్మాణములు 190, **243**, 488, 490, 491, 492, 585, 697 చూ. నిర్మాణములు, ఉక్కు
ఉక్కు రేకులు 486, 488, 635
ఉక్కు వెల్డింగు 698
ఉచిత విభక్తములు (ఐసోలేటర్) 285
ఉచ్చాలకము (లీవర్) 198, 199
ఉటాహ్ ఎడారులు 50
ఉడ్డోలము 603
ఉత్‌ప్లవన విధానము (తేలగొట్టు పద్ధతి) 362, 658
ఉత్‌స్వేదనము 632
ఉతకల అర్రీ 513
ఉత్తల (పాలో) 617
ఉత్తర కియాంగ్సీ కాలువ 51
ఉత్తర తన్యతీకరణము (పోస్ట్ టెన్షనింగ్) 487
ఉత్తరపర్వత కూటమి **149**
ఉత్త రాజీవక (ప్రొటిరోజోయిక్) యుగము 138, 142, 147
ఉత్తేజకములు (ఎక్సైటర్‌లు) 357
ఉత్పత్తి శాస్త్రము **243**, 290, 291
ఉత్పాదకవాయువు **247**, చూ. ఇంధనములు, ఉపోత్పన్నములు
ఉదకిత (హైడ్రేటెడ్) అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ 177
ఉదజనీకరణము 97, **247**, 249, 250, 456, 463, 481 530, 533, 565, 579, 585
ఉన్నత తన్యత (HT) 734
ఉన్నత ప్రేష రస బాష్పదీపములు 470, 471
ఉన్నయనము (హోయిస్టింగ్) 613
ఉన్ని 103, 214, 251, 299, 706, 707, 709
ఉన్ని-పట్టు 705
ఉపగ్రహములు 110, 126, 690, 691, 692, 720, 721, 722
ఉపరితల జలనిర్గమనము 520
ఉపరితల సంగ్రాహకములు 222, 224
ఉపలంభనము (డిటెన్షన్) 444
ఉపాంగ ఖనిజములు **250**, 323, 770, 772 చూ. శిలాఖనిజములు
ఉపోత్పన్నము(బై-ప్రాడెక్టులు)లు 3, 8, 10, 87, 91, 92, 96, 97, 98, 113, 188, 208, 234, 237, **250**, 251, 252, 262, 268, 270, 275, 296, 299, 302, 437, 463, 464, 534, 564, 579, 580
ఉభయచరములు (స్థల - జల చరములు) (ఆంఫీబియన్ విమానములు) 138, 139, 755
ఉర్వర్య యాంత్రిక శాస్త్రము 571
ఉల్కాపిండములు 691
ఉల్లిపాషాణ యౌగికములు 604
ఉషర్ (1518-1656) 121
ఉష్ణజన్య విద్యుత్తు ధ్రువీకరణము (పైరో ఎలెక్ట్రిసిటీ) 818
ఉష్ణతా వినిమయము 179, 182, **252**, 584, 565, 602
ఉష్ణ యంత్రములు (హీట్ ఇంజనులు) 152, 216, 229, **258**, 293
ఉష్ణవహనము (కండక్షన్) 223, 224

ఉష్ణవినిమయకము (హీట్ ఎక్స్ఛేంజర్) 560
ఉష్ణశక్తి 152, 217, 222, 238
ఉష్ణీకరణ సాధనములు 722
ఉస్మాన్ సాగర్ 582

ఊ

ఊట (స్ప్రింగ్) 616
ఊట నీటిచలములు 581
ఊథాంట్ 7
ఊర్ధ్వబలము (లిఫ్టు) 754

ఋ

ఋజు టిన్‌షైల్ బలము 778
ఋజు నాళములు 219
ఋజు విద్యుచ్ఛక్తి 738
ఋజు విద్యుత్తు (డైరెక్టు కరెంట్-డి. సి.) 62, 191, 193, 201, 225, 357, 378, 388, 397, 409, 565, 725, 730
ఋజు విద్యుత్తు జనిత్రము (డైనమో) 725, 728, 730
ఋజు విద్యుత్తు ప్రవాహము (D.C) 722, 723, 729
ఋజు విద్యుత్తు (D. C) మోటారు 738 800
ఋజూకరణము (రెక్టిఫికేషన్) 444, 445
ఋణ అయన్‌లు 597
ఋణ అయన్ వినిమయరెసిన్ 528
ఋణ ధ్రువము 224, 297, 382, 390, 412
ఋణ మాతృక (నెగిటివ్ మాస్టర్) 768
ఋణ విద్యుత్తు 379, 382
ఋణ వైద్యుతీయ (ఎలక్ట్రో నెగిటివ్) ధాతువు 627

ఎ

ఎంగ్రేవింగ్ హెడ్ 645
ఎండో - థెర్మిక్ ప్రతిక్రియ 564, 598
ఎండ్రిన్ 104
ఎంతాల్పీలు 211
ఎంపైర్ స్టేట్ భవనము 4, 48
ఎకనమైజర్‌లు 218, 219. 220, 221
ఎక్లోగైట్ 130
ఎక్స్ (X) కిరణములు 282, 316, 320, 557, 672
ఎక్స్ఛేంజి 66, 396, 397
ఎక్స్‌ట్రా హైటెన్షన్ (ఐ. ఎచ్. టి) 733
ఎక్స్‌ట్రూడెడ్ 500
ఎక్స్ పెల్లర్ పద్ధతి హైడ్రాలిక్ ప్రెస్ 531
ఎక్స్‌పోషరు మీటరు 594
ఎక్స్‌ప్రెస్‌వే 688
ఎక్స్‌ప్లోరర్ - I 691
ఎక్స్‌ప్యాండెడ్ పార్టికల్ బోర్డు 501
ఎక్స్‌పో (జు)న్ 71, 594, 595, 644, 645, 646, 647
ఎక్లోగైట్ 672
ఎక్సో - థెర్మిల్ ప్రతిక్రియ 564
ఎగిరెడు నాడె (ఫ్లేయింగ్ షటిల్) 28
ఎగురు బూడిద (ఫ్లై ఏష్) 788
ఎగువ ఆనకట్ట 54
ఎగ్లామరేట్ 164
ఎచ్చింగ్ పద్ధతి 73, 679
ఎట్రోపిన్ 106
ఎడిఫోన్ (చెప్పి వ్రాయించు యంత్రము) 259
ఎడిసన్, థామస్ ఆల్వా (1847 - 1931) 1, 62, 95, **258**, 259, 384, 393
ఎడ్మండ్ కార్ట్‌రైట్ 93
ఎడ్మండ్ స్మ్యాస్ 122, 124
ఎడ్రినలీన్ 106
ఎడ్వర్డ్ రిట్‌సెడ్ 106
ఎతిల్ ఈథర్ 216, 799
ఎతిల్ ఎస్టర్లు 216
ఎతిల్ క్లోరైడ్ 601
ఎతిల్ బెన్జీన్ 195, 216
ఎతిల్ మెర్ కాప్టన్ 215
ఎతిల్ సెల్యులోస్ 216, 589, 799
ఎతిల్ సైక్లిక్ పెంటేన్ 250
ఎతిల్ హేలైడ్‌లు 216
ఎతిలీన్ 100, 103, 216, 248, 567, 591, 592, 706
ఎతిలీన్‌గై (కా) కోల్ 101, 216, 457
ఎతిలీన్ డై క్లోరైడ్ 105
ఎతిలీన్ డై బ్రోమైడ్ 105
ఎథేన్ వాయువు 234
ఎత్తి పట్టుకొను సూత్రము (ట్రస్సింగ్) 32
ఎత్తుడు శక్తి (లిఫ్ట్) 689
ఎత్నాల్ 575
ఎన్‌జైమ్‌లు 170. 299
ఎన్‌లార్జర్ 596
ఎన్ స్టాటైట్ 771
ఎన్ హైడ్రస్ నైట్రేట్ 539
ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ 276, 277, 278, 279
ఎనామిల్ 395, 602, 788
ఎపర్చర్ 594, 595
ఎపిడోట్‌లు 325, 671, 670, 773
ఎపి సైక్లిక్ లేదా ప్లానిటరీ (గ్రహరూప) గేర్ బాక్స్ 340
ఎపోక్సీ రెసిన్‌లు 497
ఎపోఫిలైడ్ 772
ఎఫిడ్రిన్ 106
ఎబొనైట్ 645
ఎమ్. ఎచ్. డి. (మాగ్నటో హైడ్రో డైనమిక్స్) చాలక యంత్రములు 638
ఎమరాల్డ్ గ్రీన్ 574
ఎమరీలు 178, 657
ఎమినేషన్ 710, 711
ఎమినో ఆసిడ్ 299, 300
ఎమినో కాప్రోయిక్ ఆసిడ్ 457
ఎమినో బెన్జీన్ 711
ఎమిల్ ఫిషర్ 452
ఎమిలీ బెర్లినర్ 393
ఎమీన్ 259, 563, 564
ఎమీన్ ఆల్కిలేషన్ 216
ఎమీనీకరణము (ఎమీనేషన్) 184, **259**
ఎమీలియా ఇయర్ హార్ట్ 78
ఎమైడ్‌లు 259
ఎయిర్ డైనమిక్స్ **271**, 713, చూ. వాయుగతి శాస్త్రము
ఎయిర్ బస్సులు 759
ఎయిరో ఫాయిల్ 715, 717, 718, 755. 766, 757, 758
ఎయిల్‌రాన్ 755, 767, 758
ఎరీ 28, 554
ఎరుపురంగు (టర్కీ రెడ్) 98, 187
ఎరువుల ఫ్యాక్టరీ 91, 92, 102, 437
ఎరువులు 2, **89** 112, 179, 182, 183, 226, **261**, 263, 264, 265, 268, **270**, 272, 274, **276**, 294, 298, 323, 376, 593, 653. 785, 786
ఎర్గులు 557, 789
ఎర్గోనమిక్స్ 245, 247
ఎర్గ్ 379, 390 397, 401, 401, 404
ఎర్నెస్ట్ సాల్వే 87
ఎర్రకాలువ 704
ఎర్ర చక్కెర (బూరా) 343, 344, 345
ఎర్లీబర్డ్ 722
ఎల్. ఇ. ఎమ్. (లూనార్ ఎక్స్‌కర్షన్ మాడ్యూలు) 793, 594
ఎల్. జె. ఎమ్. డాగర్ 71
ఎల్. డి. ఉక్కు 241
ఎల్. పి. జి. (లిక్విఫైడ్ పెట్రోలియమ్ గాస్) 232, 233

ఎలక్ట్రమ్ (తెల్ల బంగారము) 17, 599
ఎలక్ట్రాన్ ఆప్టిక్స్ అండ్ ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ 872
ఎలక్ట్రాన్ కిరణ శలాక (ఎలక్ట్రానిక్ బీమ్) 765
ఎలక్ట్రాన్ గన్ 224, 225
ఎలక్ట్రాన్ ట్యూబు (వాల్వు) 70, 277, 280, 283
ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము 224, 337, 412, 415, 441
ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ 72
ఎలక్ట్రాన్ రాడార్ వ్యవస్థ 410
ఎలక్ట్రాన్ల వినిమయము (ఇంటర్ ఛేంజ్) 558
ఎలక్ట్రాన్లు 224, 337, 410, 412, 415, 434, 442, 443, 444, 469, 712, 792
ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు 649
ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శిని 284, 325,795
ఎలక్ట్రాన్ అంతరీకరణ వ్యవచ్ఛేదకములు 279
ఎలక్ట్రానిక్ ఆంప్లిఫయర్ 279, 401
ఎలక్ట్రానిక్ ఎచ్చింగ్ 74
ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్లు 177, 247, **276**, 278, 381, 391, 641, 676, 718
ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములు 2, 6, 82, 95, 109, 481, 544, 550, 589, 676, 680, 682, 721
ఎలక్ట్రానిక్ బీకన్ 550
ఎలక్ట్రానిక్ రిలే 280, 281
ఎలక్ట్రానిక్ వలయము 284, 445, 792
ఎలక్ట్రానిక్ విస్తారకములు 401
ఎలక్ట్రానిక్ శక్తి నియంత్రణ 282
ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము **280**, 372, 562, 641, 647
ఎలక్ట్రానిక్ సామగ్రి 324
ఎలక్ట్రానిక్స్ 7, 9, 70, 75, 191, 224, 280, 606, 720, 764, 789
ఎలక్ట్రో మీటరు 377
ఎలక్ట్రిక్ అండ్ మ్యూజికల్ ఇండస్ట్రీస్ 69
ఎలక్ట్రిక్ ఆర్క్ 71
ఎలక్ట్రిక్ ఇన్సులేటరు 94, 459
ఎలక్ట్రిక్ ఇస్త్రీపెట్టెలు 6, 429, 458
ఎలక్ట్రిక్ క్రైనులు 739
ఎలక్ట్రిక్ పిక్చరులు 259
ఎలక్ట్రిక్ ప్లగ్గులు 589, 592
ఎలక్ట్రిక్ ఫాన్లు 82, 336, 476
ఎలక్ట్రిక్ బల్బులు 61, 332
ఎలక్ట్రిక్ మోటారులు 37, 61, 65, 82, 259, 560
ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజనులు 285, 681
ఎలక్ట్రిక్ రైల్వేలు **284**
ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు 4,5, 7,61,789
ఎలక్ట్రికల్ కండ్యూట్లు 497
ఎలక్ట్రోడ్లు 224, 225, 282, 283, 294, 441, 442, 443, 593
ఎలక్ట్రోఫైలిక్ 474
ఎలక్ట్రో మాగ్నటిక్ 224
ఎలక్ట్రో స్టాటిక్ 224, 452
ఎలక్ట్రో స్టాటిక్ ప్రింటింగు 647
ఎలాగి టానిన్లు 450
ఎలామైట్లు 20
ఎలిమి నేటరు 213
ఎలిమెంట్ 335, 336
ఎలిమెంట్స్ ఆవ్ అగ్రికల్చరల్ కెమిస్ట్రీ 424
ఎలివేటర్లు 282, 755, 758
ఎలి షాగ్రే 393
ఎలెమీ 170
ఎలేజి కామ్లము 450
ఎల్లోనది 51
ఎల్స్మెన్ కాలువ 376
ఎవాపొరేటర్స్ 844
ఎస్. ఎ. పార్సన్ 217
ఎస్టరీకరణము **286**, 473,531, 505,799
ఎస్టర్లు 216,248,286,449,464,530,798
ఎస్టేట్ కారు (స్టేషన్ వాగన్) 197

ఏ

ఏండలూసైట్ 325, 770, 772
ఏండసీన్ 771
ఏకకండీ అతిసంపీడన టర్బోజెట్ 748
ఏకకండీ టర్బోజెట్ యంత్రము 749
ఏకకండీ సంపీడనము 748
ఏకకల 285, 286
ఏకకల ఆవర్తకము 731
ఏకకల (సింగిల్ ఫేజ్) ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము 730
ఏకతలీయ తిర్యక్ ఛేదము 668
ఏకధాటి సిగ్నల్ 550
ఏకపార్శ్వ కేంద్రాపసారి సంపీడనము 749
ఏకపార్శ్వ బాండ్ విధానము 191
ఏకపోత (యూనిట్ మౌల్డ్) పద్ధతి 577, 578
ఏకమార్గ నాళతాపకము 257
ఏకమార్గ సంపీడనము 748
ఏకరూపతావాదము **123**
ఏక విద్యుత్తు డూప్లెక్స్ విధానము 384
ఏకాంక ఘనకోణము (స్టెరేడియన్) 465
ఏకాండపు దూలములు 4, 90, 492
ఏకాండపు రాయి (బెడ్ రాక్) 569
ఏక్రిల్ నారలు **287** చూ. కృత్రిమ దారములు
ఏటవాలు సౌరంగములు (ఇన్క్లయిన్) 612
ఏనోడ్ 409, 593, 678, 712, 713
ఏనోడ్ శక్మ (వోల్టేజి) 712
ఏ. రస్సెల్ 402
ఏరియల్ 70, 403, 446, 634
ఏరోనాటిక్స్ (విమానయాన శాస్త్రము) 77
ఏల్ 103, 227
ఏ. సి. జనరేటరులు 62
ఏ. సి. క్లైమ్ రిలే 281
ఏ. సి. విద్యుత్తు 281. 282, 285, 286

ఐ

ఐజరిన్ 323, 771
ఐజాక్ షాంబర్గ్ 69
ఐడ్ పద్ధతి 91
ఐన్స్టయిన్ 1, 114, 173, 557, 558
ఐరన్ అమోనియమ్ సిట్రేట్ 107
ఐరన్ ఆక్సైడ్ 181, 182, 187, 188, 237, 241, 297, 504, 564, 574, 765, 783
ఐరన్ నైట్రైట్ 249
ఐరన్ పైరిటీస్ 567, 783, 785
ఐరన్ సిలికేట్ 771
ఐస్‌క్రీమ్ 226, 227, 366, 369, 568
ఐసో ఆక్టేన్ 216
ఐసో క్వినోలీన్ 303
ఐసో పారఫిన్ 580
ఐసోప్రీన్ 657
ఐసో ప్రొపిల్ ఆల్కహాల్ 99, 195
ఐసోమరైజేషన్ (సమాంగ రూపకరణము) 249, 579, 580, 585
ఐసో సింతసిస్ 249

ఒ

ఒంటి తీగె సిగ్నలింగు 683
ఒంటి సర్క్యూట్ లైన్ 737
ఒడంబము (మూలమట్టము) 486
ఒడ్డుకోరుడు ఘూషణము 632
ఒత్తిడి గళన సాధనములు 367

ఒమెలాన్కీ్న 184
ఒలియిక్ ఆసిడ్ 81, 373

ఓ

ఓక్ వట్టా 424
ఓజోన్ 628
ఓట్టో కొంపూ పద్ధతి 786
ఓట్టోలిన్ లితియల్ 754
ఓడ్ 442
ఓడకీలు (ఆస్ఫాల్ట్) 170
ఓడ రేవులు 27, 437
ఓడలు 16, 112, 227, 309, 440, 539
ఓడుదనము (లీకెన్స్-లీకేజ్) 387, 404, 407
ఓపాల్ 317, 322, 772
ఓపెన్ సర్క్యూట్ 387
ఓపెన్ హార్త్ కొలుములు 84, 239, 304
ఓబరు పాన్ పద్ధతి 272
ఓమ్ (విద్యున్నిరోధమునకు యూనిట్) 434, 724, 726, 727, 734, 790, 791
ఓర్లాన్ 458
ఓలిఫైన్‌లు 196, 216, 248, 579, 580
ఓలియక్ ఆసిడ్ ట్రైగ్లిసరైడ్ 530
ఓలియమ్ 711, 784, 787
ఓలియో రెసిన్‌లు 368, 369, 370
ఓలిబనమ్ జిగురు 370
ఓలైట్ సున్నపు రాళ్ళు 147
ఓల్గానది 441
ఓవెన్‌లు 236
ఓహియోనది 375

ఔ

ఔజ్జ్వల్యము 710, 769
ఔటర్ సిగ్నలు 688
ఔషధములు 2, 5, 8, 9, 26, 81, 83, 99, 102, **105**, 108, 179, 183, 185, 226, 308, 366, 368, 369, 424, 580

క

కంకణాకార మార్గములు 254
కంకణాకారములు (మల్టిపుల్ బ్లేడ్ రింగ్) 218
కంచు 13, 14, 21, 22, 365, 373, 404, 608, 659, 740
కంచేనరు 681
కంట్రాక్టరులు 373, 374
కంట్రోల్ (నియంత్రక గ్రిడ్) 712
కంట్రోల్ గేర్ 108
కంట్రోల్ గ్రిడ్ 801
కంట్రోల్ బ్రేక్ 309
కంట్రోల్ వోల్టేజి 301
కంట్రోలింగు కాలిన్ 683
కండక్టరులు 676
కండెన్సర్ కప్పు 223
కండెన్సరు 281, 283, 446, 447, 464, 537, 677, 723, 802
కండ్యూట్ 162
కంతల (సొరంగముల) పద్ధతి 20
కందెన నూనెలు 100, 176, 177, 199, 540, 580
కందెనలు 97, 99, 215, **287**, 320, 579, 652, 772, 787
కంపకము (ఆసిలేటర్) 447, 648
కంపక యంత్రము (వైబ్రేషన్ మిల్లు)186
కంపన పౌనఃపున్య పరివర్తన (ఫ్రీక్వెన్సీ మోడ్యులేషన్) విధానము 390
కంపనములు (ఆసిలేషన్) 128, 444,673
కంపన విద్యుత్తు 301, 378, 388, 397
కంపన విస్తార పరివర్తనము (ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్) 388
కంపన విస్తార పరివర్తిని (ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేటర్) 190
కంపన విస్తారము (ఆంప్లిట్యూడ్) 446, 617, 649, 712
కంపాస్ గిన్నె 546
కంపెనీ యుగమున జలాధారముల అభివృద్ధి **51**
కంపోజింగు 73, 642, 643, 645, 646
కంప్యూటర్(రు)లు 2, 247, 277, 279, 280, 372,391, 488,641, 685, 794
కంప్రెసర్ 755, 758
కంభం జలాశయము 35
కగ్గి (ఫేడ్) 596
కట్ - ఫ్లష్ బైండింగు 169
కటకము (లెన్సు) లు 71, 146, 209, 298, 333, 592, 593, 594, 772
కట్టడములు 2, 52, 229, **287**, 289, 499, 502, 669 చూ. నిర్మాణములు.
కట్టుమర (బల్లకట్టు) 539
కట్టుసున్నము 788, 789
కఠిన కాష్ఠము (గట్టికర్ర) 795
కఠిన జలము 527, 528
కడప రాయి 498
కణజాలము (టిస్యూ) 601
కత్తిగాను 701
కదిలి - ఆగు తంతి విధానము (స్టార్ట్ - స్టాప్ టెలిగ్రాఫు) 386
కదుళ్ళు 93, 94, 305, 580
కనిగిరి జలాశయము 35
కన్నపు నూతులు 581
కన్నము (స్లిట్) 454
కన్వర్టర్ 239, 340, 388, 784
కన్వేయర్ బెల్ట్ 6, 47
కప్పి 25, 549
కప్లింగ్ 191, 201, 681
కప్లింగ్ కెపాసిటరు 192
కమాండ్ మాడ్యూలు 693, 695
కమాను (స్ప్రింగు) 198
కమాను డాములు 417, 571
కమానులు (ఆర్చీలు) 32, 53
కమేలాలు 563
కమ్మచ్చు తీయుట (ఎక్స్‌ట్రూషన్) 242
కమ్మరి 15, 30, 42
కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు **287**, 288, 392, 550
కరకట్టలు 53, 55, 59, 426, 427
కరపత్రముల (పాంప్లెట్) బైండింగు 169
కరయా జిగురు 369, 370
కర్కశ ధ్వని 673, 676
కర్ణరేఖీయ కృంతన శలాకలు 669
కర్తనబలము 507, 513
కర్తరి (ట్రస్సు) చట్రము 669
కర్నల్ పెన్నీ క్విక్ 57
కర్పనాళ (టెల్ట్యూబ్) పద్ధతి 256
కర్పూర తైలము (టర్పెంటీన్) 170, 171
కర్బనీకరణము 533, 534, 535
కర్మాగారములు 5, 80, 102, 108, 179, 207, 212, 214, 429, 244, 246, 251, 258, 270, 295, 302, 304, 334, 335, 366, 475, 496, 529, 539, 564, 565, 585, 730, 733, 782, 784, 785, 786
కర్ర తారు 232
కర్ర తొలుపుడు పేడ పురుగులు 460
కర్ర దూలములు 694
కర్రబొగ్గు (చార్కోల్) 14, 15, 29, 37, 45, 83, 85, 232, 464
కలప 30, 32, 77, 97, 460, 468, 483, 485, 488, 495, 499, 500, 503, 570, 699, 700
కలర్ ఫిల్మ్ 645

కలర్ ఫోటో 596
కల్కీకరణము (సెడిమెంటేషన్) 184
కల్వర్టులు 696
కల్లనై (రాతి ఆనకట్ట) 34
కళాగృహములు (స్టూడియోలు) 767
కళాయి ద్రావణము 679
కవాటము (వాల్వు)లు 152, 153, 154, 156, 157, 204, 205, 236, **288**, 297, 354, 356, 441
కవాట యంత్ర తంత్రము (వాల్వు మెకానిజమ్) 154, 157
కాంక్రీ(ట్)టు 31, 46, 59, 151, 204, 271, 298, 338, 342, 357, 416, 427, 463, 482, 504, 513, 560, 570, 574, 586, 605, 636, 667, 668, 670, 778, 789, 807
కాంక్రీటు దూలములు 699
కాంక్రీ(ట్)టు నిర్మాణము 151, **288**, 484, 486, 497, 502, 688 చూ. రీ-ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు
కాంక్రీటు పునాదులు 736
కాంగోరెడ్ 707
కాంటాక్ట్ ప్రింటు 596
కాంటీ లివర్ వంతెనలు 570, 694, 698
కాంట్రాస్టు 595
కాండ స్వేదనము 463
కాంతి (క్యాండెలా / చదరపు మీటరు) 792
కాంతి ఔజ్జ్వల్యము 465
కాంతి కిరణములు 673
కాంతి తరంగములు 648, 649, 650, 660, 672
కాంతి పుంజములు 172, 282, 389
కాంతి లేఖనము 593
కాంతి విద్యుత్తు కణములు (ఎలక్ట్రాన్) 411
కాంతి విద్యుత్తు (ద్ఘ) ఘటములు (ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ సెల్) 281, 282, 466
కాంతి విద్యుత్తు నియంత్రణ (ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ కంట్రోలు) 281, 282
కాంతి స్రోతశ్శీత (ల్యూమెన్) 791
కాంప్ బెల్ బ్లాక్ 78
కాంప్ బెల్ స్విన్టన్ 69
కాంపౌండ్ వైండింగు 730
కాంబ్రియన్ (సిల్యూరియన్) యుగము 140
కాంస్యము (కంచు) 13, 592
కాక్ పిట్ 552
కాక్స్టన్, విలియమ్ (ర 1422 - **1491) 288**
కాగితపు గుజ్జు 83, 212, 334, 472, 785
కాగితపు పరిశ్రమ 30, 35, 36, 96, 214, **289**, 453, 527 చూ. సెల్యులోస్.
కాచు తుల్యము (గాజు వంటిది) 317
కాట్ ఛోంక్ 390
కాటన్, ఆర్థర్ థామస్ (1803-1899) 58, **289**
కాడ్మియమ్ 95, 362, 365, 372, 404, 405, 427, 740
కాడ్మియమ్ ఎల్లో 574
కాడ్మియమ్ రాగి 736
కాన్స్టెంట్ (స్థిర) మెష్ గేర్ బాక్స్ 339, 340
కానాలు 204, 305, 508, 513, 694
కాన్వే వంతెన 376
కాపర్ అమోనియమ్ ఫ్లోరైడ్ 459
కాపర్-ఐరన్ సల్ఫైడ్ 658
కాపర్ క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ 248
కాపర్ క్లోరైడ్ 87
కాపర్ తేలో సైయనీన్ 708, 710
కాపర్ లవణము 460
కాపర్ సల్ఫేట్ 454, 460
కాపర్ సల్ఫైడ్ 313, 364
కాపర్ హైడ్రాక్సైడ్ 454
కాపర్స్ - సుమిటోమో ప్రక్రియ 180, 181, చూ. తల్పశ్రేణి ప్రక్రియ
కాప్రోయిక్ ఆసిడ్ 456
కాఫర్ డామ్ 289, 480 a
కామేశం, కొంత (1890-1964) **289**, 460
కామ్యుటేటరు 725, 729, 730
కాయిల్ (తీగెచుట్ట) 730
కారులు 109, 201
కార్ఖానా నిర్వహణ **289**, 290, 292
కార్ఖానాలలో విద్యుచ్ఛక్తి **6**
కార్ఖానాలు 4, 6, 27, 41, 107, 471, 492, 651, 680, 684
కార్డ్ వైండింగు 169
కార్డియరైట్ 770
కార్నిజ్, ఆండ్రూ (1835-1919) **293**
కార్నిష్ తగరపు గనులు 42, 43
కార్నో ఆవృత్తి **293**
కార్బ్యురెట్టర్ **294** చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు
కార్బన్ (బొగ్గు) 14, 29, 33, 90, 96, 135, 179, 180, 207, 233, 237, 241, 259, 261, 393, 464, 485, 502, 527, 533, 573, 579, 629, 633, 669, 677, 698, 780
కార్బన్ ఉక్కు 243, 373
కార్బన్ ఎలక్ట్రోడ్‌లు 742
కార్బన్ కడ్డీలు 61, 62, 337
కార్బన్-జింకు ఎలక్ట్రిక్ సెల్ 605
కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ 87, 88, 132, 133, 154, 165, 174, 180, 189, 227, 241, 252, 262, 266, **294**, 303, 333, 342, 464, 472, 527, 534, 560, 588, 628, 711, 762, 774
కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ 104, 496, 799
కార్బన్ ధన ధ్రువము (ఏనోడ్) 188
కార్బన్ ఫిలమెంట్ దీపములు 62
కార్బన్ బై సల్ఫైడ్ 740, 742, 743
కార్బన్ మర్క్యూరీ రసాయనములు 104, 105
కార్బన్ మోనాక్సైడ్ 165, 180, 181, 183, 237, 249, 464, 534, 562, 564, 565, 567
కార్బన్ యౌగికములు 183, 194, 247, 248, 268, 286, 367, 464, 588
కార్బన్ రాసాయనిక ద్రవ్యములు 99, 260
కార్బన్ రాసాయనిక పరిశ్రమల వికసనము 96
కార్బన్ విద్యుదగ్రములు (ఎలక్ట్రోడులు) 304
కార్బన్ హేలోజన్‌లు 373
కార్బనీకరణ తాపక్రమము 302
కార్బనీకరణము 232
కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ 248, 286, 449, 711
కార్బమైడ్ 289
కార్బైడ్ 566, 663, 741
కార్బైడ్ బ్యాటరీ 614
కార్బొనేట్ ఖనిజము 252
కార్బొనేట్‌లు 13, 136, 208, 235, 271, 296, 297, 320, 322, 362, 365, 562, 563, 564, 573, 582, 657, 770
కార్బొరండమ్ (సిలికన్ కార్బైడ్) 178, 742
కార్బొరైజేషన్ 15, 30

కార్బోహైడ్రేట్‌లు 368, 449, 468, 562
కార్యకరయానకము (వర్కింగ్ మీడియమ్) 293
కార్షాపణము 31
కాల్‌సైట్ (కాల్సియమ్ కార్బొనేట్) 145, 316, 319, 322, 323, 362, 364, 770
కాలపట్టీ (షెడ్యూలు) 291
కాలమిన్ 361
కాలము 791
కాల (టైమింగ్) వలయము 283
కాలవిభాగజనిత బహు స్త్రో (స్రో) తస్సు విధానము 384
కాలిన్స్ 101
కాలిపర్ డిస్క్ 199
కాలువలు 203, 230, 304, 347, 350, 582, 583
కాలెండరింగు(యాంత్రికముగా నునుపు చేయుట) 588
కాల్చి సాగగొట్టుట (ఫోర్జింగు) 242
కాల్డో 241
కాల్డార్గిన్ 163
కాల్సినేషన్ 585
కాల్సియమ్ 90, 135, 166, 178, 187, 194, 207, 261, 272, 300, 319, 323, 425, 442, 481, 498, 504, 527, 578, 581, 627, 740, 762, 770, 780
కాల్సియమ్ అమోనియమ్ నైట్రేట్ 246
కాల్సియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్ 582
కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్ 237
కాల్సియమ్ ఆసిటేట్ 464
కాల్సియమ్ కార్బైడ్ 80, 81, 91, **95**, 566, 740, 741, 742, 743
కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ 133, 262, 266, 272, 295, 316, 332, 530
కాల్సియమ్ క్లోరో హైపో క్లోరైట్ 763
కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ 252, 273
కాల్సియమ్ నైట్రేట్ 262, 264.274
కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ 92, 298, 742, 772
కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్ 270, 271, 272
కాల్సియమ్ లాక్టేట్ 107
కాల్సియమ్ సల్ఫేట్ 133, 252, 273, 274, 536, 573, 782
కాల్సియమ్ సల్ఫైడ్ 251
కాల్సియమ్ సిలికేట్ 22, 252
కాల్సియమ్ సైనమైడ్ 91, 95, 262
కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ 295, 528, 566, 788
కావియట్ దరఖాస్తు 393
కావెలో (1795) 376
కావేరీ ఆనకట్ట 34, 54, 416
కావేరీ నది 19, 34, 49, 54, 58, 63, 134, 148, 202, 266, 289, 478, 517, 518. 520, 526, 703
కాష్ఠ ద్రవ్యము (లిగ్నిన్) 462
కాస్‌కేడ్ ఆంప్లిఫయర్ (కాస్‌కేడ్ వర్ధకములు) 192, **294**
కాసిపూర్ కెమికల్ వర్క్స్ 80
కాస్టిక్ పొటాష్ 565, 774, 779
కాస్టిక్ (దాహక) సోడా 8, 80, **87**, 188, 252, 262, **294**, 295, 303, 307, 453, 465, 472, 568, 710, 740, 762, 779, 787
కాస్టిక్ సోడా ద్రావణము 101, 296, 297, 303, 532, 799
కాస్టింగ్ యంత్రము 646
కాస్టిగ్లియానో 490
కాస్టినైజేషన్ 87
కాస్టీకరణము 295, 296
కాస్టే 112
కాస్ట్నర్ 87
కాస్ట్నర్ - కెల్‌నర్ పద్ధతి 252
కాస్మెటిక్స్ - బాక్టీరియా 369
కాస్మోట్రాన్ 174
కింగ్ ఇనిస్టిట్యూట్ 107
కింగ్ పిన్ 161, 201
కింబర్లైట్ శిలలు 166, 698
కిటికీ అద్దములు 332, 333
కిటికీలు 189, 197, 499
కిటీ హాక్ 754
కిణ్వప్రక్రియ (ఫర్మెంటేషన్) 16, 252, 462, 567, 585
కినెస్కోప్ 372
కిమ్ ఖాబ్ పట్టు వస్త్రములు 28
కిరణ గొట్టము 280
కిరణ జన్య సంయోగ (ఫొటో సింథసిస్) క్రియ 629
కిరణ పుంజములు 172, 173, 225
కిరణ శలాక 649, 650
కిరసనాయిలు 232, 283, 303, 579,580
కిర్కాఫ్ 604
కిలుము 189
కిలో కేలోరీలు 253, 586, 602
కిలోగ్రాము (ద్రవ్యరాశి) 433, 436, 586, 789
కిలో మీటరు 433, 689,
కిలో వాట్టు (ట్) లు 7, 59, 60, 63, 283, 304, 352, 451, 519 638, 724, 734, 775, 790
కిలో వోల్టులు 731, 733, 736, 737
కిలో సైకిళ్ల పౌనఃపున్య శ్రేణి 283
కిలో సైకిళ్లు 391
కీ 377, 382
కీటక కోశము (కుకూన్) 554, 556
కీటకములు (ప్రాణులు) 72, 306, 460
కీటోన్ 248, 249, 464
కీబోర్డు 73, 385, 386, 387, 646
కీరియమ్ 740
కీల లిపి 20
కీలాగ్రము 726
కీలు (పిన్) 97, 189, 239, 302, 304
కీసల్ గుర్ 264
కుండల పరిశ్రమ 35
కుక్ 377
కుగ్నాట్ 45
కుటీర పరిశ్రమలు 38, 82, 226, 367
కుట్టు మిషన్లు 82, 336, 739
కుట్టు (అల్లిక) సూదులు 300
కుతుబ్ మీనార్ 33, 481
కుమ్మరి సారె 12, 35
కురుంబులు 203
కురుచ స్తంభపు బట్టీ 302
కురిడీ కొబ్బరి (కోప్రా) 532
కురువిందము 178, 187, **297**, 298, 317, 318, 654
కూపర్ రివెట్లు 665
కూమరిన్ 105
కూమరిన్ - ఇండోల్ రెసిన్‌లు 308
కూర్చుట (గేదరింగు) 169
కూల్‌సన్ 801
కూలూంబ్ 726, 790, 791
కూర్పు (అసెంబ్లీ) 244
కృంతనము (షియరింగు) 667
కృత్రిమ అపఘర్షకములు 177, 298
కృత్రిమ ఉపగ్రహములు 2, 7, **69**, 110, 190, 287, **298**, 621, 638, 691, 722 చూ. వార్తాప్రసార ఉపగ్రహములు
కృత్రిమ ఎరువులు 298, 323, 662 చూ. ఎరువులు
కృత్రిమ గాసోలీన్ 216

కృత్రిమ గ్లిసరిన్ 780
కృత్రిమ జిగురులు 170
కృత్రిమ టానిన్‌లు 303, 450
కృత్రిమ దారములు 8, 82, 93, 96, **100**, 267, **298**,452 చూ. దారములు, కృత్రిమ
కృత్రిమ పట్టు 81, 82
కృత్రిమ పెట్రోల్ 215
కృత్రిమ ప్రక్షాళనములు **104**
కృత్రిమ ప్లాస్టిక్కులు 496, 587 చూ. ప్లాస్టిక్కులు
కృత్రిమ ముత్యములు 94
కృత్రిమ రత్నములు 653
కృత్రిమ రబ్బరు **101**, 102, 656, 657
కృత్రిమ రవ్వలు 94
కృత్రిమ రెసిన్‌లు 102, 171, 501, 587
కృత్రిమ వజ్రములు 698
కృష్ణ ఆనకట్ట (విజయవాడ) 203, 206, 289
కృష్ణకాంత (మెలనోక్రాటిక్) శిలలు 168
కృష్ణరాజసాగరము డాము 49, 58 518, 788
కృష్ణా డెల్టా ప్రాజెక్టు 518
కృష్ణానది 7, 55, 60, 204, 347, 428, 480 a, 480 b, 522, 702, 775
కృష్ణా పెన్నా ప్రాజెక్టు 478
కృష్ణా బరాజు (ప్రకాశం బరాజు) 56, **298**, 571,
కృష్ణా (కార్ష్ణా) యసము (నల్లని ఆయసము) 15
కెంపు 145, 187, 653, 654
కెనాల్ ఇంజనీరింగు 593
కెపాసిటరు 301, 676, 677
కెపాసిటెన్స్ 280, 448, 678
కెప్టెన్, ఆర్. 48
కెమికల్ ఇంజనీరింగు 3, **8**, 9,
కెమి సార్ప్షన్ (రాసాయనిక) అధిచూషణ 175
కెమేరా 71, 74, 230, 410, 593, 594, 645, 646, 647
కెమేరా అబ్ స్క్యూర్ 70
కెయ్‌నైట్ 145, 147, 325. 663, 671, 770, 772
కెయిసిన్ 589
కెయొలిన్ 598, 770, 773, 788
కెరుసైట్ 361
కెలోనైట్ 598
కెల్విన్ 127, 402
కెల్విన్ డిగ్రీ (°K) (శక్తి శాస్త్ర తాపక్రమము) 433, 435, 436
కెల్విన్ సూత్రము 736, 737
కెసినేట్ 170, 299, 300
కెసీన్ (కెసినోజన్) 101, 298, 299, 300, 455, 456, 575
కెసీన్ గోదు 170
కెసీన్ గ్లూ 299
కెసీన్ దారము 456
కెసీన్ పరిశ్రమలు **298**, 456
కెసీన్ పెయింటులు 299
కెసీన్ ప్లాస్టిక్కు (ల్) లు 299, 300, 588
కేంద్ర ఆహార సాంకేతిక శాస్త్ర పరిశోధన సంస్థ (సెంట్రల్ ఫుడ్ టెక్నలాజికల్ రీసెర్చ్ ఇనిస్టిట్యూట్) 228
కేంద్రక భౌతికశాస్త్రము (న్యూక్లియర్ ఫిజిక్స్) 172
కేంద్ర ఘట (సెంట్రల్ బ్యాటరీ) పద్ధతి 394
కేంద్ర ఘట సిగ్నలింగు 397
కేంద్ర జల విద్యుచ్ఛక్తి సంస్థ **300**, 352, 420
కేంద్ర నియంత్రణ వ్యవస్థ 683
కేంద్ర యోజనసమితి (ప్లానింగు కమిషన్) 352
కేంద్ర సచివాలయము 290, 291
కేంద్రాపసారినోదకము (సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపు) 182, 614
కేంద్రాపసారి బలము (సెంట్రిఫ్యూగల్ ఫోర్స్) 124, 126, 132, 143, 173, 298, 549, 584, 621
కేంద్రాపసారి శక్తి 311
కేంద్రాపసారి సంపీడనములు (సెంట్రిఫ్యూగల్ కంప్రెస్సర్) 566
కేంద్రీకరణము (ఫోకసింగ్) 224
కేంద్రీకృత క్షేత్రము (డెప్త్ఆవ్ ఫోకస్) 594
కేంద్రీకృత రాష్ట్ర నియంత్రణ 683
కేంద్రోత్సారణము (సెంట్రిఫ్యూగలైజేషను) 184
కేథోడ్ 301, 544, 593, 678, 713
కేథోడ్ అనుగామి (కేథోడ్ ఫాలోయర్) వర్ధకము **401**
కేథోడ్ కిరణగొట్టము 69, 280, 301, 372 చూ. ఆసిలోగ్రఫీ
కేథోడ్-రే-ఆసిలోస్కోపు 224, 661
కేథోడ్ లోడ్ రెసిస్టర్ 301
కేథోడ్ వోల్టేజి 301
కేథోడ్స్ స్పటరింగు 678
కేన్ (డబ్బా) 228
కేనిష్టర్ (చిన్నడబ్బి) 228
కేబిల్‌కోడ్ 379, 380
కేబిల్‌లు 68, 189, 286, 385, 390, 400, 656, 697
కేరట్ బంగారము 320
కేరట్‌లు 320, 654
కేరళా సోపు ఇనిస్టిట్యూట్ 103
కేరవల్లి విమానము 755
కేలె 754
కేలోమిల్ 26
కేలోరి మీటరు 605
కేలోరీలు 335, 790
కేస్ 642
కైవారము 354, 701
కైశిక నాళము 430
కైశికాకర్షణ బలము 345
కొంకార్ డే సూపర్‌సానిక్ విమానము 759
కొంకి పురుగులు 308
కొడాక్ కెమేరా 248
కొడాక్ ఫోటోగ్రాఫ్ 71
కొడాక్రోమ్ పద్ధతి 596
కొడీన్ 106, 107
కొబ్బరిపీచు పరిశ్రమ 82
కొయానా జల విద్యుత్తు కేంద్రము 356
కొయ్య దిమ్మెలు 341
కొయ్య మూసలు 699
కొలత పరికరములు 288
కొలత బద్ద (స్కేలు) 426
కొలంబస్ 654
కొలంబియా లోయ ప్రణాళిక **51**
కొలమాన పరికరములు 311, 589
కొలమానములు **301**, 312, 352, 432, 549, 718 చూ. తులామానములు
కొలరాడో నదీలోయ ప్రణాళిక **51**
కొలిమితిత్తులు 14, 36, 430
కొలిమి వెల్డింగు 763
కొలు (లిమి) ములు 13, 29, 33, 234, 252, 283, 296, 534, 662, 722
కొల్లడము 34,35,54,698 చూ. కావేరినది
కొల్లాయిడ్ ద్రవము 306, 369, 580
కొల్లాయిడ్‌లు 598
కొల్లెజన్ (ప్రోటీన్) 366
కొల్లేరు సరస్సు 704
కొళాయి గొట్టములు 85
కొవ్వు (జిలెటిన్) 71

కో(కు)క్ (పోగరాని నేలబొగ్గు) 30, 45, 83, 85, 160, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 251, 564
కోక్ ఒవెన్ కర్మాగారము 98
కోక్ ఒవెన్ గాస్ 90, 239
కోకేన్ (స్థానిక మత్తుమందు) 106
కోచనిల్ రంగు 98
కోటా డాము 300, 342
కోటా బరాజు 341, 522, 572
కోడ్ 377, 378, 379, 380, 386, 387
కోడ్ సెలెక్టరు 400
కోణపు బిళ్ళ (గస్సెట్ ప్లేట్) 493
కోణమాని (ప్రొట్రాక్టర్) 425
కోణార్క దేవాలయము 30
కోణీయ అక్షములు (ఏంగ్యులర్ కో ఆర్డినేట్సు) 225
కోణీయ డోలనము 769
కోణీయ వేగము (ఏంగ్యులర్ వెలాసిటీ) 621
కోణీయ స్పందములు 768
కోత ద్రవము (కట్టింగ్ ఫ్లూయిడ్) 652
కోదైయార్ డాము 788
కోనార్ డాము 59, 528
కోనిఫర్ 462
కోపర్నికస్ (మ. 1543) 23
కోపాల్ జిగురు 170
కో పైరెట్ 759
కోబాల్ట్ 111, 131, 135, 195, 207, 249, 362, 363, 531, 573, 623, 627
కోబాల్ట్ నికెల్ 145
కోబాల్ట్ సల్ఫైడ్ 364
కోయిన్సిడెన్స్ ఆంప్లిఫయర్ (వర్ధకములు) **301**, 676
కోరమండలము ఫెర్టిలైజర్స్ 92
కోల్‌గాస్ (నేలబొగ్గు వాయువు) 44, 234, 251, 533, 534, 535
కోల్‌తార్ (రు) 8, 97, 98, 99, 102, 232, 251, 302, 303, 304, 460, 573, 575, 654
కోల్‌తార్ ఇంధనములు 304
కోల్‌తారు స్వేదనోత్పన్నములు 251, **302**, 304
కోలారు బంగారు గనులు 63
కోలిడీన్ 303
కోల్డ్-స్టార్టింగ్ ఇంజను 152
కోవిలైట్ 654
కోసీ ప్రాజెక్టు **304**
కోహినూర్ వజ్రము 320
కౌంట్ జెప్లిన్ 77, 78
కౌంట్ పిలేరీ చార్డోన్నె డాట్ 101
కౌంట్ హిలారే 455
కౌంటర్ బోరింగు 651
కౌంటర్ సంక్ 665
కౌటిల్యుడు (చాణక్యుడు) 16, 17, 432
కౌపర్-కెన్నడీ స్టౌవులు 84
కౌరవము (ఎమరీ) 297, 298
కౌరీ (కోపాల్ రకము), (అగాతిస్ ఆస్ట్రాలిస్) 371
కౌలని (బూడిద) 299
క్యాండెలా (దీప్తి తీక్ష్ణత) 433, 436, 465, 466
క్యామిల్లే ఫౌరీ 95
క్యాలెండరు యంత్రము 656
క్యూనార్డ్ నౌకలు 77
క్యూనిఫారమ్ (కీలలిపి) 20
క్యూప్రమోనియమ్ పద్ధతి 101, 454
క్యూప్రైట్ (ఆక్సైడ్) 657
క్యూ సెక్కులు 305, 703
క్రప్, ఆల్ ఫ్రెడ్ (1812 - 1887) **305**
క్రప్, డెమాగ్ 86
క్రయొలైట్ (సోడియమ్ అల్యూమినియము ఫ్లోరైడ్) 187, 189, 742
క్రాంక్ పిన్ను 157, 420, 421
క్రాంక్ షాఫ్ట్ 157, 420, 421
క్రాంప్టన్ సామ్యూల్ (1753 - 1827) **305**
క్రాంప్టన్ మ్యూల్ (వడుకు సాధనము) 38, 93
క్రాస్ కాంపౌండ్ చతుఃప్రవాహ యంత్రములు 440
క్రాస్ పాయింటరులు 553
క్రాస్ బార్ కేంద్రము 400
క్రాసింగులు 683, 684, 685
క్రాసోవరులు 678
క్రింది పాద సిగ్నలింగు 683
క్రిందిప్రక్క మేర (లోయర్ సైడ్ బాండ్) 191
క్రిమి సంహారులు 8, 97, **104**, 308
క్రిమిహార పదార్థములు 260, 294, **306**
క్రిములు 303, 306, 499
క్రియా నిరోధక (నియంత్రక) విమోచకము (డిటెన్ట్ ఎస్కేప్ మెంట్) 310
క్రియొసోట్‌లు 99, 106, 239, 304, 404, 460
క్రియోసోటాయిలు 97, 98
క్రిస్టల్ వయొలెట్ 706
క్రిప్టాన్ (Kr) 433, 467, 559, 566, 627, 628
క్రిసైలేట్ ద్రావణము 303
క్రిస్టియన్ హైగెన్స్ 23
క్రిటేషస్ యుగము 140, 149
క్రీమ్‌లు 369
క్రూడ్ (డా) ఆయిల్ 8, 100, 472, 579, 786
క్రూయిసింగ్ 753
క్రెసోల్ 303, 306, 307
క్రెసోల్‌లు, క్రెసాలిక్ ఆసిడ్ 307
క్రెస్టు గేటులు 341, 480 e
క్రెస్లాన్ 458
క్రేనులు 4, 6, 108, **308**, 309, 423, 480 c, 541, 543, 572
క్రేపు రబ్బరు 656
క్రై సోయిడీన్ 708
క్రొవ్వు(మీగడ) 226,298,366,533,**795**
క్రొవ్వులు నూనెలు **310** చూ. నూనెలు క్రొవ్వులు
క్రొవ్వొత్తులు 466, 580
క్రోనో గ్రాఫ్ **310**, 410
క్రోనో మీటర్ **310**, 311, 410, 545,546
క్రోమ్ గ్రీన్ 573
క్రోమ్ రంగులు 706
క్రోమ్ రెడ్ 574
క్రోమిక్ ఆసిడ్ 194
క్రోమియమ్ 6, 146, 176, 481, 627, 706, 740
క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ 181, 573
క్రోమియమ్ ఎల్లో 574
క్రోమేట్‌లు 195, 460, 529, 574
క్రోమేటీకరణము 740
క్రోమైట్ (ఇనుము క్రోమియమ్ ధాతువుల జంట ఆక్సైడ్) 144, 149, 168, 208, 318, 322, 327, 770
క్రోమైట్ నిక్షేపములు 147
క్రోసెస్ (క్రీ. పూ. 546 వ. - 531) 17
క్లచ్ 198, 309, **311**, 339, 422 చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు
క్లచ్ దండము (ప్రదానము) 339
క్లాంప్ 302
క్లాడే పద్ధతి 565
క్లార్క మాక్స్‌వెల్ 71
క్లినో గ్రాఫ్ 425
క్లిపర్ వలయము (క్లిపర్ సర్క్యూట్) 414

క్లిప్పింగ్ వలయము 301
క్లిష్ట గణిత (సైబర్నెటిక్స్) సూత్రములు 40
క్లెమెంట్ 88
క్లెమెంట్ మార్క్ హామ్ 655
క్లెర్ మాంట్ 593
క్లైస్ట్రాన్ 660
క్లోజ్డ్ సర్క్యూట్ విధానము 381
క్లోర్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ టానిన్లు 367
క్లోరాల్ 104
క్లోరినేటెడ్ రబ్బరు పెయింట్ 496, 503
క్లోరినేటెడ్ నాఫ్థలీన్ 303
క్లోరినేటెడ్ ఫినోల్లు 459
క్లోరిన్ 87, **96**, 101, 135, 165, 251, 261, 268, 273, 294, 308, **311**, 322, 425, 529, 567, 582, 588, 627, 740, 762, 796 చూ. విరంజన చూర్ణము, క్లోరీన్.
క్లోరిన్ డై ఆక్సైడ్ 194
క్లోరిన్ పరమాణువు 307
క్లోరో ఆసిటేట్ 104
క్లోరో జైలినోల్ 308
క్లోరోపిక్రిన్ 101, 102
క్లోరోఫారమ్ (ర్మ్) 105, 107, 171, 307, 369, 740
క్లోరోఫిల్ 343, 629
క్లోరో సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ 711, 787
క్లోరోసిల్ 591
క్లోవర్ లీఫ్ 688
క్వథనాంకము(బాయిలింగ్ పాయింట్) 99, 233, 303, 435
క్వాటర్నరి 129
క్వాటర్నరి అమోనియమ్ యౌగికము 459
క్వాడ్రుప్లెక్స విధానము 381, 383, 384
క్వాడ్రంట్ 424
క్వార్ట్జ్ (సిలికన్ డై ఆక్సైడ్) 317, 318, 321, 332, 362, 770, 772
క్వార్ట్జ్ (చెకుముకి రాయి) 145, 167, 178, 187, 315, 458, 537, 599, 654, 672, 742
క్వార్ట్జ్ శిలలు 600, 663
క్వారీ పరిశ్రమ 325, 326, 635
క్వారీలు 325, 498
క్వింస్ (సీమ దానిమ్మ) విత్తులు 170, 369
క్విక్ లైమ్ 504
క్వినాల్డిన్ 303
క్వినిన్ 106
క్వినిన్ లవణములు 107
క్వినోలిన్ 303
క్విస్ట్ డ్రిల్లు 651
క్వీన్ జెట్ ఇంజనులు 755
క్షయకర స్పందనములు 373
క్షయనము 663
క్షయ నిరోధకములు 249, 573
క్షరణపరివర్తకము (లీక్ ట్రాన్స్ఫార్మర్) 469
క్షరణము (ఇరోషన్) 122, 124, 141, 142, 515, 620, 621, 627, 652, 662, 772, 773
క్షారక అగ్నిశిలలు 166, 168, 323
క్షారక ప్లూటానిక్ శిలలు 168
క్షారక రిఫ్రాక్టరీలు (మాగ్నసైట్, డోలమైట్) 663
క్షార (బేసిక్) ద్రవములు 303
క్షార ద్రావణము 261, 299, 711
క్షారములు 81, 266, 496, 589, 788
క్షార మృత్తికలు 527
క్షారార్ధ్రకములు 772
క్షాళకము (డీకాంటర్) 296
క్షాళకము (డిటర్జెంట్)లు 195, 215, 248, 294, 296, 472
క్షితిజ (పరిధీయ) చలనము 142, 636,
క్షిపణి (మిసైల్) 690
క్షిపణి ఆయుధములు 36
క్షేత్ర గణితము 17
క్షేపకము (ప్రొపెల్లెంట్) 689
క్షేపణము 690

ఖ

ఖండగమనము (కాంటినెంటల్ డ్రిఫ్ట్) **124**, 142 **143**, 150, **311**, 620
ఖండ దూలములు 492
ఖండపు వాలు (కాంటినెంటల్ స్లోప్) 780
ఖండపు సొరుగు (కాంటినెంటల్ షెల్ఫ్) 730
ఖండాంతర దూర క్షిపణులు (ఇంటర్ కాంటినెంటల్ బాలిస్టిక్ మిసైల్ ఐ. సి. బి. ఎమ్.) 110
ఖండోత్పాదక (ఎపిరోజెనిక్) చలనములు 141, **142**
ఖగోళశాస్త్రము 18, 24, 26, 72, 128, 279, 597, 616
ఖడక్ వాస్లా 57, 418, 524
ఖద్దరు పరిశ్రమ 82
ఖనిజ అన్వేషణ-భూ భౌతిక పద్ధతులు **311**, 622
ఖనిజ అన్వేషణ-భూ రాసాయనిక పద్ధతులు **316** చూ. భూ రాసాయనిక శాస్త్రము
ఖనిజ నిక్షేపములు 144, 208, 210, 312, **316**, 515, 617, 622, 625, 650 చూ. ఆర్థిక భూశాస్త్రము
ఖనిజ నౌకలు (ఓర్ షిప్స్) 293
ఖనిజముల త్రవ్వకములు **148**
ఖనిజములు 5, 8, 16, 83, 112, 125, 127, **136**, 144, 147, 149, 165, 178, 187, 207, 270, 297, 303, 311, **316**, 325, 504, 539, 611, 622, 630, 650, 653, 770, 773
ఖనిజములు – వర్గీకరణము **319**, 325, 789
ఖనిజ శాస్త్రము (మినరాలజీ) 2, **124**, **137**, **325**
ఖని పరిశ్రమ **28**, 108, **125**, 148, 150, **325**, 330, 600, 650
ఖని పరిశ్రమ – భద్రత **329**, 614
ఖని భూశాస్త్రము **125**,
ఖని యంత్రము **331**, చూ. యంత్ర ఖని త్రవ్వకము
ఖని శాస్త్రము **331**, చూ. మైనింగు ఇంజనీరింగు
ఖరీఫ్ పంటలు 660,
ఖలీఫ్ ఇబ్న్ అబ్బాస్ అల్ జహ్రావీ 105

గ

గంగ సింధూరము 171, 574
గంగానది 28, 48, 51, 134, 206, 497, 517, 526, 581
గంట జాడీలు 88, 394, 395
గండకీ నది 520, 522, 526, 708
గండకీ బరాజు 300,
గండరాయి (రబుల్) తాపీపని 488
గండశిలలు 440d, 480e, 480g
గంధక ఆమ్లము 459
గంధక ద్రావకము (ఆయిల్ ఆవ్ విట్రియల్) 88
గంధకము 88, 99, 135, 165, 171, 181, 207, 215, 238, 251, 273, 302, 316, 320, 335, 472, 502, 585, 564, 567, 579, 627, 655, 742, 782, 785
గంధకీకరణము (సల్ఫొనేషన్) 196,585

గంధకీకృత (వల్కనైజ్) 334, 335,
గంబో మన్ను 569,
గంభీరం గడ్డ జలాశయము 584
గజ పృష్ఠ దేవాలయము 32
గట్టా పెర్చా (రబ్బరు) 171, 371, 390, 404, 406
గట్టి (హార్ట్) బైడింగు 168
గడియారము 108, 319, **331**, 336, 481 చూ. కాలమును కొలుచు పరికరములు.
గణక యంత్రములు (డెస్క్ కాల్క్యులేటర్) 276
గణిత్ర శాస్త్రము (కంప్యూటర్ టెక్నాలజీ) 7, 18, 23, 36, 70, 125, 230, 415, 424, 514, 616, 715, 777
గణిత్ర పరికరములు 276, 282, **331** చూ. ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్లు
గతిజ శక్తి (కైనటిక్ ఎనర్జీ) 227, 252, 681
గతి తాప (డైనమో తెర్మల్) రూపాంతరత 671
గతి నియంత్రక చక్రము (ఫ్లైవీల్) 421,
గతి భారము (మోమెంటమ్) 217, 690, 745
గతి మాపన యంత్రము (లాగ్) 546
గతిశాస్త్రీయ స్నిగ్ధతా ప్రసార గుణకము (చతురపు మీటరు/సెకను) (స్టోక్స్) 792
గత్యనుశీలన (వర్క్ స్టడీ) 245, 246
గన్ మెటల్ 373, 659
గని వాయువు 326
గనులు 5, 499
గరిమనాభి (గురుత్వ కేంద్రము) 312, 489, 543
గరిష్ఠ అవనత బిభ్రమిష 491
గరిష్ఠ (పీక్) భారము 351
గర్డరులు 513, 698
గర్భ కాష్ఠము (చేవ) 460
గర్భము (కోరు) **131**. 380, 618, 621, 626,
గళన పీడకములు (ఫిల్టరు ప్రెస్సు) 176, 188,
గళని (ఫిల్టరు) 213, 296, 334
గాంగ్ 14, 83
గాంధీ సాగరు డాము 300, 341, 342, 355, 522, 527
గాజిట్ 781
గాజు 8, 80, **94**, 294, 322, **331**, 425, 441, 468, 472, 483, 496, 500, 537, 592, 662, 706, 736, 7ɔ8,
గాజు గొట్టములు 94, 594
గాజు నార 452, 459, 706
గాజు పరిశ్రమ 35, 86, 87, 94, 343
గాజు బల్బు 429, 446
గానుగ సున్నము 34
గానిష్టర్ 241
గాబ్రో 168, 626, 672
గామా (గాస్‌లో 1/10⁵ వంతు) 312
గామా (γ) కిరణములు 557
గార్డినాల్ 780
గార్నెట్ (గోమేధికము) 145, 178, 187, 317, 324, 654, 671, 672, 770, 772, 773
గార్నెట్ పై రాక్సీన్ 363
గాలక్సీలు 597
గాలిఓడ (ఎయిర్‌షిప్) 77, 78, **333**, 754, 760
గాలిక్ ఆసిడ్ 71, 450
గాలికొలిమి (బ్లాస్ట్ ఫర్నెస్) 81, 83, 235, 273, 485
గాలికొలిమి - ఇనుము తయారీ **83**
గాలికొలిమి వాయువు 232, 234
గాలి గుమ్మటము 564, 566, 694, 714
గాలి బ్రేకు 681
గాలియట్ క్రేనులు 309
గాలియమ్ 136, 627
గాలి వడపోత సాధనములు 333
గాలి సదుపాయములు 326, **333**, 613
గాలి సర్క్యూట్ బ్రేకర్ 357
గాలి సొరంగములు (విండ్ టనెల్) 718
గాలీ ప్రూఫ్ 642
గాలెన్ 103
గాలో టానిక్ ఆసిడ్ 450
గాల్వనిక్ పైల్ 377
గాల్వనైజ్‌డ్ ఇనుము 503
గాల్వనో మీటరు 314, 377, 389, 727
గాస్ 233, 373, 377, 429, 437, 588
గాస్ ఇంజనులు 44, 46, 152, 156, 234
గాస్ ఉత్పత్తి **334** చూ. పారిశ్రామిక వాయువులు
గాస్ టర్బయిను 42, 44, 200, **334**, 481, 543, 743· చూ. విమాన చలనము
గాస్ రిటార్టులు 584
గాస్‌ల ద్రవీకరణ **334**
గాస్ వెల్డింగు 763, 765
గాసోలిన్ 97, 177, 232, 248, 472, 579, 689, చూ. పెట్రోలియమ్
గిడ్డంగులు 212, 585, 586
గిబ్‌సైట్ 187
గియోర్గి 791
గిర్బిటోల్ పద్ధతి 563
గిల్బర్ట్ 7
గిమ్ - రోనీ పరికరము 313
గీత (డామ్) 378, 379, 380, 381, 385
గుండ్లకమ్మ నది 480g, 702, 704
గుగ్గిలము 368, 461, 463
గుడ్ ఇయర్, ఛార్లెస్ (1800 - 1860) **334**, 655,
గుమ్మటము **335**, 580,
గుయిడో - డా - విగెవనో (మ. 1350) 36
గురుజలము (హెవీ వాటర్) 181
గురుత్వాకర్షణ గళనులు 528
గురుత్వాకర్షణ త్వరణ 745
గురుత్వాకర్షణ మాపకము (గ్రావిమీటరు) 312
గురుత్వాకర్షణము 221, 242, 311, 417, 517, 616· 621, 745, 757
గురు హైడ్రోజన్ (డోయిటీరియమ్) 562
గురు హైడ్రోజన్ న్యూక్లియర్ విలయనము 561,
గురు హైడ్రోజన్ పరమాణు కేంద్రకములు 561
గుర్తు కట్ట 405
గుళికలు (గ్రాన్యూలు) 276
గూడ్సు వాగనులు 108, 682
గూయోగోమ్మె మార్కొనీ 67
గృహ నిర్మాణము 102, 376, 465, 488, 497, 773
గృహ పరికరములు (విద్యుత్తు) **335**, 481, 773
గెగారిన్ 111
గెయిగర్ ముల్లర్ కవుంటర్ 691
గెలీనా (లెడ్ సల్ఫైడ్) 311, 317, 321, 361
గెలీలియో (మ. 1642) 23, 311
గెర్హార్డ్ డు మేగ్ 106
గేర్ చక్రము 29, 339
గేర్ బాక్స్ 45, 198, **338**, 340, 544

గేర్లు 46, 201, 228, **340**, 546, 580 చూ. ఆటో మొబైల్ ఇంజనీరింగు.
గేలుసాక్ 536
గైడెడ్ మిసైల్లు **340** చూ. మిసైల్లు, గైడెడ్.
గైరో కంపాస్ 545, 548
గైరో స్కోప్ 542
గొట్టపు నూతులు 148, 347, 581
గొట్టపు బావులు 5, 59, 202, 358, 361, 517, 521
గొట్టపు బావులు – నీటి సరఫరా **340** చూ. పాతాళ గంగ.
గోండులు 149
గోండ్వానా టెర్షియరీ శిలలు 149
గోట్లబ్ డామ్లర్ 46
గోడర్డ్, రాబర్ట్ హచ్చింగ్ (1882 – 1945) **340**
గోడల (స్ట్రిప్) ఆధారము 462
గోతి ఆనము 463
గోదాములు 344
గోదావరి ఆనకట్ట (ధవళేశ్వరము) 203, 206
గోదావరి నది 52, 58, 134, 289, 347, 517, 520, 523, 526, 696, 702
గోదులు (గ్లూ) 169, 170, 178
గోపుర(డోము)నిర్మాణము 33
గోమేధికరత్నము 772
గోల్ గుంబజ్ గోపురము 33, 777
గోల్డ్ క్లోరైడ్ 599
గోల్డ్‌వర్త్ గుర్నే 45, 46
గోల్డన్ గేటు వంతెన 49, 697
గోల్డెన్ ఫ్లీస్ 598
గోళము 128, 173, 288, 468
గోళాభము (స్ఫెరాయిడ్) 128, 161, 621
గోవిందసాగరు 603
గోస్తని చలన వ్యవస్థ 584
గోస్తనీ నది 584
గౌణ శిలలు 136, 554
గౌస్ (యూనిట్) 312
గ్యూటెన్ బర్గ్, జాన్ (c 1400 – 1468) 36, 72, **341**
గ్రాండ్ ఆనకట్ట 202, 206, 526
గ్రానైట్ (తెల్లరాతిపురాయి) 143, 167, 324, **341** 364, 450b, 498, 615, 772 చూ. అగ్ని శిలలు.
గ్రానైట్ – బసాల్ట్ 144
గ్రానైట్ (తెల్ల రానపు) శిలలు 130, 618, 626
గ్రానోడియో రైట్ 167
గ్రానో ఫైర్ ఫెల్సైట్ 167
గ్రాప్టో లైట్లు 139
గ్రాఫ్ 711
గ్రాఫైట్ 145, 171, 315, 316, 317, 320, 560, 574, 740, 768
గ్రామఫోను రికార్డులు 370, 445, 464, 587, 589
గ్రామ రహదారులు (విలేజి రోడ్సు) 686
గ్రామిసిడిన్ 307
గ్రామీణ రేడియో ప్రసార కార్యక్రమము (రూరల్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్) 191
గ్రాము 433
గ్రావిటీ డాము 341, 417, 571, 605
గ్రాహ్మ్యార్ పద్ధతి 73, 597, 644
గ్రాహక కేంద్రము 376, 384, 386, 389, 393, 403, 783
గ్రాహక ప్రేషణి 550
గ్రాహకము 191, 378, 385, 390, 402, 537, 548, 660, 763, 802
గ్రాహకయంత్రము (రిసీవర్) 69, 380, 385, 390, 674
గ్రాహామ్ బెల్ 766
గ్రాహిణి (రిసీవరు) 414, 415
గ్రిడ్ 68, 191, 294, 301, 355, 443, 562, 593, 712, 734, 776, 793
గ్రీక్ నగర రాజ్యము (క్రీ. పూ. 5 వ శతాబ్ది) 23
గ్రీక్ లిపి 20, 21
గ్రీజు 99, 199, 574
గ్రీన్ వర్మిలియన్ 574
గ్రీన్ సాల్ట్స్ 289
గ్రూప్ సెలెక్టరు 393
గ్రెయిను (సైజు) 16, 595
గ్రేట్ ప్రీమియర్ (జి. పి.) 642
గ్రైండరు 650
గ్రోమోర్ 274
గ్రోస్ వెనర్ 210
గ్రోస్సులా రైట్ 773
గ్రౌండ్ ఎఫెక్టు విభాగములు 760
గ్రౌండ్ కంట్రోలర్ 550, 553
గ్లాక్టోస్ మానోస్ 462
గ్లాబర్ 536
గ్లాబర్ లవణము (సోడియమ్ సిలికేట్) 472, 707
గ్లిసరాల్ 170
గ్లిసరాల్ స్టియరేట్ 530
గ్లిసరిన్ 8, 170, 251, 454, 530, 779
గ్లూ 226, 299
గ్లూకోస్ 462, 450, 454
గ్లూకోస్ అన్ హైడ్రైడ్ 474
గ్లూటమిక్ హైడ్రో క్లోరైడ్ 373
గ్లైకోల్ (అల్కహాల్) 100, 170
గ్లైడర్ 77, **341**, 754 చూ. విమానము.
గ్లోరీ హోల్ (గ్లోరీ హోలింగ్) ఖని పరిశ్రమ 326
గ్లోవర్ టవర్ 88
గ్లో – స్విచ్చి స్టార్టరు 470
గ్లోకోఫేన్ 771
గ్వానో (పక్షి రెట్ట) ఎరువు 90, 270
గ్విగ్నెట్ పచ్చ 573
గ్వైకోల్ 806

ఘ

ఘంటామృత్తికలు 597, 663
ఘటక ద్రవ్యములు 237, 286
ఘటకములు 96, 177, 207, 270, 449, 458, 462, 587, 637, 667, 669, 753, 757, 762, 770
ఘటము (బ్యాటరీ)లు 382, 390, 397, 403, 409, 446
ఘనకోణము (స్టెరేడియన్) 791
ఘనజ్యామితి 230
ఘనీభవనము (కండెన్సేషన్) 8, 584
ఘనేంధనములు 232, 234
ఘర్షణ 462, 688
ఘర్షణ క్లచ్ 340
ఘర్షణ ద్రవ్యములు 740, 741
ఘర్షణ నష్టము 814
ఘర్షణ బ్రేకు 340
ఘాట్ సెక్షన్ 682
ఘూర్ణన బలము 727

చ

చంద్రకక్ష్య 693
చంద్రగుప్తుడు (క్రీ. పూ. 322 – 298) 20, 432, 685
చంద్రతలము 693, 695
చంద్రమండల నౌక 693
చంద్రమండలము 109, 288, 692
చంబల్ లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక **341**, 355, 527
చక్కెర (సిత – సితఫలము) 105, 174, 177, 252, 300, **342**, 343, 554
చక్రములు 12, 18, 21, 198, 199, 201, 218, 220, 213, 304, 309, 337, 376, 384, 386
చక్రవలయము (ఆర్మేచర్) 357

చక్రీయ ప్రవాహము(ఎడ్డీ కరెంట్) 283
చక్షుస్స్వాధనము 287
చట్రము 198, 483, 513, 541, 697, 699, 755, 757, 760
చతుస్తలక(టెట్రాహెడ్రల్)రూపము 823
చప్పుడు (నాయిస్) 294
చమురు ఇంజను 152, 156
చమురు వాయువు 99, 100, 232, 234
చమురు, సహజ వాయువుల కమిషన్ (ఆయిల్ అండ్ నాచురల్ గాస్ కమిషన్) 150
చయనీకరణము (ఇంటిగ్రేషన్) 279
చరభారము 506
చరమ (క్రిటికల్)తాపక్రమ భేదము 254
చరిత్ర పూర్వ యుగము (క్రీ. పూ. 4000 వరకు) **11**, 14
చర్మణ్వతి (చంబల్ నది) 341
చలత్తల్ప అధిచూషకములు 176
చలన శక్తి 76, 77, 154
చలమ నూతులు 581, 582
చలవలయము(మూవింగ్ కాయిల్) 726
చలాంకముల గ్రాఫులు 712
చలాయసము (మూవింగ్ ఐరన్స్) 726
చలువ మందిరములు 438, 440
చలువ రాయి 31, 32, 299, 498
చవుటి (ఫుల్లర్) మన్నులు 177
చాందినీ అత్తరు 779
చాంబర్ పద్ధతి 89, 783, 784
చాకలి సోడా (సోడియమ్ కార్బొనేట్) 87, 251, 294, **345**, 472 చూ. సోడా క్షారములు
చాకోలెట్ పానీయములు 369
చాక్రిక (పర్యాయ) ప్రక్రియ 269
చాక్షుష (ఆప్టికల్) గాజు 332
చాక్షుష గతి మాపన యంత్రము 546
చాక్షుష (ఆప్టికల్) పరికరములు 333, 592, 645
చాక్షుష విధానము (ఆప్టికల్ టెక్నిక్స్) 719
చాపోత్సర్గము (ఆర్క్ డిస్చార్జ్) 469, 470
చారిత్రక భూ శాస్త్రము **125**, 137
చార్నొకైట్ 143, 498, 672
చార్లెస్ డి. లా కొండమీన్ 654
చాలక బలము 689
చాల్కొ కైట్ 657
చాల్కొ పిరైట్ 362
చాల్కొ పైరిటీస్ (రాగి, ఇనుము ధాతువుల యుగళ సల్ఫైడ్) 817, 821 357
చాల్కొ ఫైల్ లేదా సల్ఫో ఫైల్ మండలము 131, 627, 629
చిట్టెము (స్లాగ్) 14, 29, 83, 180, 235, 241, 252, 275, 485, 503
చిత్తరంజన్ లోకో మోటివ్ వర్క్స 81, 682
చిత్తు డ్రాయింగు 230
చిత్రములు (ప్రహార చిత్రములు) 173, 642, 643, 644, 645
చిత్రిక యంత్రములు 41
చిత్రీ పట్టుట 244
చినాలి రంగు 709
చిన్న లాయిడ్ డాము 49, 56
చిమ్మట పురుగులు 299
చిమ్నీ గొట్టము 439
చిమ్నీ వాయువు 219, 220, 221
చియాప్స చక్రవర్తి 685
చిరి వేరు 705
చిలీ సాల్ట్ పీటర్ 262
చివరి కాలువ (టెయిల్ రేస్) 3?3
చీకటి గది (డార్క్ రూమ్) 695
చీనా పట్టు 28
చీనాబ్ నది 50, 158, 526,
చీనా బంక (మట్టి) మన్ను 171, 246, 597
చీనా (మట్టి) మన్ను (కయోలిన్) 324, 325, 327, 736
చీలిక వలయములు 729
చుక్క-గీత (డాట్ అండ్ డాష్) 66, 67
చుక్కాని (స్టీరింగు) 26, 241, 547, 755
చుక్కాని నియంత్రకము 759, 760
చుమిష్ డాము 50
చూక్ నది 524
చూ నది 50
చూర్ణ ధాతు చల్లిక విధానము 676, 679
చూర్ణీకరణము 8, **142**, 438, 439, 622
చూర్ణి భవనము 122, 324, 515, 553, 627, 770, 774
చూషకము (సక్షన్) 537
చూషణ గోపురములు 538, 539
చూషణము 155, 172, 584
చెక్క సున్నము 368, 417, 484
చెబులిని కామ్లము 450
చెరకు రసము 177, 848
చెరువులు 20, 59, 202
చెస్ 642, 643
చేతఇనుము 30, 83, 242, 492, 695, 763
చేతి విల్లు (హాండ్ క్రాస్ బౌ) 36
చేపల ఎరువు 90, 113
చేపల గోదు 170
చైను డ్రైవు 47
చోక్‌లు 469
చోదన యంత్రము 197, 198
చోదన శక్తి (డ్రైవ్) 45, 46, 310
చోళ రాజు 34, 416
చౌ వంశపు రాజులు 51

ఛ

ఛత్రవాహనము **345** చూ. పేరాచూట్.
ఛాంబర్లేన్ 126
ఛాటర్‌సన్ కాంపౌండు 406
ఛానల్ ఎన్ కోడరు 392
ఛానల్ డీ కోడరు 392
ఛాయాగ్రహణ పత్రము 765
ఛాయాఘటిక (గ్నొమెన్) 36
ఛాయాచిత్ర గ్రహణము 313
ఛాయాచిత్ర తంతి విధానము 389, 390
ఛాయా చిత్రములు 71, 230, 579, 798
ఛార్లెస్ గుడ్ ఇయర్ 654
ఛార్లెస్ డార్విన్ (1809 – 1882) 122, 123
ఛార్లెస్ పార్సన్ 43, 44, 62
ఛార్లెస్ బోర్‌సెల్ 392
ఛార్లెస్ మాన్స్ ఫీల్డ్ 97
ఛార్లెస్ మెకింటోష్ 302, 654
ఛార్లెస్ లయల్ (1797 – 1875) 122, 123
ఛార్లెస్ స్కాట్ 78
ఛాలింజర్ విజ్ఞాన యాత్ర (1872 – 76) 780
ఛాల్సిడోనీ 209, 322, 772
ఘాట్‌లు 480d, 480e
ఛేంబర్ విధానము 80
ఛేజిస్ 197, 198
ఛేదనము 585
ఛేదవైశాల్యము (క్రాస్ సెక్షన్) 213

జ

జంట గంటలు 236
జంట తీగె సిగ్నలింగు 683
జంట రైలు మార్గము 684
జంట సర్క్యూట్ లైన్ 737
జంటసారంగములు 480g
జంతూద్భవములు 530
జంత్రీలు 546
జగన్నాథ(పూరి)దేవాలయము 30

జడవాయువు 534, 563, 566, 629, 760, 764, 774
జడాత్మక చోదన 641
జనక శిలలు 127, 597, 654
జనపనార పరిశ్రమ 521
జనరల్ ఎలక్ట్రిక్ కంపెనీ 79, 698
జనరేటర్ ట్రాన్స్ ఫార్మర్లు 437
జనరేటరులు 37, 62, 681, 725, 739
జనిత్రములు 353, 357, 775
జనిత్రములు, మోటారులు (ఋజు, ఆవర్తి) **345** చూ. విద్యుత్తు.
జఫరీ ఛాసర్ 72
జబ్లిష్ కాఫ్ కాండల్ 62
జయిన్ - అల్ - అబ్దిన్ (కాశ్మీరు రాజు) 36
జరియా నేలబొగ్గు 84, 97
జల ఉష 107
జలకృషి (ఆక్వా కల్చర్) **112**
జలగతి శాస్త్రము 638, 810
జలగర్భ ఖనిపరిశ్రమ 328
జలతాపక (హైడ్రో తెర్మల్) నిక్షేపములు 321
జలదారి (పెన్‌స్టాక్) 353, 427, 431
జల ద్రావణము 183, 187, 367
జల నాళ బాయిలర్ (వాటర్ ట్యూబ్ బాయిలర్) 219
జల నిరోధకము 497
జల నిరోధకపు జిగురులు 169
జల నిర్గమన పద్ధతులు **345**, 426, 648
జల నిర్గమన మార్గము 346, 349
జల నిర్గమనము 346, 358, 612, 614, 687, 702
జల ప్రేషము 213, 541
జల బాష్పీకరణులు 256
జల భృత్తు (ఆక్విఫర్)లు 614, 616
జల మార్గములు 14, 39, 48, 206, 305, 357, 520, 539
జలవాయువు (వాటర్ గాస్) 97, 180, 232, 234, **350**, 567, 713 చూ. ఇంధనములు, ఉపోత్పన్నములు.
జల వాయువు - ప్రేరక పద్ధతి 563
జలవాహిక (అక్విడెక్ట్) 32, 34, 52, 811
జల విద్యుచ్ఛక్తి (హైడ్రో - ఎలక్ట్రిక్ పవర్) 7, 48, 64, 232, 341, **350**, 351, 358, 360, 416, 437, 519, 520, 741
జల విద్యుత్తు 60, 159, 203, 353, 358, 437, 519· 624, 682, 775
జల విద్యు(త్)త్తు(త్కే) కేంద్రములు 49, 59, 63, 108, 341, **353**, 430 451, 520, 605, 725, 733, 775
జల శక్తి 6, 30, 93, 305, 250, 353
జలశాస్త్రము 131, 358, 360, 526, 615
జల శీర్షము (వాటర్ హెడ్) 353, 357
జలాంతర్గత అగ్ని పర్వతములు 165
జలాంతర్గత కేబిలు 392, 405
జలాంతర్గత కేబిలు తంతి విధానము 379, 390
జలాంతర్గత టార్పెడోలు 598
జలాంతర్గాములు 4, 41, 70, 77, 112, 305, 539, 593
జలాకర్షక (హైగ్రోస్కోపిక్) ద్రవ్యములు 212
జలావరణ భూ రాసాయనిక శాస్త్రము 628
జలావరణము (మహాసముద్రములు) 130, **133**, 137, 141, 616, 626
జలాశయములు (నీళ్ళటాంకు) 20, 50, 54, 56, 60, 125, 134, 202, 353, 416, 497, 520, 544, 582, 606, 635, 703, 808
జల్లుడు యంత్రములు 282
జవాహర్ కాలువ 480g
జవాహర్ సాగర్ డాము 34, 522
జవుళీ ఉత్పత్తులు **361**
జవుళీ పరిశ్రమ 171, 213, **361**
జస్టీనియన్ చక్రవర్తి 27, 34
జాంజిబార్ జిగురు 170
జాంబెసీ బ్లాక్ 707
జాక్ 397, 487, 578, 698
జాక్ ఆర్చ్ 668
జాక్ యంత్రములు 161, 577
జాక్ హేమర్ 326
జాకోబీ 61
జాతీయ ఖనిజ అభివృద్ధి కార్పొరేషన్ (నేషనల్ మినరల్ డెవలప్‌మెంట్ కార్పొరేషన్) 150
జాతీయ టెలిఫోను కంపెనీ 63
జాతీయ బొగ్గు అభివృద్ధి కార్పొరేషన్ (నేషనల్ కోల్ డెవలప్‌మెంట్ కార్పొరేషన్) 150
జాతీయ భౌతిక శాస్త్ర పరిశోధన కేంద్రము (నేషనల్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీ) 436
జాతీయ రహదారులు (నేషనల్ హైవేస్) 686, 687
జాతీయ వరద నియంత్రణ విధానము (1954) 703, 704
జాన్ ఆల్‌కాక్ 73
జాన్ కే 28
జాన్ గ్లెన్ 111
జాన్ పిచ్ 593
జాన్ ప్రాట్ 124
జాన్ ప్లే ఫెయిర్ (1748 - 1819) 122
జాన్ బార్బర్ 744
జాన్ మాటిఫ్ 39
జాన్ వాల్టర్ 72
జాన్ విల్కిన్‌సన్ 41
జాన్ హెమ్మింగ్ 87
జాన్ హెర్షల్ 71
జాన్సీన్ రంగులు 709
జాబ్ క్లైండింగు 169
జాభరా గింజలు 705
జాయిం(ట్)టులు 161, 242, **361**, 373, 488, 491, 664, 688, 699, 700 చూ. వడ్రంగము.
జాయింటు ఎఫిషెన్సీ (జాయింటు దక్షత) 666, 667
జాయినర్ 699
జారు కవాటము 217
జారుడు తలుపు 288
జార్జ్ థామ్సన్ 112
జార్జి - Vi 69
జార్జి ఎయిరీ 124
జార్జి లూయీ 376
జార్జి సెమన్ ఓమ్ 726
జార్జి స్టీఫెన్ సన్ 75
జార్జెస్ క్యూవియర్ (1769 - 1832) 123
జాలకములు 333
జాల విధాన వ్యవచ్ఛేదకము (నెట్ వర్క్ ఎనలైజర్) 278
జాస్పర్ (ఖనిజము) 22
జింకు 74, 90, 113, 135, 145, 207, 260, 321, 361, 488, 502 598, 600, 624, 645, 658, 740, 786
జింకు - అల్యూమినియము 372
జింకు ఆక్సైడ్ 171, 331, 365, 578, 655
జింకు - కాడ్మియమ్ 372
జింకు క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ 248
జింకు క్రోమేట్ 574
జింకు క్లోరైడ్ 81, 170, 373, 480
జింకు ఖనిజములు 320, 361, 366

జింకు - తగరము 372
జింకు ప్లేటు 643
జింకు ఫాస్ఫైడ్ 105
జింకు బ్లెండ్ (జింకు సల్ఫైడ్) 361, 362, 782
జింకు సల్ఫేట్ 365
జింకు సల్ఫైడ్ 364, 365
జింకు, సీసము **361**
జింకైట్ 361, 363
జింజాంత్రాంపస్ శిలాస్థులు 11
జింబల్స్ 311, 546
జి. ఎచ్. లిస్ట్ 683
జిగ్‌లు 243, 244, 245, 652
జిగ్‌లు, ఫిక్చరులు **366** చూ. యంత్ర పరికరములు
జిగట మట్టి రాయి (షేల్) 554
జిగురు తొలగింపు (డీ గమ్మింగ్) 556
జిగురు పదార్థములు **366**, 501 చూ. అడ్‌హెసివ్‌లు
జిగురు మత్స్య సరస **366**
జిగురులు 169, 283, 366, 371, 461, 497, 575, 679, 701, 797
జిగురులు, రెసిన్‌లు **368**, 672
జిన్ 227
జిప్సమ్ (సోదక కాల్సియమ్ సల్ఫేట్) 145, 209, 252, 266, 272, 317, 323, 503, 504, 527, 554, 573, 574, 611, 782, 786
జిప్సమ్ బిల్డింగు ప్లాస్టరు 504
జిప్సిమత్ (క్రిములు) 104
జిబ్ క్రేనులు 309
జిబ్ పాయింటు 309
జియలాజికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా 206, **371**, 579
జియలాజికల్ సర్వే - మాపింగ్ **147**
జియోకార్బ్ 552
జియో ఫోనులు 313, 314
జియొలైట్ (సిలికేట్) 209, 325, 772, 784
జియోలోవ్‌స్కీ 109
జిర్కాన్ 654, 770, 772
జిర్కోనియమ్ 481, 627, 663, 740, 772
జిలెటిన్ 366, 367, 368, 644
జిల్లా ముఖ్య రహదారులు (మేజర్ డిస్ట్రిక్ట్ రోడ్సు) 686
జీడ్లర్ 10, 307
జీరోగ్రఫీ (క్సీరోగ్రఫీ) 597, 647
జీలమ్ నది 50, 63, 158, 526
జీవజన్యములు (బయోజనిక్స్) 554
జీవ పరిణామ చరిత్ర **139**
జీవావరణము (బయోస్ఫియర్) **134**, 137, 141, 626, 629
జీవావృత్తి (బయోసైకిల్) 629
జీవి - పరిణామ వాదము **123**
జుంగర్ బ్యాటరి 95
జుంబో జెట్‌లు 758, 759
జూడరజీ 347
జూపిటర్ 110
జూలియస్ సీజర్ 17, 34
జూలెస్ వర్న్ 109
జెంకిన్, హెన్రీ ఛారెస్ ఫ్లెమ్మింగ్ (1833 - 1885) **371**
జె. ఆర్. గిగీ 104
జెట్ ఇంజనులు 4, 42, 258, **371**. 580, 689, 755, 758, 760, 800 చూ. టర్బోజెట్. టర్బోప్రాప్.
జెట్ ప్రొపెల్షన్ 744. 746, 752
జెట్ యంత్రములు 715, 744, 750,
జెట్ విచలనము 744
జెట్ విమానము 78, 109, **371**, 481, 692, 759 చూ. విమానము.
జెట్టీ నౌకలు 539
జె. డబ్ల్యు. మియర్స్ 352
జెనరేటర్ కొలిమి 83
జెప్రాన్ 458
జెప్లిన్, కౌంట్ వాన్ ఫెర్డినాండ్ (1838 1917) **371**, 754
జెఫ్రీన్ 130
జెమినీ - IV 111
జెరావ్ షాన్ నది 50
జెర్మేనియమ్ 135, 252, 285, 362, 627, 792
జెల్ (జున్నువంటి వస్తువు) 177, 367
జెల్లీలు 369, 493
జేన (వితస్తి) 432
జేమ్‌సోనైట్ 363
జేమ్స్ క్లర్క్ మాక్స్‌వెల్ 596
జేమ్స్ ప్రెస్కాట్ జౌల్ 726
జేమ్స్ యంగ్ సిమ్సన్ 105
జేమ్స్ వాట్ 1, 37, 97, 219, 726
జేమ్స్ హట్టన్ (1726 - 97) 122
జేమ్స్ హార్ గ్రీవ్స్ 207
జేమ్స్ హాల్ 123
జైనెల్ 458
జైలిడిన్ 303
జైలినోల్ 303
జైలిన్ 98, 303, 304, 575, 580
జైలోన్ 462
జోకిచీ టకామినే 106
జోగ్ జలపాతము 520
జోగ్రఫీ 597, 646, 647
జోను కేంద్ర ఎక్చేంజి 396
జోసఫ్ నెస్ ఫోర్ నీప్స్ 71
జోసఫ్ ఆస్పిడిన్ 96
జోసఫ్ లిస్టర్ 302
జోసఫ్ హెన్రీ 726
జోసయ్య మార్షెల్ హీత్ 83
జోసయ్య వెడ్జ్ వుడ్ 37
జోసర్ రాజు 18
జోహనాన్ కోవియా లోవిడ్స్ 108
జౌల్ - థాంప్సన్ ఫలితములు 565
జౌల్‌లు 557, 558, 726, 789, 790
జ్యామితి 280, 809
జ్యూట్‌నార 92, 108
జ్వలన తంతు దీపములు 467
జ్వలన-బంధక విద్యుత్తు ఉపకరణములు 330
జ్వలన మందిరము 78
జ్వలనము (ఇన్కాండెసెన్స్) 466, 585
జ్వలన వాయువు 329, 330, 614
జ్వలనసంపర్కము (ఇగ్నిషన్ కాంటాక్టు) 283
జ్వలించు జలము 103
జ్వారికిన్, వ్లాడిమిర్ కోస్మా (జ. 1889) **371**
జ్వాలా ధూమ మార్గములు (ఫ్లూలు) 534, 536

ఝ

ఝన్ కాలువలు 50

ట

టంకపు ఇనుము 373
టంక మిశ్రమము (సోల్డర్) 365, 372
టంకము (వెల్డ్) 236, 281, 441, 602
టంకము వేయుట (సోల్డరింగు) 19, 172, **372**, 373
టంగ్‌స్టన్ 42, 135, 145, 168, 207, 281, 442, 467, 781
టంగ్‌స్టన్ హేలైడ్ 467
టయూర్‌లు 237, 241
టరెట్ లేత్ 651
టర్కీరెడ్ 531, 779
టర్నింగు, ఫేసింగు 651

టర్పెంటైన్ (కర్పూర తైలము) 171, 370, 463, 573, 657
టర్బయిను చక్రములు 438, 439, 440
టర్బయిను రోటారు 748
టర్బయిను(న్)లు 7, 10, 43, 77, 218, 241, 258, 353, 440, 560, 725, 744, 749, 758
టర్బో - ఆల్టర్నేటర్స్ 62
టర్బో - జనరేటర్లు 43, 108, 116, 438
టర్బోజెట్ **373**, 690, 744, 747, 748, 758 చూ. విమానచలనము.
టర్బోజెట్ ఇంజను 749, 752, 755
టర్బోజెట్ విమానములు 749
టర్బోప్రాప్ **373**, 754 చూ. విమాన చలనము
టర్బోప్రాప్ ఇంజను 752
టర్బోరామ్‌జెట్ ఇంజను 752
టర్బో సంకోచకము 538
టవర్ కాంటిలివర్ క్రేన్‌లు 309
టసార్ 28, 554
టాంకు(క్)లు 109, 197, 303, 539, 540, 641, 763, 779, 812
టాంటాలమ్ 264, 453
టాండమ్ మిల్లు 242
టాటరైట్ (ఒకవిధమైనఎర్రమన్ను) 209
టానిన్‌లు 96, 170, **373**, 449, 450, 461, 463 చూ. తోళ్ళు పదును.
టావర్ 65
టార్ క్వాయిన్ 22
టార్ ఫెల్ట్ 304
టార్చిలైటు (ఫ్లాష్ లైటు) 61, 95, 335, 337, 444
టార్పిడో 650
టార్షన్ తులాదండము 312
టాల్క్ 145, 149, 317, 573, 739, 770, 773
టాల్యుయిన్ **98**, 196, 236, 303, 429, 575, 580, 789
టాల్యుయిన్ ద్రవ తాప స్థాపకము 429
టించరులు 106
టి. ఏ. కానోలి 397
టి. కె. గజార్ 80
టి. జె. మార్కటిగ్ 397
టిటాగర్ పేపరు మిల్లు 87
టిన్ క్లోరైడ్ 373
టిన్నర్ రివెట్లు 665
టిప్లర్‌లు 440
టిల్లరు 47
టీకా మందులు 106, 107
టీ కెటిల్ 335
టీ - స్క్వేర్ (T - మట్టము) 425
టుఫ్ 164
టూత్ పేస్ట్‌లు 189, 588
టూర్మలీన్ 317, 362, 654, 770
టెండరులు – కాంట్రాక్టులు **373**
టెండరులు - స్పెసిఫికేషన్‌లు **374**
టెంపరింగు 243
టెంపర్డ్ హార్డ్ బోర్డు 500, 501
టెంప్లేట్‌లు 543
టెక్నాలజీ 1, 2, 9, 10, 40, 47, 48, 90, 432, 433
టెక్నాలజీ అనగా ఏమి ? **9**
టెక్నాలజీ భవిష్యత్తు **109**
టెక్టానిక్ అఘాతము 802
టెక్టోనిక్స్ (జియో టెక్టోనిక్స్) భూశాస్త్రము 515
టెక్టో సిలికేట్‌లు 324
టెక్నోగ్రాఫు విధానము 676, 679
టెట్రా ఆల్కిల్ అమోనియమ్ యౌగికములు 216
టెట్రాక్సైడ్ 538
టెట్రా క్లోరో ఫీనోల్ 460
టెట్రా ఫ్లోరో ఎథిలీన్ 458
టెట్రాలిన్ 248
టెట్రా సైక్లిన్ 307
టెట్రోడ్ 441, 443, 444, 711
టెట్రోడ్ వాల్వు 192
టెనాన్ 700
టెన్నసీ నది 375
టెన్నసీ లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక **375**, 440, 452
టెన్నిస్ నెట్‌లు 457
టెన్షన్ 196
టెప్లాన్ 458
టెయిలర్ 42, 243
టెరిలిన్ (టెరీన్) 8, 93, 101, 457
టెర్పినియోల్ 308
టెర్రా కోటా మన్ను 22
టెర్షియరీ లేదా నవజీవక (సీనో జోయిక్) 139
టెర్షియరీ యుగము 140, 142, 146, **147**, 149, 533, 616
టెల్‌ఫోర్డ్, థామస్ (1757 – 1834) 39, **376**, 686
టెల్ స్టార్ 69, 110, 720, 721, 722
టెలి కమ్యూనికేషన్ 287, 683
టెలిగ్రఫీ 65, 288
టెలిగ్రాఫు(ఫ్) (తంతి ప్రసారము) 65, 66, 286, 287, 303, **376**, 388, 403, 408, 409, 449, 650, 691
టెలిగ్రాఫు - టెలిఫోను **65**
టెలి టైప్ 387
టెలి ప్రింటరు 6, 66, 82, 385, 387, 388, **392** చూ. టెలిగ్రాఫు
టెలిఫోను (దూరవాణి ప్రసారము) 2, 6, 82, 102, 259, 286, 303, 309, 335, 365, 388, **392**, 395, 401, 430, 448, 590, 592, 650, 674, 691, 766
టెలిఫోను కేంద్రము 388, 394, 396, 400, 409
టెలిఫోను – కేబిలులు **403**
టెలిఫోను గ్రాహకము 394
టెలిఫోను పరికరములు 81, 102, 589
టెలిఫోను ప్రసారము 395, 404, 407
టెలిఫోను ప్రోతస్సులు 401
టెలిమీటరింగు **409**, 410
టెలిమెట్రీ 2, 287
టెలివిజన్ 2, 3, 63, **68**, 69, 190, 191, 225, 287, 288, 335, 372, **410**, 411, 593, 650, 676, 685, 691, 720, 721
టెలివిజన్ కెమేరా 372, 411
టెలివిజన్ రిసీవరు 414, 415
టెలివిజన్ వాల్వులు 333
టెలురియమ్ 627, 655
టెలెక్స్ **415**, చూ. టెలిఫోను.
టెలెరాన్ 551
టెల్లాము 655
టెల్లూరైట్స్ (బంగారము) 145
టెస్లా (స్రోతస్విత సాంద్రతకు యూనిట్టు) 790, 791
టెస్లా ఇండక్షన్ మోటారు 416
టెస్లా నికోలా (1856 – 1943) **415**
టేక్ ఆఫ్ (నేలమీదనుండి పైకి ఎగురుటకు ఉటంకించుట) 45
టేకు కర్ర 289, 460, 701
టేపు 278, 373
టేపు(ప్) రికార్డరు 287, 678, 769
టేబుల్ ఫాన్ 336, 337
టైగ్రిస్ నది 19
టైటానియమ్ 135, 146, 178, 187, 207, 573, 627, 659, 773
టైటానియమ్ డై ఆక్సైడ్ 188, 573

టై దూలము 498
టైప్ (పు) రైటరు 2, 4, 73, 387, 651
టైప్ (పు) రైటింగ్ టెలిగ్రాఫు 66
టైపుల రిలీఫ్ పద్ధతి 642
టైపు మెటల్ 365
టైపులు 642
టైఫస్ జ్వరము 308
టైమ్ డిలే నియంత్రణ 281
టైమ్ జేస్ 225, 662
టైమర్స్ వలయము 281
టైమింగ్ వలయము 280
టైరులు 46, 76, 161, 199, 327, 337, 456, 589, 655, 799
టోవ (పా) జ్ 318, 654
టోయొకోట్స్ ప్రక్రియ 270
టోస్టరు 6, 179, 335
టౌన్‌గాన్ 234
ట్యూనింగ్ ఫోర్కు 389
ట్యూబులైట్లు 333
ట్యూబ్యులర్ బాయిలర్ 46
ట్రంక్ డయలింగ్ పద్ధతి 402, 403
ట్రంక్ (టెలిఫోన్) విభాగము 400
ట్రంకు రోడ్లు 688
ట్రంకు వలయములు 388, 397
ట్రక్కు కార్లు 48
ట్రక్కు టైరులు 452
ట్రక్కులు 197, 199, 422
ట్రగాకాంత్ 170, 368, 369, 370
ట్రయోడ్ 192, 280, 281, 294, 441, 447, 533, 711, 793
ట్రస్డ్ రిబ్బన్ విధానము 698
ట్రస్సులు 490, 493, 494, 698, 778
ట్రాంబే తెర్మల్ పవర్ స్టేషన్ 218
ట్రాక్ సర్క్యూటింగు 683
ట్రాకైట్ 177
ట్రాక్టరులు 4, 82, 152, 197, 344, 422, 580
ట్రాక్షన్ మోటారు 681, 682
ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ కపుల్డ్ ఆంప్లిఫయర్ 192
ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ కప్లింగ్ ఇంపిడెన్స్ మాచింగ్ 201
ట్రాన్స్‌ఫార్మరు (అపవర్తకము) 10, 62, 172, 192, 196, 202, 282, 354, 357, 445, 680, 682, 723, 787
ట్రాన్స్‌మిటర్ 446, 548, 553
ట్రాన్స్‌మిషన్లు 46, 47
ట్రాన్స్‌వర్స్ పిచ్ 666
ట్రాన్షియమ్ 740
ట్రాన్సిస్టార్ 2, 7, 70, 191, 193, 277, 280, 403, **416** 720, 792
ట్రాన్సిస్టార్ ఆంప్లిఫయర్ 192
ట్రాన్సిస్టార్ ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్ 169
ట్రాములు 2, 722, 739
ట్రాలీ 309, 480 d
ట్రిపుల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్ 92, 273, 274
ట్రిప్టోఫేన్ 299
ట్రిమ్మింగ్ టాబ్ 755
ట్రిలోబైట్లు 139, 140
ట్రెడిల్ మిషను 643
ట్రెపీజో హెడ్రన్ 324
ట్రెమోలైడ్ 771
ట్రెయిలర్ 197
ట్రెవితిక్ (హై ప్రెషర్ యంత్రపు ఆవిష్కర్త) 41, 43, 45
ట్రెసిల్ వంతెన 697, 480 c, 480 d
ట్రేసింగు కాగితము 231, 426
ట్రేసింగు గుడ్డ 426
ట్రై ఆసిటేట్ 453, 455, 706
ట్రై కార్లు 220
ట్రైకాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ 274, 275
ట్రై క్రిసైల్ ఫాస్ఫేట్ 575
ట్రై క్లోరో ఎతిలీన్ 647
ట్రై డెప్సైడ్ 450
ట్రై నైట్రో గ్లిసరీన్ 454
ట్రై పార్సమైడ్ 108
ట్రై ఫాస్ఫేట్ 528
ట్రై ఫినిల్ ఫాస్ఫేట్ 575
ట్రై ఫినిల్ మీథేన్ 709, 710
ట్రై బుటైల్ టార్ట్రేట్ 575
ట్రైయాసిక్ 139
ట్రైలర్స్ ఆన్ ఫ్లాట్ కార్ 681
ట్రై స్టియరేట్ 330
ట్రోపావరణము **132**
ట్రోపేజ్ 97

డ

డటన్ (1841 – 1912) 124
డన్లప్ 655
డబుల్–ఆక్టింగ్ ఇంజను 152, 156, 217
డబ్బాలలో నిల్వ **416** చూ. ఆహారములు, నిల్వ
డయాఫ్రమ్ ఘటము 88, 297
డయాస్పోర్ 187, 663
డయోడ్ 280, 441, 445, 447, 711
డయోరైట్ 167, 364
డయోస్కార్డిస్ 105
డరయస్ – I (దుర్యాష) రాజు 31, 41
డాగ్ క్లచ్ 339, 340
డాగర్ టైపు 71, 416
డాగరీ, లూయీ జాక్వియస్ మాండీ (1789 – 1851) **416**
డాట్ అండ్ డాష్ (చుక్క – గీత) 65
డాట్ కీ 390
డాడాన్ 700
డామర్ (జిగురు) 368
డాములు (ఆనకట్టలు) 4, 7, 48, 58, 59, 60, 107, 148, 151, 159, 202, 203, 229, 230, 304, 314, 341, 342, 353, 356, 375, **416**, 418, 426, 428, 430, 431, 451, 482, 505, 517, 526, 563, 571, 606, 634, 636, 775, 788, 801, 807
డా మెటీరియా మెడికా (వైద్యగ్రంథము) 105
డామ్లర్ 44, 199
డార్నియర్ 754
డార్విన్ 127
డాలీబార్ (వటకారు) 664
డాష్ కీ 390
డిక్రైట్ 365, 598
డిగ్రీ సెల్సియస్ (సెంటిగ్రేడ్) 436
డిజార్మ్స్ 88
డిజిట్ హంటర్స్ 400
డిజిట్ సెలెక్టరు 400
డిజిటల్ కంప్యూటర్ 276, 277, 278, 279, 280
డిజైనరు 214
డిటర్జంట్లు (అపక్షాళకములు) 779
డిటెక్టర్ 442
డిటెక్షన్ (డిమాడ్యులేషన్) 446
డి. డి. టి. (డైక్లోరో డైఫినిల్ ట్రైక్లోరో ఎతేన్) 81, 87, 98, 104, 306
డిడ్రో (1713 – 84) 24
డి నది 79
డినయర్ (9000 మీ. దారము – బరువు ఒక గ్రాము) 452
డిరిజబుల్ (బెలూన్ గాలి ఓడ) 371, 754
డిరిజబుల్ గుమ్మటము 760
డి. రోజియా 754
డి. షార్డానే 455
డి. సి. విద్యుత్తు చోదక యంత్రము 282
డి. సి. విద్యుత్తు 281, 282, 285, 286
డిస్కు 199, 748
డిస్కు ఇంటిగ్రేటర్ 279

డిస్క్ సిరామిక్ కండెన్సరు 677
డిసెంబర్లు 496, 503, 575
డిస్పర్స్ రంగులు 707, 709
డిస్పర్స్ వయొలెట్ 708
డీ కార్బొకేటరు 4
డీ కోడింగ్ 392
డీప్ ఎచ్ పద్ధతి (ఆఫ్ సెట్) 644
డీలావెల్ 217
డీ లింటరులు 4, **420** చూ. వస్త్రోత్పత్తి.
డీవి డీపీ 450
డీసెల్(లు) 217, 222, 309, 722
డీసెల్(లు) ఇంజనులు 5, 44, 46, 76, 82, 152, **420**, 422, 543, 580
డీసెల్ (లు) నూనె 327, 520, 580
డీసెల్(లు) రైలు ఇంజనులు 108, 222, 285, **422**, 680
డీ హల్లరు 4
డీ హైడ్రేషన్ 585
డునైట్ 167
డుప్రీన్ 657
డుయో - డయోడ్ ట్రయోడ్ 441
డూ పాంట్ లేబరేటరి 101
డూప్లెక్స్ విధానము 381, 382, 387, 388, 390
డెకా మీటరు 433
డెకొరేటివ్ లామినేటెడ్ బోర్డు 500
డెక్కు 540, 541, 696, 697, 698
డెక్రాన్ 101, 452
డెక్స్ట్రిన్ 170, 575
డెక్స్ ట్రోస్ చెక్కెర 562
డెట్ 104
డెట్టాల్ 306, 308
డెన్ ప్రక్రియ 271
డెప్పెల్లు 449
డెమొక్రటీస్ 114
డెమోటిక్ లిపి 20
డెరిక్ క్రేన్లు 309
డెరిన్ 104
డెలాంబర్ 24
డెల్లా పోర్టా 376
డెవలపింగ్ 595, 647
డెసిబెల్ (దార్ఢ్యత) 766
డెసి మీటరు 433
డేనియల్ కానోలీ 397
డేవిడ్ బ్రూస్టర్ 698
డేవిస్, జాన్ (రి. 1550 - 1605) **424**,
డేవీ, హంఫ్రీ (1778 - 1829) **424**, 425
డై అమోనియా ఫాస్ఫేట్ 92, 274
డై ఆఫ్ సైడ్ 771
డై ఆసిటేట్ 455
డై ఎథిల్ సల్ఫేట్ 216
డై ఎతానాల్ ఎమీన్ 563
డై ఓలిఫైన్ 248
డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ 270, 275
డైకులు 20, 156, 313
డైక్రోమేట్లు 194
డైక్లోరోబూటేన్ 457
డైనమిక్ బ్రేక్ పద్ధతి 681
డైనమైట్ 313, 327, 612, 613, 780
డైనమో (ఉత్పాదక యంత్రము) 7, 61, 62, 65, 259, 313, 337, **425**, 684, 722, 725, 728, 730, 739
డైనా సరస్ (మహాగౌళి) 138
డైనెల్ 458, 459
డైనైట్రైల్ 458
డైనైట్రోఫినోల్ 474
డైనైట్రోజెన్ 260
డైఫాస్ఫేట్ 528
డైఫినిల్ 195
డైఫినిల్ ఎమీన్ 710
డైఫినైల్ గ్వానిడీన్ 655
డై బుటైల్ థాలేట్ 575
డై మెతిల్ ఆనిలీన్ 216
డై మెతిల్ టెరి థాలేట్ 101, 457
డై మెతిల్ ఫార్మమైడ్ 457
డై మెతిల్ సల్ఫేట్ 216
డైయర్, ఎచ్. డి. 87
డైరెక్ట్ ట్రంక్ డయలింగ్ 67
డైరెక్షనల్ బ్యాఫిల్ రకపు లౌడ్ స్పీకర్లు 193
డై వినిల్ ఆసిటిలీన్ 101
డై సయానో బూటేన్ 457
డైసింకర్ 652
డైసిలిసిక్ ఆసిడ్ 471
డై హైడ్రాక్సీ యౌగికములు 196
డొడెకా హెడ్రన్ 324
డోములు 777, 778
డోయిటీరియమ్ 561, 746
డోర్ పద్ధతి 252
డోరియా 497
డోలమైట్ 209, 236 239, 319, 364, 365, 498, 554
డోలమైటిక్ క్విక్ లైమ్ 504
డోవర్ హార్బర్ 376
డ్యురైన్ 233
డ్యూరాల్యూమిన్ (ధాతుమిశ్రమము) 189, 769
డ్రయర్లు 574
డ్రాగ్ (నిరోధము) 756, 757, 758
డ్రాగ్ లింక్ 200, 201
డ్రాగ్-లైన్ త్రవ్వకపు పనిముట్లు 326
డ్రాగ్ లైనర్లు 327
డ్రాఫ్ట్ ట్యూబ్ 357
డ్రాఫ్ట్‌మన్లు 230
డ్రా-బార్ సామర్థ్యము 682
డ్రాయింగు కాగితము 426
డ్రాయింగు క్లిప్పులు 426
డ్రాయింగు పరికరములు 231, **425**
డ్రాయింగు బోర్డు 425, 426
డ్రాయింగు పెట్టె 426
డ్రాయింగులు 4, 18, 151, 230, 242, 300, 374, 425, 426, 491
డ్రిఫ్ట్ పద్ధతి 328
డ్రిల్లింగు యంత్రములు 41, 41, 650
డ్రిల్లు ప్రెస్ 651
డ్రిల్లులు 4, 5, 6, 651
డ్రెడ్జర్లు 539
డ్రై ఎలక్ట్రిక్ పరికరములు 333
డ్రైనేజ్ **426** చూ. జలనిర్గమన పద్ధతులు
డ్రై ప్లేట్ 71
డ్రై సెల్లులు 7

త

తంగేడు చెక్క 451
తంతి 6, 443
తంతి-తపాలా శాఖ (పోస్ట్ అండ్ టెలి గ్రాఫు) 66
తంతి ప్రసారము 380, 387, 390, 408
తంతి వలయములు 380
తంతి విధానము 259, 376, 377, 379, 384, 389
తంత్ర యుగము (క్రీ. శ. 700 - 1300) 26
తక్కువ అపచితి (లో అటెన్యూయేషన్) 190
తగరము (కాసిటరైట్) 13, 30, 145, 163, 207, 372, 405, 496, 598, 627, 740
తటస్థతలము 510
తటస్థ రిఫ్రాక్టరీలు (క్రోమైట్) 663
తటస్థాకము 509, 510, 668, 670
తటస్థీకరణము 274, 476, 585, 740
తటాకములు 25, 203, 702
తడవల పద్ధతి 185, 215, 295, 302

తనుత్వ నిష్పత్తి (స్లెండర్ నెస్ రేష్యో) 512
తన్యత (టెన్షన్) 142, 164, 279, 318, 506, 513, 698, 736, 765
తన్యతా బలము 490, 507, 698
తపతినది 517, 523, 526
తప్తకాచము (గాజు ద్రావణము) 332
తప్తతంతువు మాన పరికరములు 726
తప్తశిలా ద్రవ్యము (మాగ్మా) 143, 144, 316, 627, 653, 770
తప్తాగ్ర దీపములు 469
తమ్మిలేరు 480g, 704
తయో ఇండిగోయిడ్ రంగులు 710
తయో కార్బొనిలైడ్ 655
తయోఫీన్ 250
తయో యూరియా 590
తయో సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ 710
తరంగ కంపనము 314
తరంగ చలనము 766
తరంగదైర్ఘ్యములు 256, 433, 448, 660, 673, 674, 722
తరలింపు డాము 356, 606
తరలింపు సొరంగములు 419, **426**, 427, 480d, 520
తరళ పదార్థములు (ఫ్లూయిడ్) 714
తరిమణి యంత్రములు **428** చూ. లేత్ యంత్రములు.
తల తూములు (హెడ్ స్లూస్) 205
తల్ప శ్రేణి ప్రక్రియ (కావర్స్-సుమిటోమో ప్రక్రియ) 180
తళతళ ప్రకాశము (లస్టర్) 317
తాండవనది 702
తాకుడు (కాంటాక్టు) తీగెలు 285
తాజ్ మహల్ 33, 481
తాజా (ఆధునిక) రెసిన్‌లు 370, 371
తాజా సిమెంటు గచ్చు 299
తాటి చక్కెర 343
తాటిపూటి జలాశయము 584
తాటిబెల్లము 342, 343
తాతా ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఫండమెంటల్ రిసెర్చి 607
తాతా ఇనుప కర్మాగారము 83
తాతా ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీ 63, 84, 97
తాతా కెమికల్స్ 87
తాతా హైడ్రో ఎలక్ట్రిక్ పవర్ కంపెనీ 63
తాపకములు 257, 304
తాపక్షేపకము (ఎక్సోతెర్మిక్) 534
తాపచూషకము 534
తాప జనక ప్రతిక్రియ 196
తాపజల ద్రావణము 364
తాపడము 234, 283, 500
తాపద్రుత విద్యుత్తు విశ్లేషణ 740
తాపవతలము 604
తాపనము (హీటింగ్) 188, 534
తాపన మూల్యము (హీటింగ్ వాల్యూ) 534
తాప నిరోధకములు 573, 740
తాప పరమాణు విలయనము (తెర్మో న్యూక్లియర్ ఫ్యూషన్) 557
తాపబంధకము 292, 294, 583
తాప భంజనము 579
తాప వహన సామర్థ్యము 534
తాప వినియయకము 256, 257
తాప వినిమయము 253, 254
తాప సంస్కారము 679
తాప స్థాపక నియంత్రణ 335
తాపస్థాపకములు (తెర్మోస్టాట్) 214, 4 3, 429, 430
తాపీ పని (మేసన్రీ) 151, 234, **430**, 483, 503 చూ. నిర్మాణములు
తామస్ ఓల్డ్ హామ్ 150
తామస్ టెల్ ఫోర్డ్ 48, 686
తామస్ వెడ్జివుడ్ 70
తామస్ హాంకాక్ 654
తామ్రయుగము (క్రీ. పూ. 4000-2000 వరకు) 13, 15, 592
తారు (కీలు) 232, 236, 307, 405, 460, 496, 534
తారు ఆమ్లనూనె 303
తారు రాయి 167
తాల్ కనుమలు 75
తాలిక్ ఆన్ హైడ్రైడ్ 196, 709, 711
తాలిక్ ఆసిడ్ హైడ్రైడ్ 303
తాలియమ్ 627
తాహతు (కెపాసిటెన్స్) 281, 382, 384, 387, 394, 395 404, 407
తిన్రుడు 573, 575
తిమింగలము నూనె 99
తియొడోలైట్ (భూమి కొలతలో కోణములను కొలుచు యంత్రము) 410
తియోఫిలస్ జిగురులు 368
తిరమ్ 105
తిరుగాడు కొలిమి 251
తిరుగుడు క్రేన్‌లు 309
తిరుగెడు చక్రము 389
తిరోగమన (రెసిషన్) గతి 128
తిర్యక్ ఛేదములు 535, 815
తిర్యక్ ఛేద వైశాల్యము 737
తిర్యక్ ప్రతిబలము 493, 541
తిర్యక్ విక్షేపక (ఆబ్లిక్) డ్రాయింగు 230
తిల్లాయియా డాము 59
తివాచీలు 497
తీగెవార్తా విధానము **430** చూ. టెలిఫోను.
తీవ్రజలము (ఆక్వాఫార్టిస్) 89
తుంగనది 810
తుంగభద్రా డాము **430**, 788
తుంగభద్రా డాము కాలువలు **59**
తుంగభద్రానది 35, 59, 476, 521, 527
తుతెన్ ఖామెన్ (క్రీ. పూ. 1350) 21
తుత్తునాగము 361, 741 చూ. జింకు
తుపాకిమందు 30, 37, 44, 327, 797
తుఫానులు 132
తుమ్మ (అరబిక్) జిగురు 170, 370
తులాదండ పద్ధతి 489, 490
తులాదండము (లీవర్) 4, 18, 65, 380, 683
తులామానములు **431**, 436, 653
తుషార ప్రవాహము 101
తుషార సరస్సు 440
తుషారాంక తాపక్రమ నియంత్రకము 213
తుషారాంకము (డ్యూపాయింట్) 210
తూటాల వత్తు (ఫ్యూజ్) లు 612
తూనికలు 431, 443 చూ. తులామానములు.
తూములు 54, 205, 250
తూర్పు ఇండియా ఇరిగేషన్ కాలువల కంపెనీ 56
తూర్పు యమునా కాలువలు 51, 54
తృతీయ పంచవర్ష ప్రణాళిక (1961-66) **82**
తెరగొట్టము (పిక్చర్ ట్యూబ్) 225
తెర్మల్ విద్యుచ్ఛక్తి 7, 437, 440
తెర్మల్ విద్యుత్తు (త్) కేంద్రములు 64, 108, 218, 353, **437**, 441, 451, 560, 562, 725, 733, 776
తెర్మల్ స్విచ్చి స్టార్టరు 470
తెర్మాక్లైన్ 112
తెర్మామీటరు గాజులు 332
తెర్మామీటరులు 475
తెర్మిట్ వెల్డింగు 763, 765
తెర్మైట్ 190

తెర్మో అయానిక్ వాల్వు 68, 192, 333, **441**, 442, 443, 447, 676, 677, 713, 792
తెర్మో అయానిక్ వాల్వు ఫిలమెంటు 409
తెర్మోకపుల్ 726
తెర్మో ప్లాస్టిక్‌లు 102, 491, 587, 590
తెర్మో సెట్టింగు ప్లాస్టిక్కులు 102, 587, 590
తెల్లని సొన (అల్యుమిన్) 71
తెల్ల పాషాణము 105
తెల్ల శానపు రాయి (గ్రానైట్) 483, 498, 499
తేజఃకవాట (లైట్ వాల్వు) విధానము 769
తేమ్స్ నది 49
తేలిక స్పిరిట్ 536
తేలియాడు సొరంగము 49
తేలిజ్ 7
తేలో నైట్రిల్ 710
తేలో సైయనీన్‌లు 710
తైమోల్ 170
తైరట్రాన్ 280, 281, 282
తైరాయిడ్ 300
తైలవర్ణ చిత్రము 645
తైల వాహిక నౌకలు 77
తొట్టె రంగులు 707, 709
తొలుపుడు యంత్రము 339
తోరియమ్ 127, 314, 315, 740, 772
తోరియమ్ ఆక్సైడ్ 469
తోరియా 663
తోలు (ళ్లు) 16, 99, 450, 532, 709
తోలు బైండింగు 168
తోళ్ల జిగురులు 366
తోళ్ల పదును 424, **449**, 787
త్రవ్వు యంత్రము (సక్షన్ డ్రెడ్జ్) 49
త్రవోడ (పాంటూన్) 328, 635, 781, 804, 805
త్రస్ట్ 756, 757
త్రాటిల్ బెరామీటర్ 753
త్రికళ (త్రీఫేస్) ఆవర్తి విద్యుత్తు 734, 736
త్రికాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ 264
త్రికోణమితి 279
త్రిజ్య ఘటకము 777
త్రిధ్రువి 415
త్రిపరిమాణిక (త్రీ డైమన్షనల్ - 3 D) ముద్రణ 646
త్రిపర్యాయ (ట్రిపుల్ ఎఫెక్ట్) బాష్పీకరణులు 297
త్రిభుజీకరణ (ట్రయాంగ్యులేషన్) పద్ధతి 620
త్రిభ్రమక సిద్ధాంతము 512
త్రివేణి కాలువలు 57, 518
త్రివేణి స్ట్రక్చరల్ 108
త్రుప్పుపట్టని ఉక్కు (స్టెయిన్ లెస్ స్టీల్) 322
త్ర్యంబకము 55
త్వరణకము (ఆక్సిలరేటరు) 198
త్వరణ నాళిక (ఆక్సిలరేటింగ్ ట్యూబ్) 173
త్వరణము (ఆక్సిలరేషన్) బ్రేకింగ్ 285

థ

థాల్ ప్రాజెక్టు 50
థోరి హైడ్రాఫ్ట్ 47

ద

దంతము 299
దక్కన్ ట్రాప్ (నల్లని ప్లూటానిక్ శిలా సమూహము) 149, 168, 209
దశాంగ ధూప ద్రవ్యములు 368
దశాంశ కేరట్ 654
దశాక్రమ (స్టేజివైజ్) విధానము 176
దహన పేటిక అర (కంబశ్చన్ ఛాంబర్) 689, 690, 744
దహన మంతెరము (నిప్పుగది) 222, 689, 747, 748, 750, 752, 75?, 758
దహన వాయువు 220
దామోదర నది 59, 206, 451, 523, 703
దామోదరలోయ ప్రణాళిక **451**
దామోదర వ్యాలీ కార్పొరేషన్ 59, 451
దారములు 171, 305, 500
దారములు, కృత్రిమ 298, **452**, 591
దారు అలంకరణ పేటిక 21
దారు చక్కెర 462
దారు తారు 464
దారు నిర్మాణము 442, **459**, 488 చూ. నిర్మాణములు.
దారు పరిరక్షణ **459**, 499, 701
దారు స్పిరిట్ (వుడ్ స్పిరిట్) 464
దారు స్వేదనము 464
దారు స్వేదనోత్పన్నములు **461**
దార్ఢ్యత (డెసిబెల్) 766
దార్నా రిజర్వాయరు 57
దాహక సోడా **465** చూ. కాస్టిక్ సోడా
దిండు ముక్కలు (బ్రెఖియా) 164
దింపుడు తలుపులు (ఫాలింగ్ షట్టర్) 204
దిక్సూచి (కంపాస్) 26, 129, 546, 550
దిగువ గంగ కాలువ 53, 57
దిగువ చీనాబ్ కాలువ 50, 53
దిగువ జీలమ్ కాలువ 50, 53
దిగువ బడీ-దో-అబ్ 50
దిగువ భవానీ డాము - 524, 788
దిగుమ మిసిసిపీ లోయ 375
దిగ్గలేషులు (డిరక్షన్ ఫైండర్స్) 551
దిమ్మెసా 688
దివాన్-ఇ-ఖాస్ 33
దిశాదర్శిని 545, 546
దీప కేంద్రము 545
దీప గృహము (లైట్‌హౌస్) 539, 544
దీప నౌకలు 539, 544
దీప్తి (ప్రకాశము) 333, **465**, 466
దీప్తి (లక్స్) 791
దీర్ఘతరంగ రేడియో ప్రసారము 190
దీర్ఘ రేఖీయ (లాంగ్ లైన్) పద్ధతి 577
దీర్ఘీకృత త్రికోణ (ట్రైగొనల్) పట్టకము 317
దుక్క ఇనుము 10, 14, 30, 83, 238, 241, 271
దుక్కలు (పిగ్స్) 238
దుర్గాపూర్ ఉక్కు కర్మాగారము **86**
దుర్గాపూర్ బరాజు 206, 451, 523
దుర్వాయువులను హరించు పదార్థములు (డిసిన్‌ఫెక్టంట్లు) 303
దూరతామాపకము (రేంజి ఫైండర్) 410
దూరదర్శిని (టెలిస్కోప్) 23, 72, 508, 313, 410, 597
దూరము (పార్సెక్) 791
దూర ముద్రణ యంత్రము 387, 388
దూర వార్తాప్రసారము 376, 391
దూర సందేశప్రసారము (టెలికమ్యూనికేషన్) 70
దూలములు 481, 483, 492, 499, 504, 508, 513, 776
దేవదారువు 460, 701
దేశవాళీ పట్టుపురుగులు 28
దైర్ఘ్యదిశ 651
దైర్ఘ్య ప్రతిబలము 510, 541
దొంతి (పైల్) పునాదులు 482, 570
దౌడల యంత్రము (జాక్రషర్) 186
ద్రవ అమోనియా 91
ద్రవ ఆక్సిజన్ 689

ద్రవరూప ఇంధనము 114
ద్రవ హైడ్రోజన్ 689
ద్రవాభిసరణ (ఆస్మోసిస్) 630
ద్రవీకృత అమోనియా 179
ద్రవీకృత తల్ప ప్రక్రియ (వింక్లర్ ప్రక్రియ) 180
ద్రవీకృత పెట్రోలియమ్ వాయువు (LPG) 180, 181, 233, 580
ద్రవీభూత నైట్రోజన్ 649
ద్రవేంధనములు 232, 233, 247
ద్రాక్ష సారాయి 103, 227
ద్రావణీయ సిలికేట్‌లు **471**, 472, 473
ద్వాదశానీకములు (డొడెకాహీడ్రన్‌లు) 317
ద్వికవిధానము (బైనరీ) 277, 278
ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళిక (1956–61) **82**
ద్విధ్రువ భ్రమిష (డైపోల్ మోమెంట్) 474
ద్వినాళికా తాప వినిమయకములు 256
ద్విరూపత (డైమార్ఫిజమ్) 319
ద్వి విద్యుత్తు డిఫరెన్షియల్ డూప్లెక్స్ విధానము 382
ద్వివిద్యుత్తు బ్రిడ్జి డూప్లెక్స్ విధానము 383
ద్వి విద్యుత్తు సింప్లెక్స్ వలయము 381
ద్విసోపాన పద్ధతి 649
ద్వీపకల్పము (ద్వీపకల్ప కవచము) **149**

ధ

ధన అయాన్ వినిమయ రెసిన్ 528
ధన ఎలక్ట్రోడ్ ప్రవాహము 444
ధన ఫలకము 445, 447
ధన విద్యుదావిష్ట కేంద్రము 442
ధన విద్యుద్వాహకము 469
ధన వైద్యుతీయ (ఎలక్ట్రో పాజిటివ్) ధాతువు 627
ధనాగ్రీకరణము (ఏనడైజింగ్) 740
ధర్మ సంహిత (మనుస్మృతి) 121
ధవళకాంత (లూకోక్రాటిక్) శిలలు 168
ధాతు తాపడము **473**,566 చూ. వెల్డింగు.
ధాతు మిశ్రములు (మ్యూమెటల్, పెరమెల్లాయ్) 5, 83, 189, 190, 199, 241, 242, 249, 281, 283, 309, 372, 407, **473**
ధాతు ముద్రణ (మెటల్ స్టాంపింగు)676, 679
ధాతురేకులు 41, 171, 602, 677
ధాతువును వేడిచేసి కంపోజింగు చేయు పద్ధతి (హాట్ కంపోజింగు) 73
ధాతువుల సల్ఫైడ్‌లు 362, 363
ధాతు సంధానము 763
ధాతు సాధన 232, 233, 234, 252, 535, 600, 658
ధాతు సాధన శాస్త్రము **29**, 83, 606, 740
ధాతు సిలికేట్ 626
ధాతు హైడ్రైడ్‌లు 261
ధారణ దొంతులు 570, 572
ధారణి (మెమరీ) 277, 278
ధావన యంత్రములు 763
ధావని (రన్నర్) 354
ధ్రంగాధర కెమికల్ వర్క్స్ 80, 87
ధ్రువత్వము (పొలారిటీ) 357
ధ్వని బంధకములు 179, 333
ధ్వని లేఖన విధానము 765
ధ్వని వర్ధక ఉద్ఘోషిత్ర సంయోగము (ఆంప్లిఫయర్–లౌడ్ స్పీకర్ సిస్టమ్) 768
ధ్వని సిగ్నల్‌లు 548

న

నంగల్ డాము 605
నంగల్ బరాజు 206
నంగల్ హైడల్ కాలువ 60, 606
నంద్యాల చెరువు 35
నకిలీ రబ్బరు 657
నకిలీ వజ్రము 320
నకుల్ భుజము 161, 162, 200, 201
నక్షత్రాది ఖగోళములు 23
నగ్న (అరక్షిత) రాగి తీగె 405, 406
నడవ (కాలిబాట) 480అ
నడికట్టు రివెట్లు 665
నడుపుట (సారణ) 543
నత (తి) కోణము 129, 661
నతోదర వంపు 205
నత్రికామ్లము **473** చూ. నైట్రిక్ ఆసిడ్.
నత్రీకరణ గతిశాస్త్రము 474
నత్రీకరణము (నైట్రేషన్) **473**, 475, 585
నదీ కర్దమ భారములు 359
నదీ తల్పము 581
నదీ నౌకాయానము 358
నదీ వంకములు 359
నదీ ప్రవాహ కేంద్రములు 354, 355
నదీయానము **476** చూ. నౌకాయానము.
నదీ లోయ ప్రణాళికలు 61, 152, 300, 477, **526**
నమన ఘూర్ణనము 513
నమన భ్రమిష (బెండింగు మోమెంట్) 669
నమనభ్రమకము 508, 509, 510, 512
నమనము (బెండింగు) 667, 669
నమనాంకము (బెండింగు మోమెంట్) 489
నములుడు (మాస్టికేటింగ్) యంత్రములు 6, 55
నమూనా కర్మాగార (పైలట్ ప్లాంట్) ప్రక్రియ 261
నయాగరా జలపాతము 416
నర్మదా నది 517, 523, 324, 526
నర్లింగు 651
నల్లశానపు రాయి (బసాల్ట్) 123, 149, 168, 498
నవజీవక (సినోజోయిక్) యుగము 138, 140
నహాన్ ఫౌండ్రీ 107
నహ్రాన్ కాలువ 19
నాక్రైట్ 598
నాక్షత్ర జడాత్మక చోదన 641
నాగపూర్ ప్లాన్ 686, 687, 696
నాగార్జున కొండ 32, 480
నాగార్జున సాగరు 416, 522, 527, 776
నాగార్జున సాగరు డాము – I **476**
నాగార్జునసాగరు డాము–II **480**
నాగార్జున సాగరు డాము 4, 49, 300, 428, 480, 480C, 637, 775
నాగార్జున సాగరు డాము కాలువల వ్యవస్థ **480** F
నాగార్జునసాగరు ప్రాజెక్టు 60, 148, 480
నాగావళి 702
నాగులేరు 480g
నాచ్ 700
నాచురల్ గాస్ 206
నాజిల్ 217
నాట్లు 750, 751
నాడా (స్ట్రైప్) 570
నాడీ రేడియేషన్ 550
నాడీ స్ఫురణ వ్యుత్క్రమ పద్ధతి 649
నాడె (బాబిన్) లు 61
నాణెములు 17, 30, 481, 659
నాణ్యము (క్వాలిటీ) 245
నాదెనియల్ హావర్డు 654, 655
నాన్ లీనియర్ విద్యుద్వలయము 279
నాపరాయి 480g, 498
నాఫ్థలీన్ 97, **98**, 99, 106, 196, 236, 248, 303, 579, 601, 710

నాఫ్తలీన్ సల్ఫోనీకరణము 787
నాఫ్తా 9, 10, 92, 180, 183, 268, 302, 531, 564, 654
α నాఫ్తాల్ 460, 580
నాఫ్థినేట్ 574
నాఫ్థేన్ 248
α నాఫ్తైల్ ఎమీన్ 260
నాభి (ఫోకస్) 617
నాభ్యంతరము (ఫోకల్ లెంగ్త్) 594
నారగాజు 483, 485
నారపట్టు (లెనిన్) వస్త్రములు 27
నార్బర్ట్ వైనర్ 247
నాలుగు దెబ్బల ఆవృత్తి ఇంజను 420
నాలుగు దెబ్బల ఆవృత్తి క్రియ (ఫోర్ స్ట్రోక్ సైకిల్ ఆపరేషన్) 46
నాలుగుదెబ్బల (ఫోర్ స్ట్రోక్) ఇంజను 44, 152
నాళాకారము (ట్యూబ్యులర్) 220
నావికా దిక్సూచి 549
నాసా (నేషనల్ ఏరోనాటిక్ అండ్ స్పేస్ అడ్మినిస్ట్రేషన్) 111
నాసికా చక్రము 755
నాస్మిత్ (ఆవిరి సమ్మెటను నిర్మించిన వ్యక్తి) 41
నింపుడు గోడలు 483
నికల్సన్ 424
నికెల్ 6, 95, 111, 131, 135, 168, 181, 207, 248, 260, 361, 373, 481, 533, 564, 623, 627, 678, 740, 768, 773
నికెల్ – ఇనుము 626
నికెల్ క్రోమియమ్ ధాతుమిశ్రము (నైక్రోమ్) 335
నికెల్ మలామా 481
నికెల్ సల్ఫైడ్ 364
నికెల్ సిలికా అల్యూమినా 250
నికెల్ సిల్వర్ (రాగి, జింకు, నికెల్) 659
నికెల్ స్పిన్నరెటు 454
నికొటినిక్ ఆసిడ్ 303
నికొలస్ అప్పర్ట్ 228
నికొలస్ ఒట్టో 46
నికొలస్ లెబ్లాంక్ 86
నిజభారము (డెడ్ లోడ్, డెడ్ వెయిట్) 160, 221, 485, 506, 543, 576
నిజాంసాగరు ప్రాజెక్టు 58
నిబులింగు మిషను 651
నిమ్మనూనె 779
నియంత్రక గ్రిడ్ 713
నియంత్రణ కవాటము 214
నియంత్రణ వలయములు 281, 282
నియంత్రణ (కంట్రోల్) విధానము 278, 279
నియంత్రిత మార్గాస్త్రములు 641
నియాన్ దీపములు 469
నియో – ఆర్థోఫారమ్ 106
నియోప్రీన్ 102, 657
నియో సాల్వర్ సాన్ 106
నిరాడోల్ డి. 450
నిరార్ద్రీకరణము 177, 211, 762
నిరుదజనీకరణము (డి హైడ్రోజనేషన్) 195, 250
నిరుద్ధ జలభృతులు 615, 616
నిరోధక (స్థాపక) భ్రమకములు 511
నిరోధకము (రెసిస్టెన్స్) 382, 387, 407, 444, 739
నిరోధన వేష్టనము (రెసిస్టెన్స్ కాయిల్) 682
నిరోధము (ఓమ్‌లలో) 727
నిరోధము (డ్రాగ్) 715, 717, 726, 754, 756, 758
నిరోధ సంధానము (రెసిస్టెన్స్ వెల్డింగు) 765
నిర్గమన కవాటము (ఎక్స్ హాస్ట్ వాల్వు) 153, 157, 217, 420, 421
నిర్గమన ద్వారము 155, 156
నిర్గమన మార్గము (లీడింగ్ ఛానల్) 480g
నిర్గమన వాయుగతి భారము 745
నిర్గమన వాయువులు 172, 745
నిర్జల (అన్ హైడ్రైడ్) అమోనియా 183, 262, 268, 274
నిర్జల ఆమ్ల (అన్ హైడ్రైడ్) ప్రేరకములు 215
నిర్జల ఆసిటిక్ ఆమ్లము 101
నిర్జల నౌకాశ్రయములు **481** చూ. నౌకాశ్రయ నిర్మాణము.
నిర్జలీకరణము 142, 226
నిర్ణయ సమితి (ట్రిబ్యునల్) 480f
నిర్దిష్ట పూర్ణాంకము (డెఫినెట్ ఇంటెగ్రల్స్) 278
నిర్దేశక కేంద్రము (డైరెక్టర్ ఎక్చేంజీ) 339, 400
నిర్దేశిత అస్త్ర విధానము (గైడెడ్ మిసైల్) 278
నిర్మాణ ఇంజనీరింగు (స్ట్రక్చరల్ ఇంజనీరింగు) 278
నిర్మాణములు 152, 202, 207, 230, 287, 303, 346, 430, 459, **481**, 485, 489, 495, 502, 513, 578, 581, 667, 676, 680, 696, 699, 705, 713, 760, 776, 788
నిర్మాణములు, ఉక్కు 484, **488**, 513
నిర్మాణములు – స్థలనిర్దేశము **148**
నిర్మాణ సామగ్రి 160, 161, 215, 224, 356, 416, 417, 480 c, 480 F, 481, 488, **495**, 498, 579, 695, 701
నిర్మాణ సిద్ధాంతము **505**
నిర్మాణాత్మక భూశాస్త్రము **125**, **514**, 515
నిర్మాణాత్మక యాంత్రిక శాస్త్రము (స్ట్రక్చరల్ మెకానిక్స్) 505
నిర్మాణాత్మక విశ్లేషణ (స్ట్రక్చరల్ ఎనాలిసిస్) 505
నిర్లవణీకరణ ప్రక్రియ 529
నిర్వాత గళని (వాక్యూము ఫిల్టరు) 188
నిర్వాతపు దెబ్బ 154
నిర్వాత ప్రదేశము (వాక్యూమ్) 153, 222, 229, 237, 267, 341, 367, 434, 443, 519, 614, 641, 689, 802
నిర్వాత బాష్పీకరణి(వాక్యూమ్ ఎవాపొరేటర్) 264
నిర్వాత బాష్పీకరణము 676
నిర్వాయు కరణము 438, 440
నిర్విద్యుదీకరించుట (డిస్చార్జి) 381
నిర్విరామ పద్ధతి 215, 295, 296, 299
నిలువు సొరంగము (షాఫ్ట్) 612
నిశ్చల మధ్య స్థానము (డెడ్ – సెంటర్ పొజిషన్) 153
నిస్తంత్రీ ప్రసారము 385 చూ. రేడియో ప్రసారము.
నీచ తాపక్రమ (లొలీ తెర్మల్) నిక్షేపములు 145
నీచశక్తి సోపానములు 649
నీటి చక్రము 10, 36
నీటి నమూనాల విశ్లేషణ 625
నీటి పారుదల 202, 346, **517**, 521, 526 చూ. డాములు.
నీటి ప్రవాహా మార్గములు (రిల్స్) 631
నీటి బాయిలర్ 783
నీటి బుగ్గలు 347, 359, 581
నీటిమార్గములు **517** చూ. నౌకాయానము.
నీటి వనరుల అభివృద్ధి – భారతదేశము **517**
నీటి వనరులు 48, 50, 229, 517

నీటి సమ్మెట (సుత్తి) (వాటర్ హేమర్) 356, 815
నీటి సరఫరా (వంటనీరు) **148**
నీడల్ బేరింగులు 839
నీతి శాస్త్రము 424
నీయాన్ 566, 627, 628
నీరా రిజర్వాయరు 57
నీరు - నీటి శోధన **527**, 614, 635
నీల ఖనిజములు 298, 770
నీలము 1 ̇7, 654
నీలలోహిత కిరణములు 132, 497
నీలిమందు (ఇండిగో) పరిశ్రమ 9, 17, 93, 521, 705, 710
న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ **530**, 557, 560, 639 చూ. పరమాణుశక్తి.
న్యూక్లియాన్‌లు 434, 558
నూతి పునాదులు 482, 571, 696
నూనెగనులు 165, 268, 314, 616, 622
నూనెలు - క్రొవ్వులు (అభక్ష్య, భక్ష్య) 310, **530**, 779
నూలు వడుకుట **533** చూ. వస్త్ర పరిశ్రమ.
నెపోలియన్ 37, 38
నెప్ట్యూనిస్ట్‌లు (నెప్ట్యూన్ - గ్రీకుల జల దేవత) 122
నెఫిలీన్ సైనైట్ 167
నెబ్యులర్ నేజర్ 17
నెమ్మదిగా దిగుట (సాఫ్ట్ లాండింగ్) 111
నెరుల్లన్ 307
నెసీఫోర్ నెపెక్ 416
నేట్ ఫైటరు విమానములు 109
నేట్రలైట్ 317, 772
నేత్రావతి నది 805
నేపియర్ గణితము 26, 46
నేఫ్తియానిక్ ఆసిడ్ 573
నేరో గేజ్ 680
నేలక్రింద పెంకులు తాచిన జలనిర్గమన మార్గములు 347
నేలబొగ్గు 5, 8, 37, 63, 80, 83, 84, 91, 97, 116, 125, 145, 147, 180, 181, 183, 186, 209, 221, 231, 232, 233, 234, 235, 247, 249, 302, 303, 304, 314, 437, 438, 439, 440, 451, 496, **533**, 536, 539, 558, 559, 561, 562, 592, 611, 657, 733, 788, 800
నేలబొగ్గు కర్బనీకరణము 177, 233, 234, 251, 304, 496, **533**
నేలబొగ్గు వాయువు (కోల్‌గాస్) 97, 98, 329
నేషనల్ ఇండస్ట్రియల్ డెవలప్‌మెంట్ కార్పొరేషన్ 108
నేషనల్ ఇన్‌స్ట్రుమెంట్స్ ఫ్యాక్టరీ 108
నేషనల్ రయాన్ కార్పొరేషన్ 89
నేషనల్ రీసెర్చి కౌన్సిల్ ఆఫ్ అమెరికా **131**
నేషనల్ సైన్స్ ఫౌండేషన్ (నేషనల్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్సెస్) 131
నైక్రోమ్ 335
నైగనిగ్యము (గ్లేజు) 22
నైగర్ 779, 780
నైటర్ 88, 89
నైట్రస్ ఆక్సైడ్ 562, 567, 568
నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ 88, 91
నైట్రిక్ ఆసిడ్ (నత్రికామ్లము) 88, **89**, 179, 83, 194, 262, 264, 265, 274 454, 473, 476, **536**, 538, 568, 591, 598, 710, 783, 786, 796
నైట్రేట్ 91, 263, 266, 269
నైట్రేట్ ఎస్టరు 473
నైట్రేట్ రయాన్ (షార్డానే విధానము) 454
నైట్రైట్‌లు 259
నైట్రో ఆనిలీన్ 260
నైట్రో ఎమీన్ 260
నైట్రో గ్లిసరీన్ 473, 475, 780
నైట్రోజన్ (నత్రజని) 89 **90**, 132, 154, 165, 180, 194, 215, 241, 261, 264, 268, 270, 274, 276, 302, 454, 456, 467, 470, 527, 536, 562, 579, 588, 627, 629, 649, 774, 783, 784, 797
నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ 476, 537, 783
నైట్రోజన్ ఎరువులు 82, 179, 261, 265, 270, 276
నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్ 473, 538
నైట్రోజన్ ద్రావణము 233
నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్ 473
నైట్రోజన్ యౌగికములు 250, 263
α-నైట్రో నాఫ్థలీన్ 260
నైట్రో ఫాస్ఫేట్ 92, 274
నైట్రో బెన్జీన్ 260, 565, 710, 711, 787
నైట్రో మీథేన్ 474
నైట్రోలైమ్ 264
నైట్రో సెల్యులో(జ్)స్ 71, 101, 102, 474, 798
నైట్రోసైల్ క్లోరైడ్ 537
నైట్రోసో బెన్జీన్ 260, 261
నైలాన్ 8, 82, 93, 101, 183, 452, 459, **539**, 587, 592, 648, 692, 706, చూ. ప్లాస్టిక్కులు.
నైలునది 15, 17, 48
నైవేలీ లిగ్నైట్ కార్పొరేషన్ 98
నోదనప్రేషము 669, 670
నోదన బలము 774
నోదనము (కంప్రెషర్) 576, 667, 668, 670, 671
నోబెల్, బెర్నార్డ్ ఆల్‌ఫ్రెడ్ **539**
నోరైడ్ (బోరాన్ కార్బైడ్) 178
నోవో-కెయిన్ 106
నోసిల్ 100
నౌకా నిర్మాణము 13, 500, **539**, 543, 544, 665
నౌకానిర్మాణము, వాస్తుశిల్ప శాస్త్రము **544** చూ. నౌకానిర్మాణము.
నౌకాయాన ఉపగ్రహములు 691
నౌకాయాన నిబంధనలు 544
నౌకాయాన పరికరములు 191, 333
నౌకాయానము **26**, 27, 43, 49, **77**, 206, 300, 358, 375, 410, 431, 451, 452, 517, 521, 526, 542, **544**, 550, 705, 781
నౌకాయానము- ఎలక్ట్రానిక్ ఉపకరణములు 284, 549
నౌకా రేడియో కేంద్రములు 593
నౌకాశ్రయ ఓడలు 539
నౌకాశ్రయ నిర్మాణము 481, **553** చూ. హార్బర్ ఇంజనీరింగు
నౌకాశ్రయములు 3, 309, 539, 550, 573, 802, 804, 806
నౌకా సరంగులు 540
న్యూకోమెన్ (1663-1729) 42, 43
న్యూక్లియర్ ఇంజనీరింగు 114
న్యూటన్ (మ. 1727) 23, 745, 789
న్యూటన్ (బలమునకు యూనిట్టు) 790
న్యూటన్ గణితము 25
న్యూ టెస్ట్‌మెంట్ 121
న్యూట్రాన్‌లు 172, 557, 560
న్యూట్రిన్ మిఠాయిబిళ్ల ఫ్యాక్టరీ 228
న్యూనసంతృప్త (అతిజారక)ములు 167
న్యూమాటిక్ ఇన్స్టిట్యూట్ లేబొరేటరీ 424
న్యూగాన్లు 280
న్యూస్‌ప్రింట్ కాగితము 81

న్యూసిరర్ 754

ప

పంకజ (సెడిమెంటరీ) పొరలు 514
పంకనిక్షేపణ (సెడిమెంటేషన్)ము 122, 124, 628
పంకములు (సెడిమెంట్‌లు) 122, 127, 142, 516, 627, 654
పంకశిల (సెడిమెంటరీ రాక్)లు 122, 134, 143, 164, 313, 321, 515, **553**, 599, 615, 626, 671, 770, 774
పంకాలు 2, 6, 213, 2 8
పంకీభవన ప్రక్రియలు **145**
పంకీభవనము 122, 146, 514, 627
పంక్తి కంపోజింగు (లైనో టైపు) 646
పంచదార 2, 9, 26, 81, 108, 184, 226, 344
పంచదార ఉత్పత్తి **554** చూ. చక్కెర
పంచమహాల్ 33
పంచ యోజనీయ శృంఖలా బంధనము 215
పంచాంగ కాలము (ఎఫిమెరిస్ టైము) 434
పంచింగు 652
పంచేత్ కొండ డాము 59
పంచ్ కార్డు 278
పంజర ఉన్నయనము 613
పంట్‌లు 480 d
పంట కాలువలు 342, 480f, 518, **554**
పంటనీటి వనరులు 19, 34, 48, 51, 59 114, 478, 480h చూ. నీటి పారుదల.
పంజా డాము 606
పంపకము (రిజనరేటర్ స్టౌవ్)లు 237
పంపానది 480
పంపింగు స్టేషనులు 347, 350
పంపు కవాటములు 288
పంప్డు స్టోరేజ్ స్కీమ్ 480f
పక్కారంగు 98
పగడపు పంక్తులు 134
పగడపు పురుగులు 139
పగులు (ఫాల్టు) 364, **554**, చూ. స్తరచ్యుతి.
పగులు లోయ (రిఫ్ట్ వాలీ) 149
పచన క్రియ (మెటబోలిజమ్) 629
పట్‌లా (పెళ్ళి చీర) 28
పటనాళము (పిక్చర్ ట్యూబ్) 410, 415
పటిక (ఆలమ్) 17, 36, 98, 780
పట్టకములు 333, 772
పట్టు (ఫైబ్రోయిన్) 214, 299, 555, 648, 706
పట్టు జిగురు (సెరిసిన్) 555
పట్టుపరిశ్రమ 26, 33, 82, 100, **554**, 711
పడవలు 33, 500, 532, 573
పడుగు (వార్ప్) 556
పడుగు - పేక 93
పతంజలి మహర్షి 342
పత్రము (ఫిల్మ్) 767
పత్రీకరణము (ఫోలియేషన్) 671
పదును పరచిన తారు ఆమ్ల తైలములు 808
పద్మ మహాల్ 33
పద్మరాగ లేసర్ 649
పనమా కాలువ 49
పప్పైరస్ 20
పయనీర్ - V 110
పరంజా కలప 586
పరంజాలు 480c, 480d, 585
పరంబికులమ్ - అళియార్ 523
పరమాణు కేంద్రకము 1, 557, 560, 729
పరమాణు గడియారములు 434
పరమాణు ద్రవ్యరాశి (అటామిక్ మాస్) 558, 559
పరమాణు ద్రవ్యరాశి యూనిట్లు (ప. ద్ర. యూ.) 558
పరమాణు రియాక్టర్‌లు 410
పరమాణు విదళనము (న్యూక్లియర్ ఫిషన్) 332, 557, 560, 733
పరమాణు విద్యుచ్ఛక్తి 7, 741
పరమాణు విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదకములు 763
పరమాణు విద్యుత్తు 725
పరమాణు విద్యుత్తు కేంద్రములు 355, 607
పరమాణు విలయనము (న్యూక్లియర్ ఫ్యూషన్) 557, 560, 561
పరమాణువులు 1, 141, 172, 215, 331, 442, 559, 561, 628, 648, 650, 780, 792
పరమాణు శక్తి (న్యూక్లియర్ పవర్) 45, 77, 133, 165, 315, 530, 544, **557**, 562, 572, 606, 676, 733, 772
పరమాణు శక్తి కమిషన్ (అటామిక్ ఎనర్జీ కమిషన్) 150
పరమాణు శక్తి కేంద్రములు 350, 529, 740
పరమాణ్వంకము (అటామిక్ నంబర్) 557
పరస్పర ప్రరోచన జన్య విద్యుత్తు చాలక బలము 732
పరావర్తన భూకంపన పద్ధతి 315
పరావర్తనము 607, 660, 673
పరావర్తిత (రిఫ్లెక్టెడ్) ఘటము 618
పరికర సామగ్రి 373, 585
పరిచా రిజర్వాయరు 57
పరిధి (రేంజి) 690
పరిపూరక ఆవిరి ఇంజను 218
పరిభ్రమణ స్విచ్చి 398
పరిమళ ద్రవ్యములు (కాస్మెటిక్) 2, 10, 26, 99, 216, 251, 303, 369
పరిమార్జకములు (డిటర్జంటులు) 787
పరిమితి శ్రుతిమిశ్రము (ఆంప్లిట్యూడ్ మాడ్యులేషన్) 414
పరివర్తకము (కన్వర్టర్) 538, 636
పరివర్తిత (సైన్ సాయిడల్) తరంగము 403
పరివర్తిత పౌనఃపున్యము 402
పరిశ్రమలు **35**, 227
పరీవాహ ప్రాంతము 633, 705
పరుపుడు పునాదులు 569, 570
పరోక్ష ఆర్ద్రి కారకములు 218
పర్మినెంట్ పచ్చ 573
పర్యాలోకన పద్ధతి 488
పర్వతోత్పాదక (ఆరోజెనిక్) చలనము 141, **142**
పర్శుకములు 540
పలక గాజు 94
పలక రాయి 311
పల్స్ 302, 377, 386, 392, 403, 412
పల్సింగ్ స్ప్రింగు 395
పళ్ళ చక్రము 385
పళ్లెములపై యాంత్రిక శబ్దలేఖనము 768
పవన భారము 489
పవర్ ఆల్కహాల్ 81, 103
పవర్ అవుట్ పుట్ 192
పవర్ లైన్ వోల్టేజి 445
పవర్ హౌస్ 438
పశ్చాద్విధానము (పోస్ట్ టెన్షనింగ్) 577, 578
పసుపునది డెల్టా ప్రాంతము 19
పస్టూర్ (విజ్ఞాని) 306
పాంగ్ డాము 522
పాంటో గ్రాఫ్ (విద్యుత్తు సాధనము) 285

పాండరాక్ (కోని ఫెరే రకములు) 371
పాంశేట్ ఆనకట్ట 57
పాకమధ్యము (కుకింగ్ లిక్కరు) 462
పాక యంత్రములు 188, 229
పాక్షిక ఆక్సీకరణ విధానము 181
పాఖాల సరస్సు 35
పాజిటివ్ ఫిల్ము 769
పాటు అల (నీప్ టైడ్) 549
పాణిని 31
పాతపట్టు రహదారి 27
పాతాళగంగ 5, 111, 125, 148, 152, 340, 358, **562**, 614, చూ. భూగర్భ జలము.
పాదరస ఘటములు (మర్క్యురీసెల్) 297, 762
పాయింట్ టైపు 642
పారదర్శకములు (వెలుతురు చొరనిచ్చునవి) 179, 319, 320, 333, 425, 594, 653
పారఫిన్ 249, 264, 579, 780
పార విద్యుతిక ఉష్ణవిధానము (డై ఎలక్ట్రిక్ హీటింగ్) 283
పార విద్యుదంకము (డై ఎలక్ట్రిక్ కాన్ స్టెంట్) 406
పారస్వనికములు (అల్ట్రా సానిక్స్) 765
పారా క్లోరో బెంజీన్ 711
పారా క్లోరో మెటా క్రెసోల్ 307
పారా నైట్రో ఆనిలీన్ 711
పారా టాల్యుయిన్ 216
పారాతియాన్ 105
పారా మాగ్నటిక్ స్ఫటికము 648, 649
పారా రోజానిలీన్ 709
పారిశ్రామిక ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము **562** చూ. ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము.
పారిశ్రామిక భూకంపన శాస్త్రము 571
పారిశ్రామిక వజ్రములు **592** చూ. వజ్రములు.
పారిశ్రామిక వాయువులు 174, 344, **562**
పారిశ్రామిక వాయువులు–ఆసిటిలీన్ 294
పారిశ్రామిక విప్లవము 2, 4, 23, 36, 38, 40, 48, 207, 217. 232
పారిశ్రామిక విప్లవము–ఆ తరువాత **37**
పారిస్ గ్రీన్ (కాపర్ ఆసిటో ఆర్సెనైట్) 104, 574
పార్చిమెంటు 459
పార్టికల్ బోర్డులు 462, 497,500, 501
పార్బిటాల్ 740
పార్శ్వంతిక తన్యతా ప్రతిబలము 243
పార్శ్వగమన యంత్రము (బై పాస్ ఇంజను) 750, 75[1], 752
పార్శ్వచలనము 577
పార్శ్వ బాండ్ విధానము 191
పాల్ ఎర్లిక్ (1854–1915) 106
పాల్ గెల్మో 106
పాల్ ముల్లర్ 104
పాల్–రాచెట్ మెకానిజమ్ 398
పాలపొడి ఫ్యాక్టరి 228
పాలరాయి 773
పాలవిరుగు (కెసీన్) 169, 298, 300, 456
పాలార్ నది 698
పాలిథీన్ 406
పాలిష్‌లు 369, 370
పాలీమర్ 248
పాలీ సాకరైడ్లు 368, 794
పాలీ హైడ్రాక్సీ ఫినోల్ 449
పాలీ హైడ్రాక్సీ బెంజీన్ 449
పాలుడ్రిన్ 106
పాస్ఫరైజేషన్ 533
పింగాణీ 37, 317, 325, 404, 471, 537, 677, 678, 773
పింగాణీ పరిశ్రమ 22, 35, **94**, 324, **568**, 597, 771
పిండి మరలు 36, 226, 271
పిక్రిక్ ఆసిడ్ 286, 474
పిగ్మెంటు బ్లూ 710
పిగ్మెంటులు 573
పిచ్ 464, 666
పిచ్‌కోకు 302
పిచ్‌బ్లెండ్ 145
పిచకారీ గొట్టములు 656
పిచకారీ (స్ప్రేయింగు) విధానము 678
పితికాంత్రపస్ 141
పియరీ సైమన్ 122
పిరమిడ్‌లు 4, 13, 18, 21, 481, 685
పిర్రోలిడీన్ 99
పివిట్ 378
పిస్టన్ ఇంజను 758
పిస్టన్ పంపు (రెసిప్రొకేటింగ్) 614
పిక్‌లోడ్ 64, 354
పీచుగాజు (ఫైబర్ గ్లాస్) 94, 101, 333
పీజోమీటరులు 636
పీజోవిద్యుత్తు 311
పీట్ 232, 233, 533, 569
పీడన గళనులు 528
పీల్చుట **568** చూ. అభిచూషణ.
పీల్చుడు దెబ్బ 153, 156
పీల్చుడు (సక్షన్) పంపులు 29
పునఃతాపకములు (రీ హీటర్) 219
పునఃప్రసారము (రిలే) 691
పునఃప్రసారిణి 387, 390
పునఃస్ఫటికీకరణము (రూపాంతరీకరణము) 316, 553
పునరావృత్తి (రీ సైక్లింగ్) 579
పునర్జననము (పాలింజెనిసస్) 672
పునర్జనిత ఉష్ణ – టర్బోజెట్ యంత్రము 749
పునస్సాధిత (రిక్లెయిమ్డ్) రబ్బరు 656
పునాది నిర్మాణము 696
పునాది శాస్త్రము (ఫౌండేషన్ ఇంజనీరింగు) 289, 495, 505, **568**, 571, 696
పునాదులు (పెరిమియబుల్ ఫౌండేషన్) 52, 202, 207, 303, 341, 357, 418, 431, 437, 480, 480 H, 482, 491, 498, 503, 568, 571, 593, 605, 636, 667, 687, 696, 775, 778
పురచరిష్ణు 22
పుర పాలక శాస్త్రము **572** చూ. ప్రజారోగ్యశాస్త్రము.
పురా అయస్కాంత (పేలియో మాగ్నటిక్) అనుశీలనము 619
పురా కాంబ్రియన్ (ప్రొటిరోజోయిక్) యుగము 139, 142, **146**, 362, 620
పురా జీవశాస్త్రము (పేలియంటాలజీ) **125**, 127, **137**
పురాతత్వశాస్త్రము 480
పురోగమన ఘాతము (ఫార్వర్డ్ స్ట్రోక్) 217
పులియబెట్టిన మాల్ట్ (అంకురించు బార్లీ) 227
పుష్‌పుల్ ఆంప్లిఫయర్ 201
పుష్యరాగము 772
పూతరంగులు (పెయింటులు) 179, 184, 303, 322, 365, 370, 486, 502, **572**, 575, 580, 740, 772, 781, 785, 797
పూతినిరోధక (ఆంటీసెప్టిక్) రసాయనము 106
పూరకము (ఫిల్లరు) 252, 655
పూరక వాయువు 467, 469
పూర్వ తన్యతీకరణము (ప్రీటెన్షనింగ్) 487, 488
పూర్వతాపకములు 252

పూర్వ ప్రపీడనము (ప్రిస్ట్రెస్డ్) 487
పూర్వప్రపీడిత (ప్రిస్ట్రెస్డ్) కాంక్రీటు 483, 504, **575**, 577, 579, 587
పూర్వ విధానము (ప్రీటెన్షనింగు) 577, 578
పృష్ఠ జలములు 521
పృష్ఠము (శిలావరణము) (క్రస్ట్) **131**, 618, 621, 627
పెంకులు 179, 325, 498, **579**, చూ. నిర్మాణ సామగ్రి.
పెంటేన్ 248
పెంటోడులు 192, 280, 294, 441, 444, 711
పెకర్లు 385, 386
పెగ్మటైట్ 145, 772
పెట్రో-కెమికల్ పరిశ్రమ 99
పెట్రో-రాసాయనిక ద్రవ్యములు 231
పెట్రో(ల్)లు ఇంజనులు 44, 77, 152, 200, 428, **579**, 730 చూ. ఆటో మోటివ్ ఇంజనులు.
పెట్రో(ల్)లు శోధన **100**
పెట్రోలాజికల్ సూక్ష్మదర్శని 318
పెట్రోలియమ్ 8, 46, 100, 112, 176, 180, 188, 215, 231, 234, 247, 250, 264, 294, 323, 456, 538, 562 **579**, 584, 591, 694, 781, 800
పెట్రోలియమ్ కోకు 232
పెట్రోలియమ్ రిఫైనరీగాస్ 262
పెడ్‌బూనా 657
పెద్ద ఆనకట్ట 34, 54, 55
పెన్‌ట్లాన్‌డైట్ 316
పెన్‌స్టాక్‌లు 59, 480e, 480f
పెన్నా ఆనకట్ట 206
పెన్నానది 431, 477, 526, 708
పెన్సిలిన్ 2, 82, 94, 106, 307
పెయింటులు 99, 282, 299, 300, 496, 500, 503, 532, 575, 677
పెర్ క్లోరేట్ 689
పెర్ వోమేడాము 50
పెరాక్సైడ్ 195, 574
పెరిడిట్ ఖనిజము 771
పెరిడోటైట్ 130, 167
పెరిప్లస్ మారిస్ ఎరిత్రే (అరుణ సముద్ర యాత్ర) 27
పెరియారు డాము 527
పెరియారు నది 57
పెర్కిన్ 97, 98, 105
పెర్మియన్ 139
పెర్లాన్ 456
పెల్లేడియమ్ 131, 260, 281, 599, 627, 659
పేక (వెఫ్ట్) 556
పేన్‌క్రోమాటిక్ 71
పేపర్ బోర్డు 171
పేరాచూట్ 345, 456, **580**, చూ. గుమ్మటము.
పేరాఫియా 104
పేరాసైడ్ డ్రాగ్ 758
పైప్‌లు 162, 166, 440
పైపు ఫౌండ్రీ 85
పైప్రక్క మేర (అప్పర్ సైడ్ బాండ్) 191
పైమన్ను (టాప్ సాయిల్) 630
పైరాక్సీన్ 168, 316, 323, 672, 771
పైరిటీస్ (ఐరన్ డై సల్ఫైడ్) 88, 145, 209, 251, 311, 315, 321, 325, 599, 783, 786
పైరిడీన్ 250, 303
పైరిత్రమ్ 104, 105
పైరోక్సిలీన్ 454
పైరోక్సనైట్ 167
పైరోలైట్ 362, 363
పైరో మెటా సోమాటిక్ నిక్షేపములు 145
పైరో లిగ్నస్ ఆసిడ్ 232, 464
పైలాన్‌లు 736
పైలె(ల)టులు (వైమానికుడు) 78, 550, 754, 756, 759
పొగఅలారమ్ 282
పొటాష్ 263, 331, 332
పొటాష్ ఎరువు **92**
పొటాష్ ఫెల్డ్‌స్పార్‌లు 168, 324
పొటాష్ లవణము 90, 145
పొటాసియమ్ 89, 135, 166, 178, 194, 207, 254, 261, 270, 276, 299, 300, 425, 434, 527, 627, 639, 740, 776, 779
పొటాసియమ్ అభ్రకము 772
పొటాసియమ్ ఆక్సైడ్ 92, 276
పొటాసియమ్ ఆర్గాన్ 127
పొటాసియమ్ కార్బొనేట్ 182, 563
పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ 92, 263, 273,
పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ 95, 568, 710
పొటాసియమ్ నైట్రేట్ 536
పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ 194, 308, 563, 710
పొటాసియమ్ మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ 276
పొటాసియమ్ లవణము 90, 112, 273
పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ 92, 133, 276
పొటాసియమ్ సిట్రేట్ 107
పొటాసియమ్ సిలికేట్ 472
పొటాసియమ్ సైనైడ్ ద్రావకము 378
పొడిప్లేటు (డ్రైప్లేటు) 243
పొడిమంచు (డ్రై ఐస్) 563
పొదుపు అర (ఎకనమైజర్) 440
పొయ్యి (ఫర్నేస్) 218, 221, 344
పొర్లుకట్టలు 809
పొలిఫిన్ ఇండస్ట్రీస్ సంస్థ 100
పొలిమరైజేషన్ 8, 102, 370, 456, 457, 579, 585, 590, 591
పోగర్లు 244
పోగులు (ఫిలమెంట్‌లు) 333
పోచంపాడు డాము 416
పోజిట్రాన్ 172
పోజిటివ్ డాగ్ టీత్ 340
పోజోలోనా సిమెంటు 34, 485
పోటీపద్ధతి కాంట్రాక్టులు 374
పోటు అల (స్ప్రింగ్ టైడ్) 549
పోడు సేద్యము 12, 631
పోత ఇనుము 30, 85, 199, 207, 219, 235, 241, 373, 481, 492, 502, 566, **580**, 602, 695, 787, చూ. ఇనుము, ఉక్కు.
పోప్ గ్రెగరీ XIII 25
పోర్ట్ - ఎయిల్‌రాన్ 755
పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటు 48, 96, 171, 485, 503
పోర్ట్ సైడ్ 545
పోర్టబుల్ షీట్ మెటల్ ఆవములు 464
పోలీ అక్రిలిక్ 452, 453, 458
పోలీ ఎతిలీన్ 82, 102, 452, 458, 497, 589, 591
పోలీ ఎమైడ్ 452, 706
పోలీ ఎస్టర్(రు) 101, 452, 459, 497, 589, 706
పోలీ ఎస్టర్ (రు) నారలు (టెరిలిన్, డెక్రాన్) 457
పోలీ ఎస్టర్ రెసిన్‌లు 102
పోలీ ఓలిఫైన్ 452, 458, 706
పోలీ టెట్రా ఫ్లోరో ఎతిలీన్ (టెఫ్లాన్)458
పోలీథీన్ 100, 268, 624
పోలిథీన్ ఫిల్ము 529
పోలీ నైట్రైల్ 458
పోలీ పెప్టైడ్ శృంగములు 367
పోలీ ప్రొపిలీన్ 102, 458, 497, 589

పోలీమ (మె)ర్‌లు 229, 588, 590, 591
పోలీమెథిల్ 497
పోలీమెథిల్ మెథ(క్రి)లేట్ 497, 591, 592
పోలీ యూరితేన్ 497
పోలీ వినైల్ 169, 452, 453, 458
పోలీ వినైల్ ఆసిటేట్ 497
పోలీ వినైల్ క్లోరైడ్ (పి.వి.సి.) 102, 497, 587, 590, 591
పోలీ సిలిసిక్ ఆసిడ్ 471
పోలీ స్టి (స్టై యి) రీన్ 102, 497, 587, 589, 592
పోలీ హైడ్రిక్ ఆల్కహాల్ 740
పోషక (ఫీడర్) కాలువ 659, 660
పోస్టువింటెల్ 776
పౌనఃపున్య తరంగములు 446
పౌనఃపున్య పరివర్తనము 388, 403
పౌనఃపున్య వోల్టేజి 283
పౌనఃపున్య మాపిను (ఫ్రీక్వెన్సీ మీటరు)లు 283
పౌనఃపున్యము (హెర్ట్జ్) 791
పౌనఃపున్య శ్రుతిమిశ్రము (ఫ్రీక్వెన్సీ మోడ్యులేషన్) 414
పౌనఃపున్య శ్రేణి 201
పౌర విమానయానము 78, 79
ప్యారీ కంపెనీ 103, 343
ప్యూమిస్ రాయి 164, 171
ప్రకాశ తీక్ష్ణత (క్యాండెలా) 791
ప్రకాశనము 466 చూ. దీప్తి.
ప్రకాశం బరాజు (కృష్ణానది) 204, 206
ప్రకాశస్రుతి (లూమినస్ ఫ్లక్స్) 465, 466
ప్రక్రియానియంత్రణ (ప్రాసెస్ కంట్రోల్) 279
ప్రఘాతము (త్రస్ట్) 743, 745, 746, 747, 749, 777
ప్రఘాత శక్తి 751
ప్రచార సాధనములు 20, **65**
ప్రజారోగ్యశాస్త్రము 572, **508**, 680
ప్రతికూలనమన బిందువు 511
ప్రతిక్రియా (రియాక్టరు) పాత్ర 182
ప్రతిఘాత టర్బయిను (ఇంపల్స్ రియాక్షన్ టర్బయిన్) 216
ప్రతి ప్రవాహ షాళనపద్ధతి 295, 296
ప్రతిబంధకత (కేరస్టరిస్టిక్ ఇంపీడెన్స్) 404
ప్రతిబలము (స్ట్రెస్) 485, 489, 491, 506, 510, 512, 541
ప్రతిబల విశ్లేషణ (స్ట్రెస్ ఎనాలిసిస్) 480d
ప్రతిరోధము 544
ప్రతిస్థాపిత (మెటా సోమాటిక్) రూపాంతరత 671
ప్రతిస్థాపిత శక్తి 355
ప్రతి స్పందము (ఎకోపల్సు) 661, 662
ప్రతీప పోషణము 448
ప్రత్తి 12, 96, 214, 705, 710, 795
ప్రత్తి నూలుదారములు 103
ప్రత్యక్ష ఆర్ద్రీకరణ పద్ధతి 214
ప్రత్యక్ష ఆర్ద్రీకారకములు 213
ప్రత్యక్ష తాపనము 442
ప్రత్యక్ష వర్ణద్రవ్యములు 707
ప్రథమ కాస్టికారకములు 296
ప్రథమ జీవక యుగము 142
ప్రథమ పంచవర్ష ప్రణాళిక (1951–56) **81**
ప్రదానము (అవుట్‌పుట్) 278, 338, 677
ప్రదాన స్థానము (సోర్స్) 252, 258
ప్రధాన చాలకము (ప్రైమ్ మువర్) 459, 733
ప్రధానదండము (ఆదానము) 339, 340
ప్రధాన పంపిణీ చట్రము 400
ప్రధాన ప్రకంపని (మాస్టర్ ఆసిలేటర్) 674
ప్రపంచమున పంటనీటి వనరులు **50**
ప్రపాత అభివృద్ధి 341
ప్రపాతవర్ధిని (కాస్కేడ్ ఆంప్లిఫయర్) 192
ప్రపీడనము 578
ప్రఫుల్లచంద్ర రే 80
ప్రబలిత (రీ-ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్) కాంక్రీటు 160, 356
ప్రమాణ కార్యములు (యూనిట్ ఆపరేషన్స్) 8, **584**, 585, 600
ప్రమాణ ప్రక్రియలు (యూనిట్ ప్రాసెసెస్) 8, 584, **585**
ప్రమాణ యూనిట్ 434
ప్రమాణ వివరముల గ్రంథము (డీటెయిల్ స్టాండర్డు స్పెసిఫికేషన్) 151
ప్రయాణ స్థావరము (లాంచింగ్ పాడ్) 692
ప్రయాణీకుల నౌకలు 539
ప్రరోచన ఉష్ణ విధానము (ఇండక్షన్ హీటింగ్) 283
ప్రరోచన మిథోఘట్టనము (ఇండక్టివ్ ఇంటర్‌ఫియరెన్స్) 405
ప్రరోచనము (ఇండక్టన్స్) 387, 407
ప్రరోచన వేష్టనము 394, 395
ప్రళయకాల ప్రక్రియ (కెటాక్లిజమ్) 123
ప్రవరా రిజర్వాయరు 57
ప్రవర్తకము (స్టార్టర్) 469
ప్రవర్ధక వర్ధకములు (ఆపరేషనల్ ఆంప్లిఫయర్) 279
ప్రవర్తకము (ప్రమోటరు)లు 195
ప్రవాహ ఘూర్ణకరణము 631
ప్రవాహ రిక్త బిందువు (స్టేగ్నేషన్ పాయింట్) 716
ప్రవాహయాంత్రిక శాస్త్రము (ఫ్లూయిడ్ మెకానిక్స్) 584
ప్రవేశక, నిర్గమన ద్వారము (పోర్ట్)లు 422
ప్రవేశ సాధ్యత (పెర్మియబిలిటీ) 407
ప్రష్యియన్ గ్రీన్ 574
ప్రష్యియన్ బ్లూ 573
ప్రసరణ (డిఫ్యూషన్) పద్ధతి 344
ప్రసార ఆకాశతంతువు (ట్రాన్స్‌మిటింగ్ ఏరియల్) 674
ప్రసారక ద్రమ్ము 389
ప్రసారక తంత్రులు 358, 733, 736, 775, 776
ప్రసారకము 380, 402, 550
ప్రసారిణి 385, 395, 403, 414, 673
ప్రస్ఫురణ దీపములు (ఫ్లోరోసెంట్ దీపములు) 469, 471
ప్రాంటోసిల్ 106
ప్రాంతీయ గ్రిడ్‌లు 353
ప్రాంతీయ చలనములు **141**
ప్రాంతీయ విద్యుత్తు మండలము (రీజనల్ పవర్ గ్రిడ్) 64
ప్రాక్ నిర్మాణములు (ప్రీ ఫాబ్రికేటెడ్ స్ట్రక్చర్) 161, 488, **585**, 586
ప్రాకృతిక అపఘర్షకములు 177, 178
ప్రాక్షేపిక అస్త్రములు 640
ప్రాగా టూల్స్ సంస్థ 107
ప్రాచీన జీవక (పేలియో జోయిక్) యుగము 138, 140, 143, **147**, 149, 362
ప్రాచీనయుగము (క్రీ. పూ. 3999 – 525) **19**
ప్రాపణము (కన్వెక్షన్) 252, 253
ప్రింటింగు 596
ప్రింటింగు టెక్నాలజీ 288, **587** చూ. ముద్రణ పరిశ్రమ.
ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్ 589, 676, 677, 678, 680
ప్రీ – ఫేబ్రికేషన్ నిర్మాణము **488** చూ. ప్రాక్ నిర్మాణము.

ప్రీ స్ట్రెస్డ్ (పూర్వప్రపీడిత) కాంక్రీటు 49, 483, 503, **507**, 697 చూ. పూర్వప్రపీడిత కాంక్రీటు.
ప్రీస్ట్రెస్డ్ కాంక్రీటు వంతెనలు 697
ప్రెషర్ బాయిలరు 10
ప్రెస్ పరికరములు 652
ప్రెసిషన్ ఇంజనీరింగు 41
ప్రేరిత E. M. F. 728
ప్రేరిత ఉత్సర్గము (ఎమిషన్) 648
ప్రేరిత విద్యుత్తు చాలకబలము (ఇండ్యూస్డ్ E. M. F.) 729, 732
ప్రేలుడు సామగ్రి 89, 99, 179, 303, 327, 612
ప్రేష పాత్రలు (ఆటోక్లేవ్‌లు) 220, 221, 249, 763
ప్రేష విద్యుత్తు (పీజో ఎలక్ట్రిసిటీ) 318
ప్రేష విమోచక కవాటము (ప్రెషర్ రిలీఫ్ వాల్వు) 356
ప్రైమరీ బిన్నులు 480c
ప్రైమరీ బ్యాటరీలు **95**
ప్రోటియోలిటిక్ (ప్రోటీన్ల విడగొట్టు) ఎన్‌జైమ్‌లు 367
ప్రొడక్షన్ ఇంజనీరింగు 247
ప్రొడ్యూసర్ గాస్ 234, 239, 262, 535, 564
ప్రొపిలీన్ 216, 233, 248, 458, 706
ప్రొపెల్ డ్రాగ్ 753
ప్రొపెల్లర్ ఇంజనులు 689, 746
ప్రొపెల్లర్ చక్రము 357, 744, 753
ప్రొపెల్లర్ (చోదక) దండము 198, 199, 339
ప్రొపెల్లర్ పంకా 334
ప్రొపెల్లర్ శక్తి 746
ప్రొపెల్లరు 77, 339, 544, 603, 743, 754, 756, 760
ప్రొపెల్షన్ 745, 752, 758
ప్రొపేన్ 233, 531, 564, 765
ప్రోగ్రెస్ రిపోర్టులు 374
ప్రోటాన్ 132, 557, 559
ప్రోటీన్ 91, 101, 112, 170, 194, 268, 298, 369, 449, 456, 705, 795
ప్రోటీన్ అడ్‌హెసివ్‌లు 170
ప్రోటీన్ గోదు 170
ప్రోటోప్లాజమ్ 306, 308, 449
ప్లంజర్లు 385
ప్లవన దండము 548
ప్లాజియోక్లేజ్ 167, 168, 672
ప్లాట్ ఫారమ్‌లు 703
ప్లాటినమ్ ఆక్సైడ్ 248
ప్లాటినమ్ - ఇరిడియమ్ 433
ప్లాటినమ్ - రోడియమ్ గాజు 537
ప్లాచెన్ క్రెడిల్ మిషను 643
ప్లానిటరీ గేర్ బాక్స్ 340
ప్లాను-స్థల సూచిక (ప్లాన్-పొజిషన్ ఇండికేటర్-P. P. I.) 602
ప్లానర్ నిక్షేపములు **145** 327, 599, 772
ప్లాస్టర్ ఆవ్ పారిస్ 171, 504
ప్లాస్టిక్ ఇమల్షన్ పెయింటు 503
ప్లాస్టిక్ ఉతకలు 513
ప్లాస్టిక్ పరిశ్రమ (పి. వి. సి.) 87, 96, 102, 283
ప్లాస్టిక్ (క్కు)లు 2, 37, 96, 100, 195, 216, 229, 241 , 268, 294, 370, 425, 454, 462, 483, 496, 500, 531, 569, 574, **587**, 592, 646, 677, 705, 740, 760, 775, 798, 799 చూ. కృత్రిమ దారములు.
ప్లాస్టిక్కు వస్తువుల తయారీ **102**
ప్లాస్టిసైజర్‌లు 215, 575, 588, 591, 797, 799
ప్లూటానిక్ రూపాంతర శిలలు 672
ప్లూటానిక్ శిలలు 166
ప్లేటో 25
ప్లైయోసీన్ 139
ప్లైవుడ్ 171, 299, 462, 486, 488, 497, 500, 501, 700, 701

ఫ

ఫర్ ఫరాల్ 456, 590
ఫర్త్ ఫోర్త్ వంతెన 697
ఫరాకా బరాజు 202
ఫలకము (ప్లేటు) 444, 448, 505
ఫలప్రాప్తి (గ్రైన్) 192
ఫాక్కామేశం విధానము 289
ఫాన్ లిబిగ్ 90
ఫాన్‌లు 439, 684
ఫారడ్ 726, 790, 791
ఫారడే, మైకేల్ 61, 62, **593**
ఫారమ్ ప్రూఫు 642
ఫారెస్ట్ లీ. డి. (1863 - 1961) **593**
ఫార్మాల్డిహైడ్ 102, 195, 270, 299, 369, 450, 456, 590
ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు 268
ఫార్మిక్ ఆసిడ్ 260
ఫార్మికా 700
ఫాసిమిలీ 287
ఫాస్ఫరస్ 748
ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ 211, 238, 272, 273, 276
ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ 252, 262, 263, 266, 273, 274, 331, 740
ఫాస్ఫేట్ 136, 245, 209, 269, 275, 320, 323, 528, 611, 628, 772
ఫాహియాన్ 31, 685
ఫిక్ చుక్కాని 755
ఫిక్సర్‌లు 652
ఫిజికల్ రీసెర్చ్ లేబొరేటరీ 607
ఫిబ్రిల్లేలు 759
ఫిర్ కొయ్య 501
ఫిరంగులు 30, 41, 305
ఫిరోజ్ షా 35
ఫిలమెంటు 201, 337, 409, 411, 415
ఫిలిఫ్ రైస్ 392
ఫిలిఫ్ వాన్ జోలీ 128
ఫీలేచర్ 556
ఫిల్టర్ ప్రెస్ 344, 454
ఫిల్టరులు 408
ఫిల్మ్ (ల్ము) 71, 82, 389, 468, 589, 595, 646, 770
ఫిల్మ్ పరిశ్రమ 288, 345
ఫిల్ముపై తేజో విధానముచే శబ్దలేఖనము 758
ఫిల్లరులు 171
ఫిల్లెట్ 671
ఫిల్లో సిలికేట్‌లు 324
ఫిష్డ్ (ఒకదానిలో నొకటి దూర్చుట) 669
ఫిషర్ - ట్రాప్స్‌చ్ విధానము 247, 249
ఫిషర్ - టోవర్స్ ప్రక్రియ 233
ఫీడ్ బాక్ (ఈల) 193
ఫీనిల్ 170, 250, 565
ఫీనిల్ గ్లైసీన్ 710
ఫీనిల్ మర్క్యూరీ ఓలియేట్ 460
ఫీనిల్ హైడ్రాక్సిల్ ఎమీన్ 260, 561
ఫీనోల్ 99, 102, 196, 215, 303, 449, 589, 787
ఫీనోల్ కార్బాలిక్ ఆసిడ్ 307
ఫీనోల్ ఫార్మాల్డిహైడ్ 497, 588, 590
ఫీనోల్ ఫార్మాల్డిహైడ్ ప్లాస్టిక్కులు 588
ఫీనోల్ - ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు 102, 171
ఫీనోల్ మెథిల్ ఈథర్ 216
ఫీనోల్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ 450

ఫినోలిక్ కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ 449
ఫినోలిక్ గుగ్గిలము 463
ఫినోలిక్ రెసిన్ 303, 500, 501, 608
ఫుల్‌స్కేప్ 643
ఫుల్టన్, రాబర్ట్ (1765 – 1815) **593**
ఫుల్లర్ మన్ను 773, 779
ఫూసైన్ 233
ఫెర్టిలైజరు **593** చూ. ఎరువులు.
ఫెర్డినాండ్ డి. లెస్సెప్స్ 49
ఫెర్డినాండ్ బ్రౌన్ 69
ఫెర్మీ 559
ఫెరాంటీ 62
ఫెరిక్ ఆక్సైడ్ 190, 574, 582
ఫెరిక్ క్లోరైడ్ 644, 780
ఫెర్రో కాంక్రీటు 669
ఫెర్రో కోకు 742
ఫెర్రో క్రోమియమ్ 743
ఫెర్రో టంగ్‌స్టన్ 743
ఫెర్రో మాంగనీస్ (సు) 85, 742, 743
ఫెర్రో - మొలిబ్డినమ్ 743
ఫెర్రో వెనేడియమ్ 743
ఫెర్రో సిలికన్ 741, 742, 743
ఫెల్ స్పాతాయిడ్‌లు 167, 325, 772
ఫెల్ స్పాతిక్ శిలలు 770, 773
ఫెల్డ్‌స్పార్‌లు (చంద్రకాంత శిలా స్ఫటికములు) 144, 167, 187 316, 324, 674, 771
ఫేక్సిమిలీ తంతి విధానము (ఛాయా చిత్ర తంతి విధానము) 389
ఫేజ్ పరివర్తనము 403
ఫేసింగు 651
ఫైబర్ గ్లాసు 333
ఫైబర్ బోర్డులు 462, 500, 501
ఫొనీషియన్‌లు 15, 16
ఫొనీషియా లిపి 20, 21
ఫోరమినా ఫెరా 134
ఫోటాన్ 172, 648
ఫోటాన్ కాంతి కణము 648
ఫోటో - ఆఫ్‌సెట్ పద్ధతి 74, 642, 644
ఫోటో ఎంగ్రేవింగ్ 73, 642
ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ సెల్ 645
ఫోటో కంపోజింగు యంత్రములు 74
ఫోటో కాస్టింగ్ మిషిన్ 646
ఫోటోగ్రఫీ **70**, 72, 82, 99, 243, 288, 466, **593**, 597, 619, 643
ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటులు 233, 593, 595
ఫోటోగ్రావ్యూర్ 644
ఫోటోగ్రావ్యూర్ (ఇంటాలియో) పద్ధతి 73, 74, 642
ఫోటో ట్యూబు ఆంప్లిఫయర్ సర్క్యూట్ (ఎ. సి.), (డి. సి) 281
ఫోటో తంతివిధానము (ఛాయా చిత్ర తంతి విధానము) 389
ఫోటో ఫిల్ములు 189, 455
ఫోటో ఫ్లాష్ 468
ఫోటోమాంట్‌లు 646
ఫోటో లితోగ్రఫీ 74
ఫోటోసెల్‌లు 6, 281, 389
ఫోనోగ్రాఫ్ 259, 287
ఫోమ్ కాంక్రీటు 504
ఫోర్స్‌డ్ సర్క్యులేషన్ పద్ధతి 114
ఫౌండ్రీలు (ఇనుపపోత కార్ఖానాలు) 471
ఫ్యాక్టరీలు 37, 40, 87, 105, 227, 245, 293, 343, 422
ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థా స్వరూపము (ప్లాంట్ లే అవుట్) 246
ఫ్యూజు 338
ఫ్యూరేన్ ద్రవములు 102
ఫ్రాంక్ లాయిడ్‌రైట్ 48
ఫ్రాంకల్ ప్రక్రియ 565
ఫ్రాంక్లినైట్ 361, 363
ఫ్రాయిడ్‌లిక్ సమీకరణము 175, 176
ఫ్రిచెట్ 394
ఫ్రిడ్జ్ హేబర్ 91
ఫ్రియాంట్ డాము 51
ఫ్రీడిష్ కెకులే 97
ఫ్రెంచి విప్లవము 24
ఫ్రెడరిక్ వలర్ **96**, 512
ఫ్రోయ్‌డెన్‌బర్గ్ 449
ఫ్లక్స్ (తేట) 14, 83, 235, 239, 241, 322, 600, 624, 739
ఫ్లక్స్ (స్యందము) 372, 373
ఫ్లాంగ్ (ముద్రణ) 643
ఫ్లాష్ డిస్టిలేషన్ (స్వేదన పద్ధతి) 114
ఫ్లెమింగ్, వామహస్త సూత్రము 738
ఫ్లై ఓవర్ 76, 687, 696, 698
ఫ్లైవీల్ 29, 216
ఫ్లోగోపైట్ 179, 711
ఫ్లోటింగ్ క్రేనులు 309
ఫ్లోరిన్ ఆక్సిడైజర్ 689
ఫ్లోరిన్ రిక్త ఫాస్ఫేట్ రాతిఎరువు 275
ఫ్లోరెసెంట్ తెర 415
ఫ్లోరైట్ (కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్) 317, 318, 322
ఫ్లోరో సిలికేట్‌లు 271
ఫ్లోరోసీన్ 709

బ

బంకమన్ను (మట్టి) ఖనిజములు 325, 770
బంకమన్నులు 94, 168, 202, 241, 299, 311, 328, 418, 480b, 480h, 554, **597**, 688, 698, 781
బంగారము 13, 24, 68, 113, 125, 145, 189, 207, 252, 299, 314, 320, 327, 362, 459, **598**, 600, 627, 659, 740, 781
బంధన దండము (టైరాన్) 161, 200
బకయంత్రము (రిటార్ట్) 534
బట్‌ఘర్ డాము 63
బట్‌జాయింటు 664, 700
బట్టల సోడాపొడి (సోడియమ్ కార్బొనేట్) 332
బట్టిన్‌సన్ ప్రక్రియ 365
బట్టీ (కొలిమి) 605
బట్రెస్సు డాము 480h, 571
బనస్‌నది 527
బయస్ వోల్టేజి 193, 202
బయోటైట్ (నల్ల అభ్రకము) 168, 178, 179, 324, 672, 771
బరకర్‌నది 523
బరమాలు 326, 701
బరాజులు 48, 50, 59, 202, 304, 342, 426, 451, 477, 518, 526, 572, 703, 810
బరోయా (కోపాల్ రకము) 371
బర్గ్‌లర్ అలారము 282
బర్జీలియస్ (1779–1884) 96
బర్నర్‌లు 88, 783
బర్మా ఆయిల్ కంపెనీ 100
బలపపు రాయి 611
బలరేఖలు 728
బలాస్ట్‌లు 469, 470, 670, 684
బల్లకట్టు (ట్లు) 12, 15, 460, 562
బసాల్ట్ (నల్లశానపు) శిలలు 130, 168, 618, 626
బస్సులు 46, 76, 109, 152, 189, 197 422, **600**, 688 చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు.
బహిరంతరితము 689
బహిరావరణము 131
బహిరుత్పన్న ఆవృత్తి (ఎక్సోజెనిక్ సైకిల్) 141, **142**, 627

బహిర్దహన ఇంజను (ఎక్స్టర్నల్ కంబశ్చన్ లేదా ఇ. సి. ఇంజను)152, 258
బహిర్ద్వారము (వెంట్) లు 205
బహిర్నిష్కాసకము (ఎలిమినేటర్) 213
బహిస్తమ ధూమ్యావరణము 630
బహుతల నిర్మాణములు 505
బహు పౌనఃపున్య విద్యుజ్జనకములు 388
బహుఫల బాష్పీకరణులు 188
బహురూపత (పోలి మార్ఫిజమ్) 319
బహుళార్థ సాధక ప్రాజెక్టు 416, 478, 518 520, 705
బహుస్రో° (స్రో°) తస్య శ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి ప్రసారము 404
బహుస్రో° (స్రో°) తస్యశ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి విధానము 386, 409
బహుస్రో° (స్రో°) తస్య శ్రవణ పౌనఃపున్య విధానము 384, 388
బహుస్రో° (స్రో°) తస్సు (మల్టిప్లెక్స్) విధానము 384
బాండ్ పాస్ ఫిల్టరులు 388, 402
బాంబరు 78
బాంబులు 371, **600** చూ. ఆటంబాంబు.
బాక్సైట్ 145, 177, 187, 188, 239, 663, 742
బాక్టీరియా 458
బాగజీ 344
బాచ్ విధానము 530
బాచింగ్ సాధనము 480b
బాటా (దామర్ రకము) (షోరియా)371
బానాస్ నది 524
బా. ని. మ.స్థానము 155, 157
బానెట్ 197
బాఫిల్ పరికరములు 603
బాబిలోనియన్లు 16
బాయిలర్ నీటి మట్టపు అలారమ్ 282
బాయిలర్(రు)లు 3, 45, 84, 116, 216, 220, 233, 253, 304, 344, 424, 438, 440, 527, 538, 567, 763
బారన్ జార్జి హౌస్మన్ 48
బారాక్ వంతెన 698
బారీ - దో - అబ్ కాలువ 53, 518
బాల్ జాయింట్ 548
బాల్సమ్ జిగురు 368
బాష్పతన్యత (వేపర్ టెన్షన్) 145
బాష్పతాప స్థాపకము 480
బాష్పశీల (ఆవిరియగు) ఘటములు 145
బాష్పీకరణము (ఇవాపొరేషన్) 234, 252, 266, 270, 297, 359, 575, 584, **600**, 601
బాష్పీకారకములు (ఇవాపరేటర్) 213
బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత (లేటెంట్ హీట్ ఆవ్ వేపరైజేషన్) 183, 601
బాష్పీభవనము (ఇవాపొరేషన్ - ఇగురుట) 134, 263, 360, 467, 584, 628
బాష్పోత్సర్గ దీపము 769
బాసిలికాన్ 31
బాస్క్యూల్ వంతెనలు 49
బాహ్య నిశ్చల మధ్య (బా. ని. మ.) స్థానము 153, 155, 157
బాహ్యబల విధానము (ప్రీస్ట్రెస్సింగ్ ఎక్స్టర్నల్లీ) 577
బాహ్య భారములు 506
బాహ్యశక్తి విస్తారిణి (ఔట్ పుట్ ఆంప్లిఫయర్) 674, 675
బిందుదీపములు 468
బిట్యూమినస్ బొగ్గులు 233, 495, 533, 668
బిదిరీ సామగ్రి 30
బి. బి. సి. (బ్రిటిష్ బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కార్పొరేషన్) 68
బిభ్రమిష 490
బియాస్ నది 50, 158, 522, 659
బిల్లెట్లు 241, 242
బిస్మార్క్ బ్రౌన్ 706
బిస్మత్తు (లు) 145, 226, 254, 372, 599, 627, 629
బీఛాంప్ పద్ధతి 261
బీజ విషయిక సమీకరణ సాధనలు 278
బీటా (β) కిరణములు (ఎలక్ట్రాన్) 174, 557
బీటాట్రాన్ 174
బీడు భూములు 60
బీమ్ 280
బీవాట్రాన్ 174
బుగ్గవాగుమట్టి డాము 480g, 480h
బుటనాల్ కిణ్వప్రక్రియ 563
బుటాడీన్ 8, 100, 497
బుటాడీన్ స్టిరీన్ 589
బుడగ టోపీ (బబుల్ కాఫ్) 286
బుడమేరు నది 763, 704
బున్సెన్, రాబర్ట్ విల్ హెల్మ్ (1811 - 1899) **604**
బుల్ డోజరులు 4, 82, 326
బూటా డైయీన్ 456, 457, 657
బూటిరెట్ 589, 798
బూటిలీన్ 216, 233
బూటేన్ 233, 765
బూనా రబ్బరు 657
బూస్టర్లు 197
బెంగాల్ ఐరన్ అండ్ స్టీల్ కంపెనీ 84
బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ 65
బెంటోనైట్ 569
బెండింగ్ మోమెంట్ 777, 778
బెట్వానది 524
బెతల్ (పూర్ణఘట) ప్రక్రియ 461
బెన్జిమిన్ సిలిమా 99
బెన్జిల్ 236
బెన్జిల్ క్లోరైడ్ 216
బెన్జిల్ సెల్యులోస్ 216
బెన్జీన్ 97, 98, 100, 195, 236, 251, 303, 307, 456, 474, 575, 592, 710, 711, 787
బెన్జీన్ డై అజోనియమ్ క్లోరైడ్ 708
బెన్జీన్ సల్ఫోనేట్ 711
బెన్జీన్ హైడ్రోకార్బన్లు 708, 710
బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ 711, 787
బెన్జోల్ 98, 534
బెరిల్ (గరుడపచ్చ) 144, 654
బె (బి) రిలియమ్ 599, 627, 629, 740
బెరైటిస్ (బేరియమ్ సల్ఫేట్) 323, 655, 656, 801
బెర్జియస్ 97
బెర్తొల్లాట్ 536
బెర్నోలీ (1700-1782) 714
బెల్ క్రాంకు లివరు 385
బెల్ట్ కన్వేయరు 480c, 480d
బెల్లపు పాకము (మొలాసెస్) 103
బెవెల్ గేర్ 46
బెస్సమర్ 42
బేక్లాండ్ 587
బేక్లైట్ 102, 337, 395, 441, 587, 590
బేకర్ 48, 110
బేట్వా కాలువలు 57
బేడిష్ అనిలిన్ అండ్ సోడా ఫేబ్రిక్ (B. A. S. F.) 179
బేరింగు (అక్షనాభి) 339, 420, 651, 724, 744
బేరియమ్ (Ba) 113, 135, 194, 425, 442, 559, 627, 740, 771

బేరియమ్ కార్బొనేట్ 104

బేరియమ్ సల్ఫేట్ 171, 573, 574

బేరియమ్ సల్ఫైడ్ 655

బేలన్స్ బాక్స్ 381, 383

బేవ్ (ఖర్వము = పదికోట్లు) లు 172

బేసిక్ అస్తరు 239, 241

బేసిక్ (క్షార) రిఫ్రాక్టరీ 239

బేసిక్ లెడ్ కార్బొనేట్ 573

బేసిక్ లెడ్ క్రోమేట్ 574

బేసిక్ లెడ్ సల్ఫేట్ 573

బేసిక్ స్లాగ్ 92, 270, 275

బైండ్ రివెట్లు 666

బైకార్బొనేట్ 527, 581, 582

బైకార్బొనేట్ ఆవ్ సోడా 87

బైక్రోమేట్లు 81

బైనాక్యులర్ 136

బైప్లేను 754

బైమెటల్ పద్ధతి 644

బైసల్ఫైట్ 567

బొంత ఇటుకలు 497

బొంబిక్స్ మోరీపట్టు 28, 555

బొగ్గుపొడి (ఆక్టివేటెడ్ కార్బన్) 278, 345, 531, 656

బొడ్డుతాడు (ఉమ్బ్లికల్ కార్డ్) 111

బోడో 380, 384

బోడో క్వాడ్రుప్లెక్స్ విధానము 386

బోడోముద్రణ తంతివిధానము 386

బోయింగ్ 758, 759

బోరాక్స్ (వెలిగారము) 170, 332, 460

బోరాన్ 90, 261, 425, 627,629, 772, 800

బోరాన్-ఉక్కు 560

బోరాన్ ట్రైక్లోరైడ్ 473

బోరిక్ ఆక్సైడ్ 331, 332

బోరిక్ ఆసిడ్ 308, 459, 460

బోరో సిలికేట్ గాజు 332

బోర్డో - మిశ్రమము (సున్నము - మైలుతుత్తము) 104, 105

బోల్టులు 47, 170, 492, 494, 699, 701

బౌద్ధావశేషములు 480

బౌల్ట (ల్ట) న్ 41, 43

బౌల్డర్ డాము 4

బ్యాటరీలు 67, 95, 156, 236, 313, 337, 365, 442, 612, 684, 712, 720, 792, 801

బ్యాఫిల్ రకపు లౌడ్ స్పీకర్లు 198

బ్యూరో ఆవ్ రిక్లమేషన్ సంస్థ 480

బ్రన్స్విక్ గ్రీన్ 573

బ్రహ్మపుత్రానది 134, 304, 517, 520

బ్రామా (జ. 1748) 41

బ్రాహ్మీలిపి 21

బ్రిటిష్ గ్రిడ్ సిస్టమ్ 63

బ్రిడ్జి డూప్లెక్స్ విధానము 383

బ్రీడర్ రియాక్టర్ 115

బ్రూనో (మ. 1600) 23

బ్రేక్ డ్రమ్‌లు 199

బ్రేక్ లీవర్ 47

బ్రేక్ సామర్థ్యము 681, 682

బ్రేకులు 199, 309, 549, 697

బ్రోచింగు మిషను 650

బ్రోమీన్ 112, 322, 627

బ్రోమైడ్ 594, 596

బ్రౌన్ పాచి 369

బ్లాక్ బైండింగు 169

బ్లాకులు (ముద్రణ) 72, 642, 646

బ్లీచింగ్ (పొడరు) చూర్ణము 80, 96, 306. 308, 707

బ్లూ ప్రింట్ 321, 426

బ్లూమింగు మిల్లు 86

బ్లేరియట్ 754

భ

భండార్థరా రిజర్వాయరు 57

భద్రావతి ఉక్కు కర్మాగారము **85**

భవన నిర్మాణము 22, **32**, 48, 179, 309, 481, 489, 492, 497, 500

భవానీ సాగరు ఆనకట్ట 418

భాక్రాడాము 3, 49, 416, 605, 606

భాక్రా-నంగల్ డాము **605**

భాటఘర్ సరస్సు (లాయడ్ డామ్) 57

భాభా అటామిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్ (కేంద్రము) 168, 562, **606**, 607

భారత గనిసంస్థ (ఇండియన్ బ్యూరో ఆవ్ మైన్స్) 150

భారత జియలాజికల్ సర్వే సంస్థ 150, 231, 360, 625

భారత దేశమున ఇంజనీరింగు పరిశ్రమ **107**

భారత దేశమున వంటనీటి వనరులు **51**

భారత దేశమున పారిశ్రామిక వికసనము **51**

భారత దేశమున విద్యుత్తు ఉత్పత్తి **63**

భార తన్యతా సంపీడనము 329

భారత భూతత్త్వ చరిత్ర సంగ్రహము **149**

భారము (లోడ్ రెసిస్టెన్స్) 193, 726

భారరేఖ (లోడ్ లైన్ 193)

భారవేష్టనము 282

భార స్ఫటిక మృత్తిక (హెవీ స్పార్) 323

భారీ డాముల యుగము **58**

భాస్వర ఆమ్లము 92, 270, 274

భాస్వర దీపము 466

భాస్వరపు ఎరువు (ఫ్యూజ్డ్ ఫాస్ఫేట్) 92, 270

భాస్వరపు కంచు (రాగి, తగరము, అల్పముగా భాస్వరము) 659

భాస్వరపు (ఫాస్ఫేట్) రాయి 270, 272

భాస్వరము 89, **92**, 135, 207, 239, 241, 261, 270, 275, 323, 376, 502, 627, 740, 742

భిలాయ్ ఫ్యాక్టరీ **86**

భీమాలు (బ్యాంకింగ్) 278

భూకంప కేంద్రము (ఎపిసెంటర్) 607

భూకంప దర్శని (సెస్మోగ్రాఫ్) 314

భూకంపన తరంగములు 128, 130, 314, 609, 610, 617, 621

భూకంపన శాస్త్రము (సైస్మాలజీ) 617, 620, 621

భూకంపములు 48, 130, 141, **143**, 160, 165, 516, **607**, 617, 668, 778

భూకంపములు - ఇంజనీరింగు నిర్మాణములు 572, **609**, 617

భూకక్ష్య 690, 691, 693

భూకాలమాన శాస్త్రము (జియోక్రోనాలజీ) 617, 621

భూక్షరణము 516, 630, 635, 801

భూగణితము (జియోడెసీ) 621

భూగర్భ ఖని పరిశ్రమ (అండర్ గ్రౌండ్ మైనింగు) 325, **611**. 535, 650

భూగర్భ జలములు 59, 113, 524, 581, 613, **614**, 622, 625, 801

భూగర్భ రైల్వేలు **616** చూ. రైల్వే నిర్మాణము.

భూతంతువు (ఎర్త్) 676

భూతల జలములు **134**, 615

భూ పరిభ్రమణములు **128**

భూపృష్ఠము 124, 130, 141, 166, 207, 325, 325, 364, 514, 571, 609, 620, 654, 671

భూప్రాదుర్భావము 121, **126**, 138, 148, **616**, 626

భూభౌతికపద్ధతులు 315, 364, 616, 650

భూభౌతిక శాస్త్రము 125, 150, 515, **616**, 621, 780

భూమి 4, **126**

భూమి-అంతర్నిర్మాణము, సంఘట్టనము **130**
భూమి-అయస్కాంత ధర్మములు **129**
భూమి ఆకార, పరిమాణములు **128**
భూమి-ఉష్ణ ధర్మములు **129**
భూమి-గురుత్వాకర్షణ **128**
భూమి వయస్సు 121, **123**, **127**
భూమి విమానములు (లాండ్ ప్లేన్) 755
భూమ్యంతర కేబిలు 402, 404, 408
భూమ్యాకర్షణ శక్తి 345, 395, 608, 632
భూమ్యావరణము 134, 141, 627,
భూరాసాయక ఖనిజ అన్వేషణ **622**, 629, 630
భూరాసాయనిక శాస్త్రము 125, 150, 316, 319, 515, **625**, 629
భూశాస్త్రము (జియాలజీ) 121, 131, 149, 150, 514, 616
భూశాస్త్రము ఉపవిభాగములు **124**
భూశాస్త్రము-చారిత్రక వికసనము **122**
భూశాస్త్రము-వినియోగములు **147**
భూశాస్త్రము - సంబంధిశాస్త్రములు **125**
భూసంతులన (ఐసోస్టాసీ) **124**, 517, 620
భూసరణము 633, 634, 635
భూసాంకేతిక శాస్త్రము **111**
భూసాంద్రత **128**
భూసారము 520, 632, 634, 703
భూసారరక్షణ 125, 359, 360, **630**, 702
భేద్యత (పెర్మియబిలిటీ) 615, 616
భేద్యపు పునాదులు (పెర్మియబుల్ ఫౌండేషన్) 204
భౌతిక, గత్యాత్మక భూశాస్త్రము **124**
భౌతిక శాస్త్రము 3, 23, 125, 148, 172, 247, 415, 442, 606, 740, 790
భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రము (జియోమాగ్నటిక్ ఫీల్డ్) 129, 618, 619
భ్రమణక క్షేత్ర ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము 730
భ్రమణకము (రోటార్) 172
భ్రమణ చక్రము (సెకనుకు సైకిలు) 722
భ్రమణ చలనము (రొటేషనల్ మోషన్) 157
భ్రమణ వ్యాసార్ధము (రేడియస్ ఆవ్ గైరేషన్) 512

మ

మంచి గంధపు (శాండల్ వుడ్) తైలము 436
మంచినీటి సరఫరా 57, 526, **635** చూ. నీరు, నీటిశోధన.
మంజీరనది 58, 582
మందిరపు పునాదులు 357
మందుగుండుసామగ్రి 1, 313, 375, 572
మగ్న చాపము 764
మగ్నిషియమ్ 90, 135, 166, 178, 189, 195, 207, 261, 319, 323, 373, 425, 466, 504, 527, 581, 627, 645, 652, 740, 743, 762, 770, 773, 780
మగ్నిషియమ్ ఆక్సీక్లోరైడ్ సిమెంటు 504
మగ్నిషియమ్ ఆక్సైడ్ 171, 504
మగ్నిషియమ్ కార్బొనేట్లు 187
మగ్నిషియమ్ క్లోరైడ్ 80, 133, 171, 209, 261, 504, 742
మగ్నిషియమ్ నైట్రేట్ 539
మగ్నిషియమ్ సల్ఫేట్ 133, 309, 536
మగ్నిషియమ్ సిలికేట్ 92, 177, 573
మగ్నిషియా 331, 382, 663
మజ్జ ఆల్కహాల్ 248
మజ్జామ్ల గ్లిసరైడ్లు 531
మజ్జామ్లము 248. 530, 531
మట్టి డాములు 416, 417, 808
మట్టి పని, త్రవ్వకము **635**
మట్టి, రాతి డాములు **635**
మడుచుట (ఫోల్డింగు) 169
మత్స్య సరసలు 366, 367
మదింపు (వాల్యుయేషన్) **637**
మధ్యపటల ఘటములు (డయాఫ్రమ్ సెల్) 762
మధ్యమ జీవక (మెసజోయిక్)యుగము 138, 140, 144, **147**, 149
మధ్యమ పౌనఃపున్య తరంగములు 376
మధ్యమ పౌనఃపున్యము (ఇంటర్మీడియేట్ ఫ్రీక్వెన్సీ) 414 675
మధ్యను పౌనఃపున్య విస్తారిణులు 414,
మధ్యయుగము (క్రీ. పూ. 524 క్రీ. శ. 1760) **23**
మధ్యరకపు పౌనఃపున్య వర్ధకము (ఐ. ఎఫ్. ఆంప్లిఫయర్) 192
మద్రాసు ఇరిగేషన్ కంపెనీ 56
మని ముత్తారు డాము 788
మయూరాక్షి నది 523
మరక గట్టని (స్టెయిన్‌లెస్) ఉక్కు. 788
మరగొర్రు (సీడ్ డ్రిల్లు) 4
మర దుష్టె (ఆర్కిమీడియన్ స్క్రూ) 4, 25
మరమగ్గము (పవర్ లూమ్) 38, 93, 94
మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్ ద్రావణము 308
మర్క్యూరీ - VI 111
మర్క్యూరీ ఘటములు 753
మలప్రభా నది 523
మల్టిపుల్ సిగ్నలు 551
మల్టిపుల్ స్పిండిల్ 651
మల్టిప్లెక్స్ టెలిగ్రాఫ్ పద్ధతి 259
మల్టి-ఎలక్ట్రోడు 712
మల్టి జెట్ కండెన్సరు 223
మసిపారని దీపము 259
మసిపొడి (లాంప్ బ్లాంక్) 97
మస్కొవైట్ (పొటాష్ అభ్రకము) 178, 324, 672, 771, 772
మహమ్మద్ షా 53
మహాకాయ సరీసృపములు 139
మహాకుడ్య నిర్మాణము 598
మహానది 59, 517, 520, 526, 703
మాంగనీస్ 90, 111, 113, 135, 145, 207, 238, 261, 312, 363, 502, 527, 531, 554, 573, 627, 740, 741
మాంగనీస్ ఆక్సైడ్ 238, 582
మాంగనీస్ ఆసిటేట్ 195
మాంగనీస్ కంచు (రాగి, తగరము, కొంచెము మాంగనీస్) 659
మాంగనీస్ డై ఆక్సైడ్ 710
మాంట్ గాల్ఫియర్ గుమ్మటము 754
మాంట్ మోరిల్లోనైట్ 325, 773
మాంటేగ్ - చెమ్స్‌ఫర్డ్ సంస్కరణలు (1921) 57
మాంట్రోనైట్ 598
మాగ్నటిక్ రికార్డింగు **638** చూ. శబ్ద లేఖనము, పునరుత్పత్తి.
మాగ్నటైట్ (ఐరన్ ఆక్సైడ్) 144, 168, 208, 235, 311 322, 362, 770
మాగ్నెటో ఎక్స్చేంజి 397
మాగ్నెటో హైడ్రో డైనమిక్స్ 116, **638**, 725, 733
మాగ్నెట్రాన్ 660
మాగ్నెసైట్ 145, 239, 505
మాగ్మా 112, 143, 162, 208, 316, 364, 627, **640**, 653, 774 చూ. అగ్నిపర్వతములు.
మాగ్మా ఇంజక్షన్లు 145, 146
మాగ్మా మెల్ట్ 770

మాగ్మాల (తప్తశిలా ద్రవ్యముల) స్ఫటికీకరణము 316
మాగ్మా శిలలు 136, 166, 316
మాచ్ ఖండ్ జలాశయము 416
మాట్రిక్స్ ప్లేటు 646
మాడ్యులేటర్ 224
మాడ్యులేటెడ్ సిగ్నలు 190, 446
మాతృద్రావణము (మదర్ లిక్కర్) 267
మాథ్యూ బౌల్టన్ 37
మాన దండములు 432
మాయా నేత్రము 441
మారినర్-II 111
మారు వైశాల్య లేఖనము (వేరియబుల్ రికార్డింగు) 769
మారు సాంద్రతా లేఖనము (వేరియబుల్ డెన్సిటీ రికార్డింగు) 769
మార్క్వెస్ట్ ఆర్. లెండిస్ 754
మార్కోని 70
మార్గము (రన్ వే) 79
మార్గాన్వేషక రాడార్ 641
మార్డెంట్ రంగులు 708, 709
మార్ఫిన్ 106, 107
మార్షలింగ్ యార్డ్ 680, 685
మాలకైట్ 317, 657
మాలతియాన్ 105
మాసోనైట్ బోర్డులు 463
మాస్టర్ నెగటివ్ 646
మిక్సర్లు (కలుపు యంత్రములు) 686
మిటర్ జాయింటు 700
మిథ్యావలయము(ఫాంటమ్ సర్క్యూట్) 408
మిమియోగ్రాఫ్ 259
మిల్లింగు కట్టర్ 652
మిల్లింగు మిషను 650
మిల్లీ అమ్మీటరు 466, 727
మిల్లులు (ఫ్యాక్టరీలు) 5, 339
మిశ్రధాతువులు 13, 24, 37, 42
మిశ్రమ విభాగిని (డిమోడ్యులేటర్) 674, 675, 676
మిశ్రితసంగ్రాహకములు (సంసర్గ సంగ్రాహకములు) 222, 223
మిసిసిపీనది 705
మిస్సైల్లు, గైడెడ్ (నియంత్రిత మార్గాస్త్రములు) 340, **640**
మీట (స్విచ్) 285
మీటరు (రిజిస్టరు) 396, 436, 692, 789
మీటరు (పొడవు) 433
మీథేన్ 165, 177, 181, 195, 329, 464, 564, 787
మీథేన్ వాయువు 181, 234
మీర్ ఆలం చెరువు 417
మీసాన్ 172
ముఖ తటాకము (ఫోర్ బే) 354, 357,
ముడత శిలలు 516
ముడి ఇనుము 14, 29, 83, 235, 502, 611
ముడి ఉక్కు 502
ముడి నూనె (క్రూడాయిల్) 99, 233, 539
ముడిపట్టు 103
ముతక కంబళి (కార్డురాయ్) 323
ముతక క్షవరు యంత్రములు 185
ముత్యము 653
ముదురు రంగులు 497
ముద్ద లోడింగు 407
ముద్రణ తంతి విధానము 259, 385
ముద్రణ పరిశ్రమ 36, 587, 593, **642** 677
ముద్రణ యంత్రములు 72, 73, 258, 288, 341, 642
ముద్రాణాభివృద్ధి **72**
ముద్రిత విద్యుద్వలయము (ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్) 740, 792
మురియాటిక్ ఆసిడ్ 425
మురుగు కాలువలు 440, 634, **648** చూ. జలనిర్గమన పద్ధతులు.
మురుగు గాస్ 234
ముషలకము (పిస్టన్) 42, 152, 156, 172, 189, 216, 222, 293, 420, 548, 743, 752
ముషలకయంత్ర ప్రకర్షావేశము (పిస్టను ఇంజను సూపర్ చార్జరు) 748
ముషిణివిత్తుల సారము (నక్స్ వామికా ఆల్కలాయిడ్) 107
ముస్సోరీ రివర్ బేసిన్(ముస్సోరీనదీలోయ ప్రాంతము) **51**
మూజువాణీ కాంట్రాక్టులు 374
మూడు పిన్నుల ప్లగ్ పాయింట్ 338
మూల ద్రవ్యములు 89, 90, 131, 136, 207, 208, 252, 261, 316, 654
మూలమట్టము (సెట్ స్క్వేర్) 425, 701
మూలానది 524
మూసకట్టి పోతపోయుట (కాస్టింగ్, మౌల్డింగ్) 244
మూసకట్టుట (షట్టరింగ్), (ఫారమ్ వర్క్) 161, 486, 586, 699
మూసలు 29, 36, 244, 320, 486, 578
మృణ్మయ సామగ్రి 17, 22
మృత్తిక శిలలు 554
మృత్తికా విజ్ఞానము (సాయిల్ ఇంజనీరింగు) 505
మృదు కాష్టము (మెత్తని కర్ర) 795
మెక్ డి. విట్ 111
మెకాడెమ్ 39, 686
మెకాడెమ్ రోడ్డు 686
మెకానికల్ ఇంజనీరింగు **4**, 7, **41**, 243, 247
మెకానికల్ కంపోజింగు (ముద్రణ) 645
మెకానిక్స్ **37**
మెగనీస్ 20, 27
మెగావాట్టు (ట్లు) లు 64, 218, 437, 440, 638, 734
మెగా సైకిళ్ళు 283, 552
మెగ్గర్ భూశోధకము 313
మెటలాయిడ్ 241
మెటలోగ్రాఫ్ 597
మెటా క్రెసోల్ బెన్జీన్ 307
మెటా డై ఎమీన్ 710
మెటా డై గాలిక్ ఆసిడ్ 450
మెటానిల్ ఎల్లో 706
మెటా ఫెనిలీన్ డై ఎమీన్ 708
మెటా బెన్జీన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ 711
మెటాల్ 595
మెటా సిలికేట్ 472, 473, 771
మెటా సిలిసిక్ ఆసిడ్ 471
మెట్టూరు డాము 58, 478, 518
మెట్రిక్ పద్ధతి 433, 436
మెతనాల్ 565, 567, 575
మెతిల్ 216, 250, 711
మెతిల్ అనిలీన్ 711
మెతిల్ ఆల్కహాల్ 195, 216, 232, 299, 464, 473
మెతిల్ జైనేట్ 655
మెతిల్ నైట్రేట్ 473
మెతిల్ మెతాక్రిలేట్ 592
మెతిల్ సెల్యులోస్ 799
మెతిల్ సైక్లో హెక్సేన్ 250
మెతిల్ హెక్సేన్ 250
మెత్తని (ఫ్లెక్సిబుల్) బైండింగు 168
మెయిస్టర్ లూసియస్ 106
మెర్ కాన్ టన్ 215, 350
మెరుగు (ఫినిషింగ్) 245

మెరైన్ ఇంజను 156
మెర్గాన్తలర్ 73
మెర్స్‌బర్గ్ జిప్సమ్ ప్రక్రియ 266
మెర్సెరైజేషన్ 705
మెర్క్యురీ ఆర్క్ రెక్టిఫయర్‌లు 723
మెలామీన్ రెసిన్ 501
మెలామీన్ ఫార్మాల్డిహైడ్ 459, 497
మెలికలు తిరిగిన తీగెచుట్ట (కోయిల్డ్ కాయిల్) 467
మెలితిరుగు (ఫ్లెక్సిబుల్) కార్డు 396
మెషీన్ రివెట్ 664
మెసోథెర్మల్ (మధ్యను తాప) 145
మేనిటాల్ 740
మేసనరీ డాము 49, 479, 480a, 480c 480e
మేసర్, లేసర్ **648**, 694
మైకేల్ జె. ఓవెన్ 101, 459
మైకేల్ ఫారడే (మ. 1857) 7, 726
మైక్రాన్(ను)లు 184, 284, 597
మైక్రో ఆంపియర్ 444, 727
మైక్రోఫిల్ము 235, 597
మైక్రో ఫోటోగ్రాఫులు(అతి సూక్ష్మ చిత్రములు) 72
మైక్రోఫోన్ 193, 393, 444, 673, 769
మైతన్ డాము 59
మైనపు(వాక్స్)పాలిష్‌లు 574
మైనములు 99, 170, 241, 306, 345, 370
మైనింగ్ అండ్ అల్లయిడ్ మెషినరీ కార్పొరేషన్ 108
మైనింగు ఇంజనీరింగు 231, 331, **650**
మైయోసీన్ 139
మైలార్ ప్లాస్టిక్ దారములు 459
మైలుతుత్తము (కాపర్ సల్ఫేట్) 88, 105, 170
మైసూర్ ఐరన్ అండ్ స్టీల్ వర్క్స్ 65
మైసూరు షుగర్ కంపెనీ 108
మొక్కల నమూనాల విశ్లేషణ 625
మొరుము 687, 686
మొలాసెస్ 344, 462
మొలిబ్డినమ్ 90, 145, 261, 627
మొలిబ్డినమ్ సల్ఫైడ్ 248
మొహొరోవిక్ విచ్ఛిన్నత 618, 626
మొహోలీ ప్రాజెక్టు 181., 618
మోక్షగుండం విశ్వేశ్వరయ 57, 58
మోటన (టార్షన్) తులాదండము 312
మోటనము (టార్షన్) 507, 669
మోటారుకారు - పరిణామరీతి **45**
మోటారు పరిశ్రమ **650** చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు.
మోటారు వే 688
మోటారు సైకిలు 48, 109, 197, **950** చూ. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగు.
మోడల్ గ్లైడర్ 754
మోడల్ టి. ఫోర్డ్ 47
మోనజైట్ 145, 770, 772, 781
మోనో అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ 274
మోనో ఆసిటిలిన్ 101
మోనో ఎతనాల్ ఎమీన్ 182, 563
మోనో ఒలిఫైన్ 248
మోనో కంపోజింగు 646
మోనో కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ 270
మోనో క్లోరో బెన్జీన్ 104
మోనో టవర్ క్రేనులు 480 c, 480 d
మోనో టైపు 73, 642, 646
మోనోమెర్ 195, 588
మోనో వినీల్ ఆసిటిలీన్ 101
మోనో హైడ్రేట్ 784
మోపెడ్లు 48, 109, 197
మోరిస్ జలాశయము 19
మోర్టారు సిమెంటు 480 e, 503
మోర్టైస్ టెనాన్ జాయింట్లు 700
మోర్టైస్ డవ్‌టెయిల్ 700
మోర్స్ 378, 384, 683
మోర్స్ ఇంకరు 384
మోర్స్ ఎంబోసర్ 384
మోర్స్ కోడ్ 65, 379, 385, **650** చూ. టెలిగ్రాఫు.
మోల్డింగ్ పొడి 455
మౌంట్ పాలమర్ వేధశాల 62, 333
మౌలిక యూనిట్ 436
మ్యాక్ సంఖ్య (మ్యాక్ నంబర్ - ఎర్నెస్ట్ మ్యాక్) 714, 719
మ్యాపు డ్రాయింగు 230
మ్యూరేట్ ఆవ్ పొటాష్ 92
మ్యాసిలేజ్‌లు 170, 368
మ్యూల్ స్పిన్నర్ (ముస్లిన్ వీల్) 305
మ్లానము (ఫేడింగు) 391

య

యంగ్ స్థితిస్థాపక గుణకము (మాడ్యులస్) 668
యంత్రఖని త్రవ్వకము 331, **650** చూ. ఖని పరిశ్రమ.
యంత్ర పరికరములు (మెషిన్ టూల్స్) 2, 5, 41, 81, 107, 112, 257, **650**, 694
యంత్రించుట (మెషినింగ్) 244
యథాదర్శన (పెర్‌స్పెక్టివ్) డ్రాయింగు 230
యమునానది 54, 341, 518, 526, 659
యల్లాప్రగడ సుబ్బారావు (1893-1948) 106
యాంగ్‌సీనది 19, 51
యాంత్రిక కంపోజింగు 646
యాంత్రిక కార్యకరణము (మెకానికల్ వర్కింగ్) 241
యాంత్రికపద్ధతు (మెకానికల్‌కీబోర్డు)లు 72, 162
యాంత్రిక పని (మెకానికల్ వర్క్స్) 216, 217, 258
యాంత్రికముగా అక్షరముల కూర్పు **73**
యాంత్రిక ముద్రణ **73**
యాంత్రిక శక్తి 61, 152, 222, 336, 351, 422, 643, 738, 743
యామ్యోత్తర రేఖ 433
యూస్టు 134, 251, 274
యుగ్మపు బిభ్రమిష 670
యుగ్మము (కపుల్) 670
యుద్ధనౌకలు 305, 539
యుద్ధ విమానములు 751
యునెస్కో సంస్థ 359
యురేనియమ్ 127, 252, 314, 560, 562, 606, 740
యురేనియమ్ కేంద్రకము 559
యురేనియమ్ ఖనిజము 210
యురేనియమ్, థోరియమ్ **652**
యురేనియమ్ పరమాణు కేంద్రకము 557, 559
యూజిన్ డూ బాయ్ 141
యూనిట్ కేలోరి 335
యూనిట్ జౌల్ 335
యూనిట్ భారభాజక ఘటకము (యూనిట్ లోడ్ ఫ్యాక్టర్) 351
యూనిట్‌లు 7, 182, 198, 253, 255, 311, 342, 357, 431, 440, 454, 465, 588, **653**, 724, 741, 789, 791 చూ. తులామానములు; సిస్టమ్ ఇంటర్నేషనల్ యూనిట్లు.
యూనిట్ హీటర్‌లు 428, 429
యూనియన్ కార్బైడ్ (సంస్థ) 100
యూనివర్సల్ జాయింటు 339
యూనీ సెలక్టరు 399, 400
యూఫ్రటీస్ నది 19, 34, 694
యూరితేన్ 589

యూరియా 3, 82, 90, 102, 179, 182, 262, 265, 562, 589, 590, **653** చూ ఎరువులు.
యూరియా ఫార్మ్ 270
యూరియా-ఫార్మాల్డిహైడ్ 102, 459, 497, 501
యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ ప్లాస్టిక్కులు 588
యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్‌లు 102, 171, 182, 590
యోజన సమితి (ప్లానింగ్ కమిషన్) 40
యోజనీయతా ఎలక్ట్రాన్ 434
యౌగికములు 203

ర

రంగు గాజు 332, 652
రంగు ఫోటోలు 645
రంగు ముద్రణ 643, 645, 648
రంగులు 2, 8, 151, 177, 215, 251, 368, 536, 655, 701, 740 చూ. వర్ణద్రవ్యములు.
రంపపుపొట్టు బోర్డులు (సా డస్ట్ బోర్డులు) 462
రక్తచందనము (రోజ్‌వుడ్) 460
రక్షకదీపము 424, 425
రక్షణ నౌకలు 541
రజతము 71, 768
రజత మిశ్రిత సీసము 365
రజత లవణముల మిశ్రమము (ఇమల్షన్) 71
రజ్జు మార్గము (రూవ్‌వే) 480d
రత్నగిరి డాము 788
రత్నములు 125, 187, 323, **653**, 773
రన్‌వే 552, 553, 759, 761
రబుల్ ప్లాట్‌ఫారమ్ 480 d
రబ్బరు 8, 76, 104, 170, 212, 259, 266, 286, 297, 303, 325, 334, 370, 390, 404, 458, 464, 580, 591, 655, 692, 740, 768, 773
రబ్బరు పరిశ్రమ **654**
రయస్థాపక (సీరిస్ రయోస్టాట్) శ్రేణి 282
రయాన్ (నారపట్టు) 82, 103, 214, 294, 453, 462, 591, 705, 781
రవాణా నౌక 539, 540
రవాణా సౌకర్యములు12, 27, 44, **74**, 84, 686, 754
రసఘటము (మర్క్యురీసెల్) 87
రసవాద యుగము 88
రసస్తంభము 265
రహదారి వంతెన 204, 305
రాంకినీ ఆవృత్తి 258
రాకరు పిన్నులు 385
రాకెట్ ఇంజను 580, 640, 690
రాకె(ట్)ట్టు 7, 109, 340, 432, 641, **657**, 689, 694, 740 చూ. రోదసీ విజ్ఞానము.
రాగి 14, 22, 30, 90, 111, 125, 135, 145, 184, 194, 207, 215, 248, 251, 260, 285, 314, 320, 361, 373, 404, 442, 459, 481, 502, 524, 598, 602, 624, 644, 657, 665, 677, 733, 740, 768, 786
రాగి ఖనిజములు 14, 209, 320, 361, **657**
రాగి తాపడము (కాపర్ సీలింగ్) 480c
రాగి నిక్షేపములు 147, 315, 363, 658
రాగి పైరిటీస్ (కాపర్ సల్ఫైడ్) 782
రాజస్థాన్ కాలువ ప్రణాళిక 522, **659**
రాట్నము (జెన్నీ) 207, 305
రాడార్ (రేడియో డిటెక్షన్ అండ్ రేంజింగ్) 2, **70**, 225, 287, 410, 544, 550, 641, 650, **660**, 780
రాడార్ బీకన్ (రెకాన్) 550
రాడార్ రెస్పాండర్ బీకన్ 552
రాడార్ స్క్రీన్ (తెర) 553
రాణా ప్రతాప సాగరు డాము 114, 300, 341, 342, 522
రాణి మంగమ్మ శాల 685
రాతి ఉప్పు 311, 322, 554, 611
రాతి కట్టుడు (మేసనరీ) డాములు 49
రాతి కట్టుడు (ఇటుక) నూతులు 581
రాతి డాములు 416, 418, 480 h, 571
రాతి నార (అస్‌బెస్టాస్) 125, 762
రాబర్ట్ ఆర్. లివింగ్‌స్టన్ 593
రాబర్ట్ ఎచ్. గోడార్డ్ 110
రాబర్ట్‌గ్రాస్ టెస్టీ (మ. 1253) 23
రాబర్ట్ బక్కి 74
రాబర్ట్ బోయిల్ 23
రాబర్ట్ లార్జి 288
రాబర్ట్ హుక్ 23
రాబీ పంటలు 660
రామ్‌గంగా 522
రామ్‌జెట్ 690, 755, 758
రామప్ప సరస్సు 35
రామిసెస్-II 22
రాయల్ ఇ. హౌస్ 385
రాయల్ ఎయిర్‌ఫోర్స్ 78
రాయల్ ఫ్లయింగ్ కోర్ 78
రావి (మేడర్) 98, 526
రావినది 50, 53, 158, 659
రాష్ట్రీయ రహదారులు (స్టేట్ హైవేస్) 686
రాసాయనిక ఇంజనీరింగు **79**
రాసాయనిక ఇంధనము **662** చూ. ఇంధనములు, ఉపోత్పన్నములు.
రాసాయనిక (పు) ఎరువులు 3, 9, 10, 80, 90, 104, 252, 261, 270, 275, 375, 536, **662**, 781, 786, చూ. కృత్రిమ ఎరువులు.
రాసాయనిక ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి వికసనము **86**
రాసాయనిక పరిశ్రమ 9, 79, 251, 294, 333, 562, 585, 601, 781
రాసాయనిక వైకాన్ గాజులు 332
రాసాయనిక శాస్త్రము 7, 8, 23, 80, 125, 250, 424, 606, 641
రింగింగు కీ 397
రింగు బైండింగు 169
రికాబులు 669
రికార్డింగ్ తంతి విధానము 378
రికార్డింగ్ యంత్రము 313
రికార్డు 385, 400, 597, 768
రిగ్‌లు 616
రిచర్డ్ ఆర్క్‌రైట్ 37
రిచర్డ్ ట్రావిత్ 433
రిజర్వాయరు 56, 107, 342, 353, 410, 430, 451, 477, 480g, 527, 614, 633, 705, 775, 814
రిజార్సినాల్ 709, 711
రిజార్సినాల్ నాఫ్థాల్ 787
రిటార్ట్(ర్టు)లు 97, 365, 464, 535, 567
రిఫైనరీలు 181, 343
రిఫైనరీ వాయువులు 580
రిఫ్రాక్టరీ ఇటుకలు 236, 239
రిఫ్రాక్టరీలు 82, **94**, 181, 325, 332, **662**, 772
రియాక్టరు 249, 280, 357, 560, 606
రియాక్టివ్ రంగులు 707
రివెట్ (మేకుబంధి) 47, 199, 221, 401, 494, 507, 664, 678
రివెటింగ్(గు) 10, 170, **664**, 665
రివెటెడ్ జాయింటులు 666, 667
రివెర్స్ ఐడ్లర్ 339
రిసినోలిక్ ఆమ్లపు గ్లిసరైడ్ 532

రిసీవరు 410, 412, 414, 415
రీ ఇన్ ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు 48, 206, 228, 480 a, 480 g, 482, 485, 498, 503, 575, 585, 606, **667**, 670, 697, 775, 789
రీజనరేటివ్ బ్రేక్ పద్ధతి 681, 682
రీమింగు 651, 652
రీయాక్షన్ ఇంజను 689
రీ హింద్ నది 355, 527
రుడాల్ఫ్ డీసెల్ 76, 420
రుద్ధావృత్తి (కట్ ఆఫ్) 407
రుద్రసాగర్ 206
రుబిడియమ్ 113, 604, 627
రుబిడియమ్ – స్ట్రాన్షియమ్ 127
రూట్ సెట్టింగు 683
రూప తరంగములు 410, 414
రూపాంతర ఖనిజములు 770, 772
రూపాంతర శిలలు 136, 312, 321, 599, 615, **671**, 770, 774
రూపు దిద్దుట (ఫార్మింగు) 244
రూర్కెలా ఉక్కు కర్మాగారము **85**
రెండు కండీల అక్షీయ సంపీడన టర్బోజెట్ **749**
రెండు కండీల అధిక్షేప టర్బోప్రాప్ 753
రెండు కండీల అధిక్షేప నివృత్తి టర్బోజెట్ ఇంజను 753
రెండు కండీల టర్బోజెట్ ఇంజను 750
రెండు కండీల టర్బోప్రాప్ ఇంజను 752, 753
రెండు దెబ్బల ఆవృత్తి 154
రెండు దెబ్బల (టూ స్ట్రోక్) ఇంజను 152, 422
రెకాన్ 550
రెక్క (ఎయిరోఫాయిల్) 716, 755, 756, 757
రెక్టిఫయర్ 285, 409, 442, 723, 802
రెక్టిఫికేషన్ 446, 802
రెక్టిఫైడ్ స్పిరిట్ 103
రెగ్యులేటరులు (తలుపులతో కూడిన ఆనకట్టలు) 54, 336, 431, 480 h
రెగ్యులేటింగ్ ట్రాన్స్‌ఫార్మరు 197
రెట్రో రాకెట్టు 694
రెనేట్ కెసిన్ 299
రెఫ్రిజరేటరు (శీతలీకరణయంత్రము) 6, 77, 335, 430, 589
రెల్లు (పపైరస్) 15
రెవల్యూషన్ కౌంటర్ 800
రెసిన్‌లు (మెలామీన్) 102, **170**, 183, 215, 241, 303, 345, 368, 370, 461, 503, 531, 582, 592, 647, **672**, 701, 797 చూ. జిగురులు, రెసిన్‌లు.
రెసినేట్ 574
రేఖీయ వ్యాకోచన గుణకము 429
రేచక గొట్టము 690
రేడియమ్ 252, 320
రేడియల్ గేటులు 342, 480 a, 808
రేడియేటరులు 334
రేడియో 6, 63, 82, 102, 192, 202, 287, 335, 402, 410, 441, 589, 590, 641, 672, 676
రేడియో ఆంప్లిఫయర్ 674
రేడియో ఆకాశతంతువు (ఏరియల్) 54
రేడియో కిరణగ్రాహక పరికరము 641
రేడియో ఖగోళశాస్త్రము 649
రేడియో గ్రాహకము 192
రేడియో టెలిగ్రఫీ 67, 68
రేడియో టెలిగ్రాఫు – రేడియో టెలిఫోను **67**
రేడియో తరంగములు 70, 132, 443, 648, 672, 733
రేడియో దిక్సూచి 551
రేడియో ధార్మికత (క్యూరీ) 127, 410, 517, 621, 630, 792
రేడియో ప్రసారములు 2, **68** 132, 159, 288, 391, 410, **672**, 713, 765, 736, 794
రేడియో ఫ్రీక్వెన్సీ ఆంప్లిఫయర్ 444, 674
రేడియో లీకనులు (రెకాన్) 550
రేడియో వార్తా ప్రసారము (రేడియో కమ్యూనికేషన్) 67, 685
రేడియో వాల్వులు 179, 265, 415, 441, 677, 711, 763, 794
రేడియో సమస్థానీయము (రేడియో ఐసోటోప్) లు 115
రేనాల్డ్సు అంకము 713, 714, 813
రైన్ నది 34
రైలు ఇంజనులు 1, 37, 43, 77, 81, 108, 216, 222, 422, **680**, 685, 763 చూ. ఆవిరి రైలు ఇంజనులు.
రైలు పెట్టెలు 102, 212, 222, 248 279, 285, 500, 504, 680, 682
రైలుమార్గములు 2, 27, 48, 74, 222, 404, 437, 480 a, 498, 680, 696
రైల్వే ఇంజనీరింగు 5, **680**, 684
రైల్వే వంతెనలు 49, **685**, 696 చూ. వంతెనలు.
రొట్టెల పరిశ్రమ 226, 228
రోజర్ బేకన్ (? మ. 1294) 23
రోటరీ గళని 296
రోటరీ మిషను 73, 648
రోటార్ 79, 546, 730
రోటో గ్రావ్యూర్ 74, 644
రోడ్డు నిర్మాణము 252, **685**, 688, 696
రోడ్ల తారు 98, 302, 304
రోడ్లు (డ్డు) 4, **33**, 45, 76, 148, 151, 197, 230, 314, 404, 437, 440, 498, 504, 568, 611, 650, 686, 694, 754
రోదనద్రుమము 655
రోదసీ (అంతరిక్షము) 641, 688, 690, 691, 801
రోదసీ ఇంజనీరింగు 3, 42, 70
రోదసీ యానము 693, 715, 722
రోదసీ విజ్ఞానము 410, 432, 657, **688**
రోమన్ సామ్రాజ్యము (క్రీ. శ. 395–627) 23
రోల్‌ఫిల్మ్ (ఫిల్మ్ చుట్ట) 71, 248
రోల్‌ఫిల్మ్ కెమేరా 71, 243
రోసిన్ ఫ్లక్సులు 373
రోసిన్‌లు 170, 171, 264, 370, 779
ర్యాలీ తరంగములు 617

ల

లంగర్లు 107, 541, 545
లంబ రేఖాంకిత విక్షేపక (ఆర్థోగ్రాఫిక్) డ్రాయింగు 230
లక్క 96, 102, 368, 370, 503, 580, 677, 678, 798
లక్నవరం సరస్సు 35
లర్జీప్రక్రియ 181 చూ. స్థిరతల్ప ప్రక్రియ
లవణములు 71, 90, 104, 133, 194, 266, 274, 289, 297, 345, 367, 504, 527, 579, 589, 630, 706
లాంచ్‌పాడ్ 110
లాండింగ్ గేర్ 755, 756
లాంప్ హోల్డర్ అడాప్టర్ 337
లాకులు 206, 350
లాక్టిక్ ఆసిడ్ 299, 373
లాగరదమ్ 26
లాటరైట్ 145, 498
లానిటాల్ 101, 455, 456
లాన్గ్‌మ్యూర్ సమీకరణము 175
లావ్‌లాన్ 122, 126, 377

లాపిస్‌లాజులై (ఇంద్రనీల) మార్గము 34
లాప్ జాయింటు 664
లాబ్రాడోరైట్ 317, 771
లామ్ డోంగ్రి 807
లామినేటెడ్ బోర్డు 700
లాయిడ్ డాము 418
లారిల్ ఆల్కహాల్ 248
లార్డ్ స్టాన్‌హోప్ 72
లాల్ బహదూర్ కాలువ 480 h
లావా 149, 162
లావెండర్ నూనె 71
లావ్వాజ్యే (1743-93) 96, 424
లింజ్-డోనావిట్జ్ కన్వర్టర్లు 86
లింజ్ డోనావిట్జ్ (ఎల్. డి.) పద్ధతి 10, 86, 241
లింటరులు 453, 455
లిండే పద్ధతి 565
లింబర్గైట్ 167
లిక్కర్ అమోనియా 261
లిఖితము (రికార్డు) 770
లిగ్నిన్ 462, 463, 499, 796
లిగ్నైట్ 232, 524, 533
లిథియమ్ 135, 178, 331, 627, 740
లిథియమ్ సిలికేట్ 471
లిథోగ్రఫీ 74, 643
లిథోఫైల్ 627, 628
లినోటైపు 78, 642
లినోయ్‌నేట్ 574
లినోలియమ్‌లు 299, 303, 370, 574
లిన్సీడ్ ఆయిల్ 169
లిఫ్టులు 2, 7, 160, 613, 739, 756, 760
లియోనార్డో డా విన్సీ (1452 - 1519) 4, 24, 36, 109, 754
లియోపోల్డ్ గోడో విస్కీ 596
లియోపోల్డ్ మానిస్ 596
లిస్ట్ - మోర్స్ పరికరము 683
లీకార్బ్యూజే 46
లీటరు 263, 483, 536
లీ డీ ఫారెస్ట్ 68
లీనియర్ పథకము 247
లీవర్ 46, 72, 379, 385
లీసేజ్ గ్రాహక కేంద్రము 376
లుడ్విగ్ మాండ్ 87
లూనార్ ఎక్స్‌కర్షన్ మాడ్యూలు (L E. M.) 695
లూనిక్-I 110
లూనిక్ - II 110
లూనిక్ - III 110
లూపు మార్గములు 684
ల్యూబ్రికేషన్ 387, **694** చూ. పెట్రోలియమ్.
లూమెన్ (యూనిట్లు) 465
లూయీ అగాసీస్ (1807 - 1873)123
లూయీ ఎస్. బి. లీకీ 11
లూయీ పస్తూర్ 101, 228
లూయీ పాల్ 25
లూయీ ఫిలిప్ 75
లూయీ బెర్లియాట్ 78
లెంజ్ సూత్రము 728, 732
లెటర్ ప్రెస్ 72, 644
లెడ్ ఆక్సైడ్ 331, 332, 365
లెడ్ ఆర్సెనేట్ 104
లెడ్ క్రోమేట్‌లు 573
లెడ్ టెట్రా ఎథిల్ 215, 216
లెడ్ ధనాగ్రము 365
లెడ్ మోనెల్ 215
లెడ్ సల్ఫేట్ 365, 574
లెడ్ సల్ఫైడ్ (గెలీనా) 363, 365
లెవాన్ (సారన్) 458
లెబ్లాంక్ పద్ధతి 251
లెవెల్ లఫింగ్ క్రేన్‌లు 309
లేఖన (రికార్డింగు) విధానము 766
లేఖనాగారము (రికార్డింగు స్టూడియో) 767
లేత్(తు) 3, 6, 41, 244, 339, 504, 651, 652
లేత రంగులు 497
లేత (త్) యంత్రములు 246, 428, **694**, చూ. యంత్రపరికరములు.
లేల్యాండ్ ట్రక్కులు 47
లేసర్ 649,**694**.756 చూ. మేసర్, లేసర్.
లైకా (కుక్క) 100
లైట్ ఆయిల్ 464
లైడెన్ జాడీలు 377
లైన్ (భూమి, సముద్రము) 287
లైన్ టెలిగ్రఫీ (తీగె తంతి) 2
లైనో కంపోజింగు 646
లైనోలియమ్ 103
లైబ్నిట్జ్ (మ. 1716) 23
లైసాల్ 306, 307
లోకోమోటివ్ (రైలు ఇంజను) 197
లోక్స్ (ద్రవ ఆక్సిజన్) 327
లోడ్ ఫాక్టర్ 7, 64, 519
లోడ్ రెసిస్టెన్స్ 191
లోబా (అగాతిన్ ఆల్బా) 371
లోరాన్ కేంద్రము 550, 551
లోరాన్ గి & షోరాన్ 551
లోలకము 128, 608
లోహక్షయము 574
లోహాయసము (ఎర్రని ఆయసము) 15
లౌడ్ స్పీకర్లు (ధ్వని ప్రవర్ధకము - ఉద్ఘోషిత్రము) 193, 447, 674, 767
లౌకీప్రక్రియ 461
ల్యాప్ జాయింట్లు 700

వ

వంకర ఇరుసు కమ్మీ (క్రాంక్ షాఫ్ట్)432
వంట పాత్రలు 189, 333
వండలి నిక్షేపములు 534
వండలి నేలల ఖని పరిశ్రమ 325, 328
వంతెన(ల) నిర్మాణములు 108, 684, 694, 697
వంతెన పునాదులు 570
వంతెనలు 33, 48, 125, 148, 189, 289, 303, 423, 481, 498, 502, 513, 520, 568, 570, 586, 680, 685, **694**, 698, 713, 788
వంపుటిరుసు 43, 46, 243
వంశధార నది 526, 702
వక్ర రేఖ (గ్రాఫ్) 293, 490, 513
వజ్రతుల్యము (ఆడమన్‌టైన్) 317
వజ్రములు 28, 145, 166, 178, 317, 320, 328, 562, 653, **698**, 781
వడపోత (ఫిల్ట్రేషన్)సాధనము 8, 528, 606
వడుకు జెన్నీ (యంత్రము) 37
వడుకు యంత్రము (స్పిన్నింగ్ జెన్నీ) 38, 41, 305
వడ్రంగము 15, 21, 151, 361, 501, **699**, 700
వడ్రంగి (కార్పెంటర్) 699, 700
వనస్పతులు 104, 530, 566
వరదగట్లు 204, 305, 703, 705
వరద (ల) నియంత్రణ 300, 305, 356, 359, 375, 518, 520, 526, 702
వరద నివారణ 416, 704
వరద పూర్వ నిర్దేశము 702
వరదల అంచనా, నివారణ **704**
వరాహనది 702
వర్ట్‌జైట్ 361
వర్టికల్ టేకాఫ్ అండ్ లాండింగ్ విమానములు 759
వర్ణ ద్రవ్యములు 8, 16, 80, 97, **98**, 185, 260, 322, 573, 580, 596, **705**, 710, 781, 785, 795

వర్ణబంధక (మోర్డంట్) ద్రవ్యము 707
వర్ణమాలా లేఖన పద్ధతి 624, 625
వర్ణవిపథనము (క్రోమేటిక్ ఎబరేషన్) 594
వర్తమానమే భూతకాలరహస్య భేదనోపాయము **122**
వర్తులాకారపు (కాంగ్ కాయిడల్) పగులు 321
వల్కనైజ్డ్ ఫైబరు 459
వల్కనైజేషన్ 657
వసంతదారువు 461
వసిష్ఠ గోదావరి నది 55
వస్తుగుణ నియమనము (నాణ్యము) 245
వస్త్రపరిశ్రమ 26, **27**, 38, 82, **93**, 103, 172, 361, 472, **711** చూ. పట్టు పరిశ్రమ.
వహనము (కండక్షన్) 252, 253, 462
వహన సామర్థ్యము 569
వాండైక్ బ్రౌన్ 574
వాక్ ప్రసారము 392, 393
వాక్యూమ్ కేథోడ్-రే-ట్యూబులు 224
వాక్యూమ్ క్లీనర్ 365, 722, 739
వాక్యూమ్ ట్యూబ్ ఆంప్లిఫయర్ 192
వాక్యూమ్ ట్యూబ్ లక్షణములు **711**
వాక్స్‌హాల్ 47
వాగన్ బాయిలర్ 219
వాగన్ (ను) లు 438, 680, 685
వాజోంట్ డాము 49
వాట్‌బ్లూ 709
వాట్ రెడ్ 710
వాటర్‌గాస్ 262, **713** చూ. జల వాయువు.
వాటర్ ఫ్రేమ్ 305
వాటర్ హీటర్ (ఇమర్షన్ హీటర్) 335
వాట్టు మీటరులు 283, 284
వాట్టులు 336, 468, 734, 789, 791
వాణిజ్య నౌకలు 539
వాణీ విలాస సాగరు 788
వాతానుకూలనము (ఎయిర్ కండిషనింగు) 3, 6, 160, 210, 212, 334, 428, 501, 684, **713** చూ. ఆర్ద్రీకరణము, వాతానుకూలనము.
వాతావరణ ఉపగ్రహములు 691
వాతావరణ భూ రాసాయనిక శాస్త్రము 628
వాతావరణము 130, **131**, 141, 171, 249, 269, 270, 329, 359, 361, 502, 616, 626, 628
వాతావరణశాస్త్రము (మీటియోరాలజీ) 278
వాన్ ఆలెన్ బెల్ట్ 691
వాన్ డి గ్రాఫ్ జనిత్రము 172, **713** చూ. అధిక వోల్టేజి త్వరణమాపి.
వాన్ శాన్ (మ. 1707) 37
వానిలిన్ 463
వాముపువ్వ (తైమోల్) 308
వాయుకృంతనము 241
వాయుగతి శాస్త్రము (ఎయిర్ డైనమిక్స్) 215, **713**, 746, 754, 760
వాయు గుండములు (ఫ్యూమ్ రోల్స్) 165
వాయు తాపకము (ఎయిర్ హీటర్) 219
వాయు పూర్వ తాపకము (ప్రీ హీటర్) 220, 221
వాయు ప్రసరణము (డిఫ్యూషన్) 584
వాయు బకయంత్రము (గాస్ రిటార్ట్) 534
వాయు బిందువులు (కణములు) 715
వాయు భరితము (ఛార్జి) 171, 172
వాయు ముఖాచ్ఛాదన (గాస్‌మాస్క్) 177
వాయు రూప ఇంధనములు 232, 332
వాయు విమానము 410, 481, 592, 689, 690
వాయు శాస్త్రము 616
వాయు శీతల గోపురము 538
వాయూత్సర్గ దీపములు 468, 469
వార్తా ప్రసారక ఉపగ్రహములు 110, 298, 392, 673, 691, **719**
వార్తా ప్రసారము 259, 288, 376, 390, 680, 720
వార్నిషు రెసిన్‌లు 369
వార్నిషు (ష్) లు 97, 169, 171, 303, 363, 370, 454, 496, 503, 532, 575, 580, 644, 701, 781
వాల్ డి. 80
వాలెస్ క్లోరోడర్స్ 452, 458
వాల్వు 68, 191, 201, 224, 294, 301, 442, 447, 589, 593, 660, 678, 711
వాల్వు ఆంప్లిఫయర్ 191
వాల్వు ప్రకంపిని 389
వాల్వు రెక్టిఫయర్ 723
వాల్వు వర్ధినులు (వాక్యూమ్ ట్యూబ్ ఆంప్లిఫయర్) 191
వాష్ డ్రాయింగ్ 645
వాసలీను 580
వాస్ట్ మెల్ట్ బిల్లర్ 763
వాస్తు శాస్త్రము 15, 31, 48
వాస్తు స్థపతి (శిల్పి - ఆర్కిటెక్ట్) 18, 48, 230
వాహక కంపన విస్తార పరివర్తనము 190
వాహక తరంగములు (కారియర్ వేవ్) 402, 446, 448, 649, 674
వింక్లర్ విధానము 181
విండ్‌లాస్ 29
వికిరణము (రేడియేషన్) 252, 255
వికీర్ణకము 747
వికృత (డిస్టార్టెడ్) 384
వికృతి (డిస్టార్షన్ - స్ట్రెయిన్) 387, 459
విక్టోరియా సరస్సు 11
విక్రమశారభాయ్ 607
విక్షేపక (ప్రొజెక్టివ్) డ్రాయింగులు 230
విచలనము (డిఫ్లెక్షన్) 224, 313, 509, 513, 545
విచూషక గోపురము 475, 784
విచూషణము 176, 255, 282
విచ్ఛేదనము (క్రేకింగ్) 99, 248, 302
విజాతీయ చక్రీయ (హెటెరో సైక్లిక్) 194
విజ్ఞాన (మౌలిక, వినియుక్త) శాస్త్రములు 3, 10, 24, 31, 51, 74, 231, 276, 290, 292, 789
విజ్ఞాన సర్వస్వము 642
విట్ వర్త్ (జ. 1803) 41
విట్రో - కోక్ పద్ధతి 563
విడిభాగముల ఉత్పత్తి (ప్రొడక్షన్ టూలింగ్) 245
విదాహక పూతరంగులు 544
విద్యా సంస్థలు **150**
విద్యుచ్ఛక్తి (కరెంటు) 1, 7, 37, 40, 59, 60, 65, 75, 113, 165, 173, 181, 187, 196, 218, 222, 241, 262, 280, 287, 300, 309, 318, 335, 350, 360, 371, 375, 390, 402, 416, 437, 440, 466, 470, 537, 557, 565, 638, 673, 724, 731, 741, 758
విద్యుచ్ఛక్తి నియంత్రణ వలయము 282
విద్యుచ్ఛ (శ) క్మ 62, 225, 352, 800

విద్యుత్తు (ఎలక్ట్రిసిటీ) 62, 108, 173, 188, 192, 201, 217, 241, 278, 281, 285, 297, 304, 310, 315, 326, 333, 345, 351, 365, 373, 380, 390, 395, 401, 410, 429, 442, 451, 466, 480a, 499, 518, 520, 543, 562, 612, 638, 643, 656, 677, 682, 712, 720, 730, 740, 753, 763, 789, 801

విద్యుత్తు (త్) అగ్రము (ఎలక్ట్రోడ్) 224, 241, 282, 304, 320, 468, 470, 638, 647, 711, 740, 763, 793

విద్యుత్తు (ద) అభివృద్ధి సంస్థ (ఎలక్ట్రిసిటీ బోర్డు) 64

విద్యుత్తు (త్) అయస్కాంతతరంగములు 67, 252, 557, 648, 660, 672, 722

విద్యుత్తు (త్/దయ) అయస్కాంతపు తీగె 378, 380, 386

విద్యుత్తు(త్/దయ) అయస్కాంత ప్రసారిణి 393

విద్యుత్తు (త్) అయస్కాంతము (ఎలక్ట్రో మాగ్నెట్) 61, 65, 336, 357, 377, 384, 393, 638, 730, 768, 769

విద్యుత్తు (త్ దయ) అయస్కాంత సాధనము 396, 403

విద్యుత్తు అలారమ్ గడియారము 336

విద్యుత్తు (త్) ఆట బొమ్మలు 335, 336

విద్యుత్తు ఆవర్తి, ఋజు **722**

విద్యుత్తు ఇస్త్రీపెట్టె (ఎలక్ట్రిక్ ఐరన్) 335, **725**

విద్యుత్తు ఉతుకు యంత్రము **725**

విద్యుత్తు(త్దు) ఉత్పత్తి 2, 51, 60, 64, 116, 304, 375, 480e, 605, 705, 807

విద్యుత్తు ఉత్పాదక కార్ఖానాలు 788

విద్యుత్తు (దుత్స) ఉత్సర్గము 466, 469, 470, 561

విద్యుత్తు కర్షణము (ఎలక్ట్రిక్ ట్రాక్షన్) 284

విద్యుత్తు కుట్టుయంత్రము 385

విద్యుత్తు (త్కే) కేంద్రములు 7, 63, 218, 220, 229, 342, 350, 356, 375, 431, 438, 440, 528, 572, 607, **725**, 731, 776, 788, 808

విద్యుత్తు కొలమాన పరికరములు 726

విద్యుత్తు కొలిమి 91, 188, 272, 273

విద్యుత్తు క్షేత్రబలము (వోల్ట్/మీటరు) 792

విద్యుత్తు (త్) గడియారము 310, 335

విద్యుత్తు గతిమాపన యంత్రము 546

విద్యుత్తు గ్రాహకత (కెపాసిటీ) 726

విద్యుత్తు ఘటము 393, 397, 565, 722

విద్యుత్తు చాపము (ఎలక్ట్రిక్ ఆర్క్) 241, 467, 495, 536, 763

విద్యుత్తు చాలక బలము (ఎలక్ట్రో మోటివ్ ఫోర్స్) 617

విద్యుత్తు చాలక బలము (వోల్టేజి) 732

విద్యుత్తు చాలక బలము (శక్మ) 726, 729, 730, 734, 735

విద్యుత్తు చాలక బలము (E. M. F.) 727

విద్యుత్తు జనిత్రము (జనరేటర్) 423, 650, 562, 606, 733

విద్యుత్తు జనిత్రములు ఋజు, ఆవర్తి **728**, 732, 738

విద్యుత్తు ట్యూనింగ్ ఫోర్కు 389

విద్యుత్తు (త్) ట్రాన్స్‌ఫార్మర్లు 179, **731**, 733

విద్యుత్తు (త్) తరంగములు 193, 407, 410, 673, 767, 769

విద్యుత్తు తాపనము 357

విద్యుత్తు తీగెలు 82, 394, 402, 480e

విద్యుత్తు (ద్దీ) దీపములు 62, 160, 199, 259, 314, 333, 337, 442, 465, 557, 722, 801

విద్యుత్తు (న్ని) నిరోధక పద్ధతి (రెసిస్టివిటీ మెథడ్) 313, 616, 725

విద్యుత్తు నిరోధము (ఓమ్) 791

విద్యుత్తు (న్ని) నిరోధము (ఇన్సులేటర్సు) 792, 793

విద్యుత్తు నిరోధ వెల్డింగు 762

విద్యుత్తు పంకాలు 739

విద్యుత్తు (త్) పరికరములు 82, 102, 324, 335, 370, 468, 589, 590, 684, 788

విద్యుత్తు పల్స్ 378

విద్యుత్తు పిగ్ ఐరన్ 742

విద్యుత్తు పొయ్యి 335, **733** చూ. గృహ పరికరములు.

విద్యుత్తు పౌనఃపున్యము 336

విద్యుత్తు ప్రకంపనము 672

విద్యుత్తు ప్రరోచన రక్షకఫలకము (ఇండక్టివ్ షీల్డు) 408

విద్యుత్తు ప్రవర్తకత్వము (ఇండక్టెన్స్) 726

విద్యుత్తు (త్ప్ర) ప్రవాహము 61, 187, 280, 314, 337, 401, 423, 434, 443, 466, 469, 470, 487, 619, 638, 649, 672, 681, 711, 723, 731, 765, 792

విద్యుత్తు ప్రవాహము (ఆంపియర్) 791

విద్యుత్తు ప్రసారము 171, 189, 315, 376, 730, **733**

విద్యుత్తు బంధకము (ఇన్సులేటరు) 196, 313, 324, 335, 370, 472, 580, 589, 591, 732, 771, 772

విద్యుత్తు బంధన యానకము (ఇన్సులేటింగ్ మీడియమ్) 179

విద్యుత్తు బాయిలర్ 335

విద్యుత్తు బ్యాటరీలు (ఘటములు) 740

విద్యుత్తు (త్) భార అర్థనము (ఎలక్ట్రిక్ లోడ్ డిమాండ్) 351

విద్యుత్తు (న్మ) మందిరము (పవర్‌హౌస్) 357

విద్యుత్తు (న్మ) మలామా (ఎలక్ట్రో ప్లేటింగు) 6, 61, 228, 245, 481, 679, 768

విద్యుత్తు మాన పరికరములు 726, 727

విద్యుత్తు(త్) మోటారు 214, 217, 309, 336, 385, 643, 722, 729, **738**, 800

విద్యుత్తు (ద్య) యంత్రము (జనరేటరు) 7, 10, 217, 258

విద్యుత్తు యూనిట్లు 790

విద్యుత్తు (త్) రాశి 224, 225, 469

విద్యుత్తు రాశి (భారము) 726

విద్యుత్తు రాసాయనిక ఘటములు 762

విద్యుత్తు రాసాయనిక తంతి ప్రసార విధానము 378

విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమ **95**, **739**, 740, 741

విద్యుత్తు రాసాయనిక శాస్త్రము 424, 740

విద్యుత్తు రైలు ఇంజనులు 222

విద్యుత్తు (ద్వ) వలయ ఛేదకములు (సర్క్యూట్ బ్రేకర్) 285

విద్యుత్తు (ద్వా) వాహక అయస్కాంత బల రేఖలు 732

విద్యుత్తు వాహక బలము 722, 724, 739

విద్యుత్తు (ద్వా) వాహకము 188, 285, 311, 336, 442, 466, 638, 659, 677, 725, 734, 768

విద్యుత్తు విశ్లేషణ ఘటము (ఎలక్ట్రోలిటిక్ సెల్లు) 114
విద్యుత్తు విశ్లేషణ ప్రక్రియ 251, 365, 563
విద్యుత్తు శక్మ (వోల్ట్) 791
విద్యుత్తు శాస్త్రము 416, 727, 790
విద్యుత్తు శీతలీకరణ యంత్రములు 428
విద్యుత్తు శైథిల్యము (హిస్టెరిసెస్) 283
విద్యుతు సంఘనకము (కండెన్సర్) 189
విద్యుత్తు సంచయము (కూలూంబ్) 791
విద్యుత్తు సర్క్యూట్ 430
విద్యుత్తు (త్) స్ఫులింగములు 78, 156, 498
విద్యుద్ధారక శక్తి (ఫారడ్) 791
విధ్వంసక స్వేదనము (డిస్ట్రక్టివ్ డిస్టిలేషన్) 302
విన్స్టన్ 377
వినత్రీకరణము 455, 476, 539
వినత్రీజనీకరణము (డి నైట్రోజనేషన్) 250
వినాశకములు (డిస్ట్రాయర్) 539
వినిమయకములు 252
వినిమయక రెసిన్లు 582
వినియుక్త భూశాస్త్రము 150, 231
వినియుక్త విజ్ఞాన శాస్త్రము (అప్లయిడ్ సైన్సు) 7, 79
వినిలిడీన్ క్లోరైడ్ 458
వినీల్ క్లోరైడ్ 102
వినీలైట్ 768
వినైల్ 589, 592, 706
వినైల్ ఆసిటేట్ 458, 590, 591
వినైల్ క్లోరైడ్ 458, 567, 590, 591
వినైల్ క్లోరో ఆసిటేట్ 590
వినైల్ ప్లాస్టిక్కులు 590
వినైల్ బెన్జీన్ 592
విభాగిని (డివైడర్స్) 425, 426
విభాజకము 409, 565
విభేద్యకత (రిజాల్వింగ్ పవర్) 254
విమర్శాత్మక పద్ధతి (సి. పి. ఎమ్ - క్రిటికల్ పాత్ మెథడ్) 488
విమాన కేంద్ర కమ్యూనికేషన్ 287
విమాన చలనము 334, **743**, 754, 760,
విమానము (ఎయిర్ ప్లేన్) 2, 4, 40, 70, 78, 109, 171, 339, 457, 481, 539, 550, 566, 579, 592, 641, 689, 691, 713, 719, 743, 747, 750, **754**, 760, 763, 798
విమానయానము **77**, 550, 714, 743, 754, 759
విమానముల తయారీ **108**
విమానాశ్రయములు 148, 504, 550, 552, 759, **760**, 761
విమోచనము (రిలీజు) 281
విరంజన చూర్ణద్రావణము 528
విరంజన చూర్ణము (బ్లీచింగ్ పౌడర్) 81, 87, **96**, 252, 258, 762, 763
విరంజన చూర్ణము, క్లోరిన్ 311, **762**
విరంజనము (బ్లీచ్) 344, 453, 464
విరంజనీకరణము (రంగును పోగొట్టుట) 567
విరళీకారకములు (తిన్నరులు) 368
విరామ గడియారము (స్టాప్ వాచి)661
విరామ గుర్తు 379, 384, 386
విరూప కుడ్యము (పియర్ వాల్)లు 161
విరూప శలాకలు 485
విల్ హెల్మ్ ఆస్వాల్డ్ 91
విలయన ద్రావణము 561
విలియన్ ముర్డక్ 45
విలియమ్ ఆస్వాల్డ్ 89
విలియమ్ టిల్డెన్ 657
విలియమ్ థామ్సన్ (లార్డ్ కెల్విన్) 384
విలియమ్ నికల్ 122, 124
విలియమ్ ఫ్రీస్ గ్రీక్ 72
విలియమ్ ఫ్రౌడ్ 544
విలియమ్ బక్లెండ్ (1784-1856) 128
విలియమ్ వాట్సన్
విలియమ్ శ్యామింగ్టన్ 593
విలియమ్ స్టర్జన్ 65
విలియమ్ స్మిత్ (1749-1817) 122
విలియమ్ హెచ్. కరోథర్ 101
విలియమ్ హెన్రీ జేమ్స్ 45, 45
విలువంపు నరంబీలు 82
విలోమ కాలవ్యవధి (సెకనులు) 380
విలోమము (ఇన్వెర్షన్) 279
విల్బర్ట్ రైట్ 77
విల్లిమైట్ 361, 363
విల్సన్ డాము 57
విల్సన్ ఫ్రీ సెక్టర్ గేర్ బాక్స్ 340
విల్సన్ వేధశాల 72
విశిష్ట నిరోధము(స్పెసిఫిక్ రెసిస్టెన్స్)404
విశ్లథనము 558, 559
విశ్వ కిరణములు 672, 691
విసంఘట్టనము 587
విసంధానక స్విచ్చీలు 357
విస్కోస్ కాగితము 454
విస్కోస్ పద్ధతి 101, 455, 710
విస్తరణ కవాటము 565
విస్తారిణి 673, 675
వి. స్లెబిన్జర్ 351
వీ ఇంజనులు 152
వీట్స్టన్ 61, 377, 383, 385
వీడియో పౌనఃపున్యము 192
వీణా నది 523
వీబర్ (స్రోతస్వితకు యూనిట్లు-ఫ్లక్స్) 790, 791
వుడ్ తైలము 463
వుడ్ వూల్ బోర్డు 500, 502
వృత్తచాపము 161
వృత్తలేఖిని (కాంపస్) 425, 426
వెండి 13, 125, 135, 145, 207, 252, 281, 299, 317, 320, 362, 372, 459, 598, 627, 659, 677, 740
వెండిజాడలు గల గెలీనా 28
వెగెనర్ 143
వెచర్ వైర్ విధానము 284
వెట్ ప్లేట్ 71
వెట్రోకోక్ 182
వెడ్జ్ లు 18, 548
వెణ్ణార్ నది 54
వెనీషియన్ రెడ్ 574
వెనుకకు తిరిగియుండు (స్వెప్ట్ బేక్ వింగ్) విమానపు రెక్కలు 718
వెనేడియమ్ 113, 135, 145, 178, 252, 574, 623, 629, 789
వెనేడియమ్ పెంటాక్సైడ్ 710, 784
వెనేడియమ్ సిలికేట్ 88
వెబ్ ఆఫ్ సెట్ 644
వెబ్ ఫెడ్ రోటరీ 643
వెబ్ లు 157, 643
వెయిర్ (ఆనకట్ట) 203, 480F
వెలిగారము 459
వెలుపలి దెబ్బ (అవుట్ వర్డ్ స్ట్రోక్) 153
వెలుపలి పొర (ఆవరణము) 130
వెల్డ్ చేసిన జాయింటులు 494
వెల్డింగు (గ్) (సంధానము) 2, 19, 221, 234, 282, 494, 566, 652, **763**, 765
వెల్లువ మార్గము (స్పిల్ వే) 419, **427**, 430, 480c
వేగమాపినులు 284
వేగము (బాడ్లు) 388
వేగము (మీటరు/సెకను) 792
వేధశాలలు 24, 311, 692

వేరిహో క్లిషోగ్రాఫ్ 74, 645
వేష్టనము (మాంటిల్-ఆర్మేచర్) 282, 401, 618, 620, 627, 724, 768
వేష్టన వలయము (వైండింగ్ సర్క్యూట్) 283
వైండింగ్ (గు) 196, 310, 356, 780
వైగెనది 57
వైట్ నాయిస్ 391, 392
వైట్ లెడ్ 171, 573
వైద్య శాస్త్రము 6, 105
వైపర్లు 398
వైబ్రేటరు 385
వైమానికుడు (పైలెట్) 78, 550, 758
వైర్ బైండింగు 169
వైశాల్యము (ఫార్మ్) 791
వైహీ గని 599
వోల్టా 65, 377
వోల్టాయిక్ పైల్ వలయము 377
వోల్టు (వెస్టన్ ఘట సహాయము) 434
వోల్టు మీటరు 721
వోల్టేజి ఆంప్లిఫికేషన్ 191
వ్యతిరేక అయస్కాంత (డయా మాగ్నటిక్) ఖనిజములు 318
వ్యతిరేక నమ్యవ్యవస్థ 489
వ్యర్థజల శోధన 529
వ్యర్థ వాయువులు 239, 420
వ్యవచ్ఛేదక ఎలక్ట్రోడులు 225
వ్యవచ్ఛేదక విద్యుదగ్రము 224
వ్యవసాయ యాంత్రిక శాస్త్రము **765**
వ్యవసాయ రాసాయనిక శాస్త్రము 424, 630
వ్యవసాయ సాంకేతిక శాస్త్రము 114
వ్యాకోచనము ద్వారా ప్రపీడనము 487
వ్యాకోచపు (శక్తి) దెబ్బ 154
వ్యాకోచము 155, 216, 429, 499, 670, 688, 745
వ్యావర్తనము (ఫోల్డింగ్-టార్క్) 142, 338, 339
వ్యూహా రచనా విభాగము 291, 292
వ్యోమగాములు 693, 695
వ్రేలాడు వంతెన 86, 376, 694, 697

శ

శంకు (కోన్) 236
శంకు క్లచ్ 340
శకలిత (క్లాస్టిక్) శిలలు 554
శక్తి (జౌల్) 791
శక్తి (ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్) 792
శక్తి చలనము 335
శక్తి దెబ్బ 421, 422
శక్తి శాస్త్ర తాపక్రమమానము (కెల్విన్ డిగ్రీలు) 436, 791
శక్తి (తాపగతి) శాస్త్రము (తెర్మోడైనమిక్స్) 143, 218, 258, 293, 435
శకర్మ 452, 470, 519, 726
శకర్మ (వోల్టులలో) 727
శబ్ద చలనచిత్రము 287
శబ్ద తరంగములు 193, 393, 402, 410, 446, 673, 767
శబ్దతరంగ విద్యుత్తు 395
శబ్దతరంగ విస్తారిణి (ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ ఆంప్లిఫయర్) 674 675
శబ్ద పౌనఃపున్యతరంగములు 676
శబ్ద పౌనఃపున్య విస్తారిణి (ఆడియో ఆంప్లిఫయర్) 676
శబ్ద లేఖనము - పునరుత్పత్తి 638, **765**
శబ్దాతీత(సూపర్ సానిక్)విమార్గ గమనము 750
శరావతీ జల విద్యుత్తు కేంద్రము 356
శలాకాకార (సూదులకట్ట) స్ఫటికములు 317
శస్త్రచికిత్స 16, 302, 601
శాండ్ బ్లాస్టింగు విధానము 678
శాద్వల (టర్ఫ్) 463
శాన్‌ఫ్రాన్సిస్కో అఖాతపు వంతెన 49
శానిటరీ ఇంజనీరింగు 3
శామ్యూల్ మోర్స్ 65
శారదా కాలువలు 57, 58
శాశ్వత అయస్కాంతము 61, 380, 384, 394
శాశ్వతమార్గము (పెర్మనెంట్ వే) 684
శాశ్వత రైలు మార్గములు **770** చూ. రైల్వే ఇంజనీరింగు.
శిఖరపు తలుపులు 419
శిథిలీకరణము 362, 365
శిలల ఆగ్నేయోత్పత్తి **122**
శిలల వర్గీకరణము **136**
శిలలు 121, 123, 130, **136**, 143, 187, 209, 235, 298, 312, 325, 362, 498, 514, 553, 622, 773, 774
శిలా ఖనిజములు 121, 131, 250, 319, **770**, 774
శిలాజిత్తు (బిటుమిన్) 71, 169, 170
శిలాద్రవము (లావా) 162, 166, 609
శిలాయుగము **11**, 592
శిలావరణ గతిశాస్త్రము (జియోటెక్టోనిక్స్) 141
శిలావరణము (భూపృష్ఠము) 128, 130, **135**, 141, 324, 616, 626, 629
శిలావరణశాస్త్ర (లితోలాజికల్) 650
శిలాశాస్త్రము **124**, **136**, 554, **773**
శిలాశాస్త్రీయ సూక్ష్మదర్శని **124**
శిలా స్తరములు 123, 533, 626
శిలాస్థీభవనము (ఫాసిలైజేషన్) 138
శిలాస్థు (ఫాసిల్)లు 122, 137, 144, 533
శిలీంధ్రములు 368
శిలీంధ్ర సంహారకములు 659
శిలీభవన (డయోజనిటిక్) ప్రక్రియ 553
శిలీభూత రెసిన్‌లు (ఫాసిల్) 370, 371
శిల్పశాస్త్రము 489
శివసముద్ర జలవిద్యుత్ కేంద్రము 58
శివసముద్రము 49, 63, 520
శీఘ్ర భూతురణము 631
శీఘ్ర శీతలీకరణ (డీప్ ఫ్రీజ్) పద్ధతి 236
శీతకములు 256, 567
శీతల కార్యకరణములు(కోల్డ్ వర్కింగు) 242
శీతల మందిరము (కోల్డ్ స్టోరేజ్) 183, 430, 539
శీతల సంధానము 765
శీతలీకరణము (రెఫ్రిజరేషన్) 3, 6, 179, 182, 214, 438, 475, 527, 762, 763
శీతలీకరణ యంత్రము 165, 429, 430
శుక్రగ్రహము 111
శుష్కగోళ తాపక్రమము 211, 212
శుష్క పేషణ ప్రక్రియ 185
శుష్కీకరణము (ఆరబెట్టుట) 210, 584
శృంఖలితచోదకశక్తి (చైనుడ్రైవ్) 48
శైత్యమాపనము (సైక్రోమెట్రీ) 210
శైత్య సంచాయకము 566
శోధన (రిఫైనింగు) 345
శోధన కర్మాగారము 234
శోషక సాధనము 367
శోషణ పరికరము 264
శోషణము (వాయు) 8, **774**
శ్రవణ పౌనఃపున్య కన్వర్టరు 388
శ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి విధానము 379, 388
శ్రవణ పౌనః పున్యము (ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ) 388
శ్రవణసాధనము (ఇయర్‌ఫోన్) 68, 287
శ్రవ్యకర్కశ ధ్వనుల నిష్పత్తి (సిగ్నల్-నోయిస్ రేషియో) 418

శ్రవ్య పౌనఃపున్య వర్ధని (ఆడియో ఆంప్లి ఫయర్) 192, 201
శ్రవ్య మధ్యమ పౌనఃపున్య తరంగములు 414
శ్రీరంగ ద్వీపము 84
శ్రీశైలం (ము) ప్రాజెక్టు 7, 49, 148, 300, 428, 476, **775**
శ్రుతి కూర్పు తరంగములు (మోడ్యులేటింగ్ సిగ్నల్) 414
శ్రుతిచేయబడిన (ట్యూన్డ్) ఆంప్లి ఫయర్ 192
శ్రుతి మిశ్రిత శక్తివిస్తారిణి (మాడ్యులేటెడ్ పవర్ ఆంప్లిఫయర్) 674
శ్రుతి మిశ్రమకారి (మాడ్యులేటరు) 225, 674
శ్వేత ఖనిజములు 770
శ్వేతశిల (గ్రానైట్) 515

ష

షంట్ 727
షంటింగు 682
షటర్ (రు) (కాంతి కవాటము) 593, 594, 595
షట్కోణ (హెక్సాగొనల్) స్ఫటికములు 317
షట్టరింగులు 699
షడ్భుజ స్ఫటికములు 307
షాక్ తరంగములు 714, 718, 719
షాఫ్ట్ (ఇన్‌క్లయిన్) 157, 216, 546, 611, 651, 748, 753
షాఫ్ట్ కేంద్రము 613
షాఫ్ట్ హార్స్‌పవర్ 746
షాబాదు రాయి 498
షార్ట్ బరస్టులు 45
షార్ట్ బ్యారల్ షెల్లులు 778
షార్టరు 753
షార్టు సర్క్యూట్ 395
షాస్టా డాము 51
షిఫ్ట్ సిగ్నల్‌లు 380
షీట్ నిర్మాణము 324
షీల్డ్ అగ్నిపర్వతములు 162, 163
షూమమ్ 185
షెకిల్ 16
షెడ్యూల్ ప్లాన్ 151
షెల్ నిర్మాణము 486, 505, **776**
షెల్లాక్ (లక్క) 169, 171, 575
షెల్లాక్ ప్లేటు 765
షెల్లాక్ - రోసిన్‌లు 171
షేడులు 333
షేవర్లు 41, 650
షేవింగు 652
షోరాన్ 550, 552
ష్వయిగర్ 377
ష్విన్‌షర్టు గ్రిన్ 574

స

సంకర గణిత్రము 279
సంకలన యంత్రములు (యాడింగ్ మెషిన్) 276
సంకలితపు గర్డరు 513
సంకీర్ణ సిలికేట్‌లు 324
సంకుచిత వాయువు 745
సంకేత పౌనఃపున్యము 402
సంకేతములు (కోడ్) 65, 377, 384, 388, 396, 402, 403
సంకోచక ప్రతిబలము 513
సంకోచనము 429, 499, 507, 668, 670
సంకోచబలము 490
సంకోచసందు (కంట్రాక్షన్ జాయింటు) 480c
సంక్షేపకము (కండెన్సరు) 675
సంఖ్యా సమాచార ప్రసార విధానము 392
సంగ్రాహకము (రిసీవర్) 222, 447, 601
సంగ్రాహక వాల్వు గ్రిడ్ 449
సంఘట్టనము **135**, 625
సంఘనకములు (కండెన్సరు) 179, 528
సంతృప్త ఆమ్ల ఎస్టర్‌లు 580
సంతృప్త గ్లిసరైడ్ 581
సంతృప్త జలద్రావణము 212
సంతృప్త (మధ్యమ, క్షారక) ములు 167
సంతృప్త హైడ్రోకార్బన్ 248
సంధానక దండము (కనెక్టింగ్ రాడ్) 157, 216, 420
సంధాన నాళము 257
సంపర్క రూపాంతర నిక్షేపములు 364
సంపీడక తరంగములు 617
సంపీడకము (కంప్రెసర్) 213, 217, 744
సంపీడన కవాటములు 288
సంపీడనపు దెబ్బ 154, 156, 421
సంపీడన ప్రఘాతము 745
సంపీడనఫలితము (కంప్రెసిబిలిటీ ఎఫెక్టు) 614
సంపీడన బలము 578
సంపీడనము (కంప్రెషన్) 153, 182, 258, 421, 493, 563, 681, 745, 749, 752, 762
సంపీడిత వాయువు 326, 420
సంపూర్ణ విరూప (పియర్) ట్రస్‌లు 161
సంయుక్త ఆర్ద్రీకారకములు 218
సంయోజన దారువు 462
సంయోజిత అమోనియా 234, 261
సంయోజిత అయన్ 582
సంయోజిత జిగురులు 370
సంయోజిత టానిన్‌లు 450
సంయోజిత ద్రవేంధనములు 233
సంయోజిత నారలు 580, 799
సంయోజిత రత్నములు 653
సంయోజిత రెసిన్‌లు 170, 580
సంరక్షక కొల్లాయిడ్‌లు 366
సంరక్షకములు 636
సంరక్షక లేపనములు 370
సంవలిత స్తంభములు (బేన్డ్ గర్డర్) 505, 513
సంవహనాత్మకము (కన్వెన్షనల్) 141
సంవృతవలయ (క్లోజ్డ్ సర్క్యూట్) పేషణము 186
సంవృతేంధన జలతాపకము 440
సంసక్తి (అడ్‌హెసివ్) కారకద్రవ్యములు 787
సంసర్గ (కాంటాక్ట్) పద్ధతి 80, 89, 783
సంసర్గ ప్రక్రియా కర్మాగారములు 784
సంస్తర (హారైజన్) ఖనిపరిశ్రమ 614
సంహత టానిన్‌లు 450
సక్కరు బారేజి 58
సక్షన్ డ్రెడ్జ యంత్రము 49
సగ్గు బియ్యము 170, 463
సచ్ఛిద్రత (పోరోసిటీ) 615
సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్ 264, 536, 539
సజల మగ్నిషియమ్ నైట్రేట్ ద్రావణము 539
సజల (ద్రవరూప) సోడియమ్ సిలికేట్ 472
సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ 251, 539
సజల సిలికేట్ ద్రావణము 473
సజలీకరణము (హైడ్రోలైజ్) 299
సట్లెజ్ నది 50, 60, 158, 522, 605
సత్తురేకులు 71
సదృశ అణువులు (యూనిట్లు) 588
సన్ బీమ్ 46
సన్ మైకా 700
సన్నికల్లు (రుబ్బురోలు) పాత్రము 184,
సపోనైట్ 598
సప్రెస్సరు గ్రిడ్ 301, 713
సబ్ మెరీన్ కేబిల్ కర్మాగారము 371
సబ్ వే మార్గము 76, 687

సబ్‌సానిక్ క్రూయిసింగ్ 750
సబ్ స్టేషనులు 682
సబ్బువరిశ్రమ **103**, 251, **778**, 780
సబ్లైమ్డ్ వైట్ లెడ్ 573
సమకంపన రేఖలు (ఐసో సీస్మల్ లైన్స్) 607
సమ చతురస్రపు (రాంభో హెడ్రల్) పగులు 323
సమతల కోణము (రేడియన్) 791
సమతల జ్యామితి 230
సమతల నిర్మాణము (ప్లేన్ స్ట్రిక్చర్) 505
సమతాపక (ఐసోతెర్మల్) వ్యాకోచనము 293
సమతోలన కవాటము 223
సమతోలన స్థిరాంకము (ఈక్విలిబ్రియమ్ కాన్‌స్టెంట్) 286
సమబాహు త్రిభుజాకారము 778
సమయోజనీయ బంధనము (కోవెలెంట్) 707
సమరూపకరణము (ఐసోమరైజేషన్) 247
సమరూపత (ఐసో మార్ఫిజమ్) 319
సమ విద్యుదంకము (ఐసో ఎలక్ట్రిక్ పాయింట్) 299
సమ సంయోజనము (ఐసో సింతసిస్) 249
సమస్థానీయములు (ఐసోటోప్) 434, 560
సమస్వనికము (ఐసోటోన్ సోనిక్) 714, 715, 719
సమాంగ రూపకరణము (ఐసోమరైజేషన్) 474, 580
సమాగమము (రెండివూ) 111
సమాచార సిద్ధాంతము (ఇన్ఫర్మేషన్ థియరీ) 377, 391
సమాన గురుత్వాకర్షణ రేఖలు (ఐసోగామ్‌లు) 312
సముద్ర గర్భము 112
సముద్ర జీవులు 110, 113, 528
సముద్రపు పాచి (ఆల్గే) 113
సముద్ర భూశాస్త్రము (మెరీన్ జియాలజీ) **780**
సముద్రయానము 424, **781** చూ. నౌకాయానము.
సముద్ర విమానము (సీ ప్లేన్) 755
సముద్రశాస్త్రము 131, 616
సమ్మిశ్రకములు (ఎడ్మిక్స్చర్‌లు) 487, 538
సమ్మెటలు **14**, **28**, **29**
సర్ హింద్ కాలువ 53, 57
సరళ ఆవర్తకము (ఆల్టర్నేటరు) 734
సరళ ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము (ఆవర్తకము) 730, 734
సరళ కారకము (రెక్టిఫయర్) 793
సరళఘన (క్యూబిక్) పద్ధతి 598
సరళ చలాయన పరికరము 727
సరస్సులు 134, 209, 358, 521, 522
సర్క్యూట్ 62, 202, 359, 429, 447, 677, 730, 734
సర్క్యూట్ బ్రేకర్ 357
సర్జిటాంకు 356, 357
సర్దాసాగర్ 524
సర్పగంధి (రావుల్ఫియా సర్పెంటినా) 107
సర్పిలకోశము (స్పిరల్ కేసింగ్) 354
సర్పెన్‌టీ (రై)న్ 317, 770, 771, 773
సర్ఫ్ 104
సర్విసు మాడ్యూల్ 693
సర్వేసు జిగురు 701
సర్వే నౌకలు 539
సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ 8, 79, 81, **88**, 92, 101, 194, 211, 251, 262, 270, 286, 321, 365, 454, 464, 473, 536, 567, 574, 591, 598, 601, 656, 742, **782**, 787, 798
సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ 711, 782
సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ 344, 365, 472, 562, 658, 744, 783
సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ క్లోరీన్ 787
సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు 165
సల్ఫర్ డై క్లోరైడ్ 101
సల్ఫర్ రంగులు 710
సల్ఫాథయోజోన్ (M&B 760) 106
సల్ఫానిలమైడ్ 106
సల్ఫనేషన్ 710, 711, **786**
సల్ఫా పిరిడీన్ (M&B - 693) 106
సల్ఫామందు 106
సల్ఫార్సి ఫినామీన్ 106
సల్ఫేట్ ఆవ్ పొటాష్ మగ్నిషియా 92
సల్ఫేట్ - కార్బొనేట్ 297
సల్ఫేటీకరణము 740
సల్ఫైచేషన్ పద్ధతి 343, 344
సల్ఫోనిక్ ఆమ్లములు 268
సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌లు 196, 708, 786, 787
సల్ఫోనీకరణము 531, 788, 787
సల్ఫోనేట్ 532, 787
సల్ఫోఫైల్ 628
సవాయ్ జయసింహుడు (1686 - 1734) 24
ససానియన్ సామ్రాజ్యము (క్రీ. శ. 224-641) 23
సస్తన (మామెల్) ములు 135, 138, 139, 298
సస్య విజ్ఞానము (అగ్రానమీ) 695
సస్య సంగ్రాహకము (కంబైను) 4
సహజవాయువు (నేచురల్ గాస్) (భూగర్భమునుండి జనించు వాయువు) 180, 231, 239, 315, 519, 533
సహాయక కేబిలు 402
సహాయక స్విచ్చిగేర్ 440
సాంఖ్యక శాస్త్రము 230
సాంఘిక శాస్త్రము 3, 247
సాంచీ స్తూపము 482
సాంద్ర ఆసిడ్ అయన్ వినిమయకము 296
సాంద్ర ఆసిడ్ లవణములు 286
సాంద్రత (డెన్సిటీ) 209, 595, 713, 714
సాంద్రత (కిలోగ్రామ్/క్యూబిక్ మీటరు) 792
సాంద్రీకరణము (కండన్సేషన్) 142, 254, 588, 600, 658
సాంద్రీకారకము (కండెన్సర్)లు 252, 256, 438, 440, 528, 539
సాంద్రీభవనము 254, 553
సాంబ్రాణి 363, 701
సాకిరేన్ 105
సాకెట్‌లు 337, 590
సాగర సేద్యము 112
సాటరన్ పరంపర 111
సాధారణ తాపక్రమము (డిగ్రీ సెల్సియస్) 791
సాధారణ ప్రవాహ మట్టము (ఓ. ఎఫ్. ఎల్.) 348
సాన్‌స్టీల్ (ఉక్కు లేనిది) 289
సాపేక్ష ఆర్ద్రతా శాతము (పెర్సెంట్ రెలిటివ్ హ్యూమిడిటీ) 210
సాప్రోఫెలిక్ శిలీంధ్రములు (పుట్ట గొడుగులు) 134
సామర్థ్యము (కెపాసిటీ) 196, 726
సామర్థ్యము (వాట్) 791
సామాన్య ఏకకండీ టర్బోప్రాప్ 752
సామ్రాజ్యకుల్య (ఇంపీరియల్ కాలువ) 34

సామ్రాజ్యకుల్య (ఇంపీరియల్ కాలువ) 84
సాయన సంవత్సరము (ట్రాపికల్ ఇయర్) 434
సారణ (నడుపుట) 543, 544
సారాన్ 458
సారాంశము (అబ్‌స్ట్రాక్ట్) 151
సారెల్ సిమెంటు 504
సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ 170, 171
సాల్ట్ కేక్ 251
సాల్ట్ పీటర్ (సూరేకారము) 536, 537
సాల్వర్ సాన్ 106
సాల్వా (1816) 377, 390
సాల్వే ప్రక్రియ 252
సాహా ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ న్యూక్లియర్ ఫిజిక్స్ 607
సింకోనా తోటలు 106
సింకోమ్ 110, 720
సింక్రోట్రాను 174
సింక్రోనైజింగ్ తరంగములు 414
సింక్రోనైజింగ్ పల్స్ 412, 413
సింగర్ 46
సింగిల్-ఆక్టింగ్ ఇంజను 152, 156, 216
సింగిల్ స్పిండిల్ 651
సింతటిక్ అమోనియా ప్రాసెస్ 91
సింతటిక్ దారములు 452
సింతటిక్ పెయింట్లు-లాకర్ 455
సింతటిక్ పోలీ ఎమైడ్ రెసిన్‌లు 592
సింతటిక్ రెసిన్ 575
సిందియా స్టీమ్ నావిగేషన్ 107
సింద్రీ ఎరువుల కర్మాగారము 81
సింధు-గంగా మైదానము **149**
సింధు జలముల ఒడంబడిక 50
సింధు నది 7, 19, 20, 50, 134, 157, 517, 605
సిగ్నల్ (లు) 192, 201, 294, 378, 391 397, 550, 553, 593, 680
సిగ్నలింగు 379, 396
సిగ్నలింగు - ఇంటర్ లాకింగు వ్యవస్థ 683, 685
సిగ్నలింగు కోడ్ 380
సిగ్నలు ప్రసారము 381
సిగ్నలు వ్యవస్థ - టెలి కమ్యూనికేషన్ 683
సి. జి. కుర్టిన్ 217
సిట్రిక్ ఆసిడ్ 227, 504
సిద్ధపీడిత (ప్రీ స్ట్రెస్డ్) కాంక్రీటు 160
సిద్ధప్రపీడిత కాంక్రీటు దూలములు 160
సిద్ధమిశ్రిత కాంక్రీటు 487
సిన్‌టాన్‌లు 450, 451
సినిమా 6, 82, 287, 471, 596
సిబోగా (1899-1900) 780
సిమెంటు కాంక్రీట్ 60, 347, 503, 608, 667, 699
సిమెంటు 2, 58, 60, 81, **96**, 108, 238, 266, 323, 370, 416, 462, 480b, 484, 495, 504, 606, 662, 688, 695, **788**, 789, 797, 807
సిమెంటు జిగురులు 170, 171
సిమెంటు నిర్మాణము 419
సిమెంటు పెయింటు 496, 503
సిమెంటు మానుఫ్యాక్చరర్ అసోసియేషన్ 96
సిమెంటు సున్నము 788
సిమెంటు - సుర్కీ నిర్మాణములు 788
సిర్ - దర్యా నది 50
సిర్ - సిల్క్ 459
సిరంజీలు 94
సిరాకలము (ఇంకింగ్ పెన్) 426, 642
సిరియమ్ 627, 772
సిలికన్ 135, 187, 207, 238, 241, 285, 323, 498, 627, 740, 788
సిలికన్ కార్బైడ్ 304, 743
సిలికన్ డై ఆక్సైడ్ 321
సిలికన్ ఫ్లోరైడ్‌లు 104
సిలికా 36, 166, 188, 209, 227, 238, 272, 332, 504, 527, 534, 578, 628, 772, 784
సిలికా-అల్యూమినా 144
సిలికా ఇటుకలు 236, 663
సిలికా చూర్ణము 273
సిలికా జెల్ 177, 472
సిలికా తోటలు 473
సిలికాన్ ఉక్కు కడ్డీలు 63
సిలికా - మగ్నీషియా 144
సిలికా రిఫ్రాక్టరీ 332
సిలికేట్ ఖనిజములు 316, 364, **789** చూ. ఖనిజములు, వర్గీకరణము.
సిలికేట్‌లు 136, 187, 208, 319, 321, 362, 471, 529, 628, 770, 77,3788
సిలింగ్ పూతిక చెట్లు 554
సిలిండరు 41, 47, 73, 152, 171, 200, 216, 222, 242, 294, 420, 434, 538, 548, 565, 580, 588, 643
సిలిసిక్ ఆసిడ్ 471, 770
సిలీనిక్ ఆసిడ్ 598
సిలీనియమ్ 194, 252 627, 647
సిలూరియన్ 189
సిల్కు స్క్రీన్ ప్రింటింగు 647, 677
సిల్కు స్క్రీన్ ముద్రణ పద్ధతి 679
సిల్లిమనైట్ 145, 297, 316, 325, 332, 663, 671, 770, 772
సిల్వర్ అయొడైడ్ 71
సిల్వర్ క్లోరైడ్ 71
సిల్వర్ నైట్రేట్ 70, 679
సిల్వర్ హేలైడ్ 594, 595, 596
సివిలు ఇంజనీరింగు **3**, 4, 7, **31**, 41, **48**, 309, 437, 503
సిస్టమ్ ఇంటర్నేషనల్ యూనిట్లు 653, **789**
సీజియమ్ 411, 412, 434, 604, 627
సీమగుగ్గిలము 367
సీమసున్నము 70
సీమెంటేషన్ విధానము 238
సీలింగ్ ఫాన్ 336
సీలింగ్ రోజ్ 338
సీసపు ఖనిజము (లెడ్ సల్ఫేట్) 28, 364
సీసపు లవణములు 655
సీస మందిరములు 88
సీసము 16, 30, 104, 127, 135, 145, 149, 207, 219, 252, 266, 271, 314, 221, 361, 372, 405, 502, 531, 549, 573, 624, 629, 642, 658, 740, 788
సీస సంచాయక ఘటము (లెడ్ అక్యూమిలేటర్ సెల్) 95
సీస్మోగ్రాఫ్‌లు (రికార్డు యంత్రము) 313, 607, 610, 618
సీస్మో మీటరులు 617
సుక్కూర్ బరాజు 50
సుగంధ ద్రవ్యములు 33, 227
సుత్తిపెట్టు నూతులు 581
సుత్తిపెట్టు యంత్రములు (హామర్ మిల్) 136
సుదూర వార్తా ప్రసారము 378
సునిశిత త్వము (సెన్సిటివిటీ) 595
సున్నపునీరు (మిల్క్ ఆవ్ లైమ్) 344
సున్నపురాయి 22, 32, 33, 134, 145, 165, 208, 235, 264, 275, 311, 344, 362, 498, 554, 611
సున్నము (కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్) 4, 87, 104, 171, 238, 251, 296, 331, 343, 366, 416, 498, 513
సున్నము - సోడా పద్ధతి 295
సుపీరియర్ సరస్సు 146

సుప్రవాహి వస్తువు (స్ట్రీమ్ లైన్డ్ బాడీ) 715
సుప్రవాహి రేఖ (స్ట్రీమ్ లైన్) 714, 716, 717, 813
సుఫల 274
సుబర్ణరేఖానది 84, 524
సుమేరియన్‌లు 14, 15, 108
సురక్షిత వహన సామర్థ్యము (సేఫ్ బేరింగు కెపాసిటీ) 482
సుర్కి సున్నము 480b, 788
సువర్ణముఖి నది 702
సూక్ష్మ క్రిమిరహితము 228, 229
సూక్ష్మక్రిములు 110, 184, 228, 308, 368, 656
సూక్ష్మజీవులు 9, 135, 306, 528
సూక్ష్మదర్శిని 136, 172, 319, 324, 774
సూక్ష్మభాషిణి (మైక్రోఫోన్) 767, 768
సూచక (ఇండికేటర్) వృక్షములు 624
సూచక శిలాస్థులు 621
సూచీ దీపములు 396
సూదంటు రాయి 311, 312, 322
సూపర్ ఆలిండియా గ్రిడ్ పద్ధతి 64
సూపర్ గ్రిడ్ 788
సూపర్ పాసేజ్ 480F
సూపర్ ఫాస్ఫేట్ 81, 92, 270, 343, 742, 772
సూపర్ సానిక్ ట్రాన్స్‌పోర్ట్ (S. S. T.) 79, 759
సూపర్ సానిక్ వియద్గమనము 751
సూపర్ హీటర్‌లు 219, 564
సూపర్ హెట్ రేడియో రిసీవరు 414
సూయజ్ కాలువ 49
సూరేకారం (పొటాసియమ్ నైట్రేట్) 89, 536
సూర్యమందిరము 32
సూర్య వికిరణము 160, 632
సెంట్ పీటర్స్ చర్చి 778
సెంటిగ్రేడు 435
సెంటిమీటరు 433, 436
సెంట్రల్ ట్రాఫిక్ కంట్రోలర్ 683
సెంట్రల్ బిల్డింగ్ రీసెర్చ్ ఇనిస్టిట్యూట్ 572
సెంట్రల్ వ్యాలీ ప్రాజెక్టు (మధ్యలోయ ప్రణాళిక) 51
సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపు సెట్లు 843, 845, 616, 812
సెంట్రిఫ్యూగల్ యంత్రములు 844, 531, 533
సెంట్రిఫ్యూజ్ పరికరము 264, 455
సెండిట్రాన్ 280
సెకండరీ (మాధ్యమిక) ఆల్కహాల్ 249
సెకండరీ (నిర్వాసిత) బంకమన్నులు 597
సెకండరీ బిన్నులు 480c
సెకండరీ బ్యాటరీలు **95**
సెకండరీ లేదా మెసజోయిక్ (మధ్యమ జీవక) యుగము 139
సెకను (కాలము) 433
సెక్షన్ షాఫ్ట్ 753
సెట్ - స్క్వేర్ లు 36
సెమఫోర్ 683
సెమీ కండక్టర్లు (అర్ధ విద్యుద్వాహకము) 280, 447, **792**
సెయింట్ లూయీ నది 362
సెర్వో పద్ధతి 47
సెలెక్టరు 398, 401
సెలోటేప్‌లు 426
సెలోఫేన్ 294, 462, 797, 799
సెల్ఫ్ స్టార్టర్లు 722
సెల్యులర్ కాంక్రీటు 504
సెల్యులాయిడ్ 102, 171, 425, 531, 589, 797
సెల్యులో (జ్) స్ 101, 216, 224, 289, 452, 462, 499, 501, 587, 590, 705, 707, 794
సెల్యులో (జ్) స్ ఆసిటేట్ 102, 452, 587, 591, 706, 768, 798
సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ దారము 101
సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ రయాన్ 797
సెల్యులోస్ ఆసిటేట్ స్టెపిల్ దారము 81
సెల్యులోస్ ఆసిటో బూటిరేట్ 798
సెల్యులోస్ ఈథర్‌లు 170, 797, 799
సెల్యులోస్ ఎస్టర్‌లు 170,575,797,799
సెల్యులోస్ జాంతేట్ 458
సెల్యులోస్ ట్రై నైట్రేట్ 591
సెల్యులోస్ నైట్రేట్ 169,589,591,799
సెల్యులోస్ ప్రొపియొనేట్ 589
సెల్యులోస్ ప్లాస్టిక్కులు 589, 799
సెల్యులోస్ లాకరులు 575
సెల్యులోస్, సెల్యులోస్ ఉత్పన్నములు **794**
సెల్యులోస్ సోడియమ్ జాంతేట్ 799
సెల్సియస్ డిగ్రీ (°C) 436
సెస్క్వి సిలికేట్ 472, 473
సేతు నిర్మాణము 34
సేతువులు 347, 694, 801
సేద్యపు నీరు 34, 305
సేఫ్టీగ్లాస్ 171
సైకిల్ డైనమో 335, 337
సైకిలు 2, 82, 481, 673, 799
సైక్రో మెట్రీ 210
సైక్లిజేషన్ 247, 250
సైక్లోట్రాను 173, 174
సైక్లోసెపరేటర్ 264
సైక్లో హెక్సనోల్ 565
సైక్లో హెక్సేన్ 456, 580
సైక్లో హెక్సిల్ ఎమీన్ 248
సైడరైట్ (ఐరన్ కార్బొనేట్) 235, 319, 323, 362
సైడిరో ఫైల్ 627, 629
సైన్ తరంగము 722
సైన్ బోర్డు 572
సైన్ సాయిడల్ తరంగములు 407
సైనమైడ్ 261, 740
సైనైట్ 167, 324
సైనైడ్ 600, 740
సైన్సు 1, 432, 433
సైఫన్ పొర్లుబాటలు 815
సైఫన్ రికార్డరు 384, 385, 390
సైబర్నెటిక్స్ 3, 245, 247
సైమన్ కార్ల్స్ సంస్థ 97
సైమన్ మార్టిన్ 239
సైలెంట్ ఇంజను 44
సైరన్ 545, 548, **799**
సొరంగ నిర్మాణము 684
సొరంగపు ఆవము 498
సొరంగపు ఖని పరిశ్రమ (డ్రిఫ్ట్ మైనింగ్) 328
సొరంగములు 75, 125, 148, 159, 206, 304, 314, 326, 342, 354, 419, 426, 480b, 480f, 611, 685, 801, 809
సొరుగు (లెడ్జ్) 480c
సొలెగాల్ ప్రక్రియ 532
సోడర్ బర్గ్ ముద్ద 188
సోడర్ బర్గ్ విద్యుదగ్రము 189
సోడాక్షారములు 345, 799, **800** చూ. కాస్టిక్ సోడా.
సోడాయాష్ 81, 86, 183, 779
సోడాలై 87, 772
సోడా సబ్బులు 108
సోడా సిలికేట్ 472
సోడా - సున్నపు గాజు 332

సోడా సున్నపు సిలికా గాజులు 331
సోడియమ్ 22, 135, 178, 194, 207, 254, 261, 299, 300, 323, 434, 527, 627, 657, 740, 743, 770, 772, 779
సోడియమ్ అయను 582
సోడియమ్ అయొడేట్ 536
సోడియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్ (జియొలైట్) 582
సోడియమ్ అల్యూమినేట్ ద్రావణము 188
సోడియమ్ ఆల్కాహాలేట్ 261
సోడియమ్ ఆవిరిదీపము 469, 470
సోడియమ్ కార్బొనేట్ (చాకలి సోడా) 87, 252, 262, 295, 472, 563, 582, 762
సోడియమ్ కాల్సియమ్ ఫెల్‌స్పార్‌లు 324
సోడియమ్ క్లోరేట్ 297
సోడియమ్ క్లోరైడ్ (ఉప్పు) 133, 209, 313, 473,527, 536, 563, 582, 659
సోడియమ్ క్లోరైడ్ (ఉప్పు) ద్రావణము 297
సోడియమ్ డైక్రోమేట్ 194, 460
సోడియమ్ థయొసల్ఫేట్ (హైపో) ద్రావణము 595
సోడియమ్ ధాతు బాష్పము 468
సోడియమ్ నైట్రేట్ (చిలీ సాల్ట్‌పీటర్) 90, 261, 264, 536
సోడియమ్ పెంటా క్లోరోఫినేట్ 460
సోడియమ్ పెర్మాంగనేట్ 194
సోడియమ్ పైరాక్సీన్ 771
సోడియమ్ పైరో సల్ఫేట్ 780
సోడియమ్ పోలీ సల్ఫైడ్ 710
సోడియమ్ ఫినేట్ 711
సోడియమ్ ఫినోలేట్ క్రిసైలేట్ 303
సోడియమ్ ఫ్లోరో - సిలికేట్ 104
సోడియమ్ బాష్పదీపములు 471
సోడియమ్ బై కార్బొనేట్ (రొట్టెల సోడా) 88, 267, 528
సోడియమ్ బైక్రోమేట్ 708
సోడియమ్ బై సల్ఫేట్ 536
సోడియమ్ మెటా సిలికేట్ 472
సోడియమ్ మోనో ఫాస్ఫేట్ 528
సోడియమ్ సల్ఫేట్ 81, 209, 296, 472, 536
సోడియమ్ సల్ఫైట్ 81, 456
సోడియమ్ సల్ఫైడ్ 360, 707
సోడియమ్ సిట్రేట్ 107
సోడియమ్ సిలికేట్ 472, 575, 779
సోడియమ్ హెక్సా ఫాస్ఫేట్ 528
సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ 295, 454, 591, 762
సోడియమ్ హైడ్రో సల్ఫైట్ 261, 707
సోడియమ్ హైడ్రో సల్ఫైడ్ 260
సోదక అల్యూమినియము సిలికేట్‌లు 325, 567, 770, 778
సోదక మగ్నీషియమ్‌సిలికేట్‌లు770,778
సోన్ కాలువ 521
సోన్ వంతెన 49
సోనే (నీ) బరాజు 300, 524
సోమరింగ్ 377, 390
సోయాబీన్ గోదు 170
సోయాబీన్ ప్రోటీన్ 575
సోర్సు ఎన్ కోడరు 392
సోర్సు డీ కోడరు 392
సోలానీ అక్విడెక్ట్ 52, 53
సోలార్ కుక్కరు 900
సోలార్ బ్యాటరీ 800, 801
సోల్డర్‌లు 372, 373, 676, 680
సోల్డరింగ్ ఐరన్ 335
సోల్డరింగు 304
సోహో ఇంజనీరింగు వర్క్స్ 37
సౌండ్ ఇంజనీరింగు 287
సౌండరు 380, 383
సౌర యంత్రము (సోలార్ ప్లాంట్)800
సౌర వికిరణము 350
సౌర విద్యుద్ఘటమాల 800
సౌర విద్యుద్ఘటములు 722
సౌరశక్తి 359, 557
సౌర సంవత్సరము 17
స్క్వవ సమానాంతర రేఖాకృతి (బాండింగ్) 671
స్కర్వీ (నంజు వ్యాధి) 228
స్కాండియమ్ 627
స్కాచ్ డెరిక్ 309
స్కాట్ ఆర్చర్ 71
స్కానింగు 410, 415, 645
స్కాపొలైట్‌లు 325
స్కార్ఫ్‌డ్ జాయింటు 699
స్క్రూలు 236, 480d
స్కల్లింగ్ 377
స్కూటర్లు 4, 48, 109, 197
స్కూల్ బ్రాడ్‌కాస్టింగ్ కౌన్సిల్ ఫర్ ది యునైటెడ్ కింగ్‌డమ్ 68
స్కెచ్ 230
స్కేలు 17
స్కేలు పెట్టె 426
స్కోరియా 164
స్టాండర్డ్ ఆయిల్ కంపెనీ 100
స్టాండర్డ్ ఆసిలేటరు 225
స్టాండర్డ్ గేజ్ 680
స్టాండర్డ్ మోటారు కారులు 47
స్టాక్‌టికర్ యంత్రము 258
స్టాట్స్‌మిజెనెస్ ప్రక్రియ 270
స్టానస్‌క్లోరైడ్ 599
స్టాప్ సిలిండరు మిషను (ముద్రణ) 643
స్టార్ బోర్డు 545, 648
స్టార్ బోర్డు ఎయిల్‌రాన్ 755
స్టారొలైట్ 770, 772
స్టార్చి 369
స్టార్చి అడ్‌హెసివ్‌లు 170
స్టిక్ (ముద్రణ) 642
స్టిఫాన్-బోల్ట్‌జ్‌మన్ స్థిరాంకము 255
స్టియరిక్ ఆసిడ్ 81, 373, 530, 656
స్టియరిక్ ఆసిడ్ ట్రైగ్లిసరైడ్ 530
స్టీఫెన్‌సన్ డిజైను 222
స్టీమ్ ఇంజను 44
స్టీమ్ టర్బయిన్ 42, 44
స్టీమ్ బోట్ (ఆవిరి నౌక) 593
స్టీమ్ బోట్ నౌకాయానము (నావిగేషన్) 593
స్టీరింగు 47, 198, 200, 201, 339, 541, 548
స్టీరింగు గేర్ 200, 541, 548
స్టీరింగు గేర్ బాక్స్ 339
స్టీరింగు చక్రము 200, 201, 548, 589
స్టీరింగు నకుల్ 200
స్టీరింగు నిబంధనలు 547
స్టీరియో 643
స్టీరియో టైపింగ్ 73
స్టీరియో మ్యాట్రిక్స్ 643
స్టీరిన్ 8, 216, 497, 592, 657
స్టూడియో 674, 676
స్టెంజల్ ప్రక్రియ 264
స్టెంసిల్ 678, 679
స్టెప్ డౌన్ ట్రాన్స్ ఫార్మరు 723
స్టెబిలైజర్ 758
స్టెయిన్ లెస్ స్టీల్ 249, 564, 270, 286, 310, 373, 480i, 481, 538,566,602
స్టెయిన్‌లెస్ స్టీలు రైలు టాంకర్ 298
స్టెయిరీన్ 195, 592
స్టెల్ కులెన్ యురెన్స్ 369
స్టేడియో అద్దము 410
స్టేఫిల్ ఫైబర్ 452

స్టోరేజి బ్యాటరీ 463
స్తంభ నిర్మూలనము (డి పిల్లరింగ్) 611
స్తంభపు బట్టీ 302
స్తంభములు 303, 403, 481, 485, 499, 504, 697
స్తరచ్యు(తులు)తి 141, 147, 554, 610, 801
స్తర పంజరములు 516
స్తర భూశాస్త్రము **125**, 137, 533
స్తరములు (పొరలు) 130, 515, 605
స్తర శిలాశాస్త్రము (స్ట్రేటిగ్రఫీ) 514
స్తరాత్మక అనుకరణము (ఆర్డర్ ఆవ్ సూపర్ పొజిషన్) **122**
స్తరావరణము **132**
స్తరీకరణము 554
స్తరీకృత నిక్షేపములు 611
స్తూపాకారపు డోలు 210
స్తూపాకారపు (రౌండు) పరిగ్రాహకము 236
స్తూపాకార బాయిలర్లు 221
స్తూపాకారము (స్టీపిల్) 665
స్థల విన్యాసము (లాటిస్) 331
స్థలాంతర నిక్షేపములు 364
స్థాన నిర్దేశము (లొకేషన్) 355
స్థానభ్రంశము 633
స్థానిక ప్రకంపిని (లోకల్ ఆసిలేటర్) 414, 675
స్థానిక ప్రతిబలము 541
స్థానిక ప్రాక్ నిర్మాణము 585, 586
స్థితి శాస్త్రరీత్యా అనిశ్చిత నిర్మాణములు 489
స్థితి స్థాపక గుణము 669
స్థితి స్థాపకత (ఎలాస్టిసిటీ మాడ్యులస్) 311, 324, 452, 616
స్థితి స్థాపక తరంగములు 313, 314
స్థితి స్థాపకతా నిరోధక మధ్యగుణకము 669
స్థితి స్థాపకతా నిరోధక సిద్ధాంతము 609
స్థితి స్థాపక సిద్ధాంతము 697
స్థిర ఆయతన ఆవృత్తి (ఓటో ఆవృత్తి) 258
స్థిరకము (స్టేటార్) 437
స్థిరతల్ప అధిచూషకములు 177
స్థిరతల్ప ప్రక్రియ (లర్జీ ప్రక్రియ) 180
స్థిరప్రఘాతము (స్టాటిక్ థ్రస్ట్) 746
స్థిరప్రేష ఆవృత్తి (డీసెల్ ఆవృత్తి) 258
సిరవిద్యుత్తు 647, 679
స్థిర విద్యుత్కేంద్రీకరణము (ఎలక్ట్రో స్టాటిక్ ఫోకసింగ్) 224
స్నానాగారములు 5, 19
స్నిగ్ధత (విస్కాసిటీ) 713, 715, 756
స్నెల్లియస్ (1929–30) 780
స్పందనము (ఆసిలేషన్) 794
స్పందప్రేషకము (వల్వు ట్రాన్స్‌మిటరు) 660
స్పర్శని (కాంట్రాక్ట్ మేకర్) 336
స్పర్శపత్రము (కాంటాక్ట్ బ్లేడ్) 386, 395
స్పాంజి 237, 589
స్పార్క్ తంతివిధానము 376, 377
స్పినెల్ 363, 654
స్పిన్న రేటు 453, 456
స్పిన్నింగ్ జెన్నీ యంత్రము 28
స్పిరుటులు 103, 227
స్పిల్ వే 59, 341, 427, 480c **801** చూ. డాములు.
స్పిలియమ్ – విత్తనము 369
స్పీకరు 193
స్పీకరు ఇంపిడెన్స్ 202
స్పూల్ (కాగితముల పెద్ద చుట్ట) 73
స్పెక్ట్రోగ్రాఫ్ 597
స్పెసిఫికేషన్లు 300, 374
స్పెస్సార్‌టైట్ 773
స్పేస్ 382, 643
స్పేసింగ్ 378, 380, 388
స్పేసింగ్ ఇంపల్స్ 380, 387
స్ప్రింగు బఫరు 656
స్ప్రింగులు 727
స్ప్రేయింగ్ విధానము 676, 678
స్ఫటిక గుచ్ఛములు 654
స్ఫటికము (పద్మరాగము) 650
స్ఫటికములు 87, 208, 263, 270, 297, 318, 321, 365, 464, 601, 653, 792
స్ఫటిక శిలలు (క్వార్ట్జ్) 16, 312, 470, 537, 770
స్ఫటికీకరణ ప్రక్రియ 267, 303
స్ఫటికీకరణము 142, 216, 266, 303, 316, 331
స్ఫటికీభవనము 212
స్ఫటిక శాస్త్రము (క్రిస్టలోగ్రఫీ) 278, 317
స్ఫాలెరైట్ (జింకు సల్ఫైడ్) 317, 321, 368
స్ఫుత్నిక్ – I 110
స్ఫుత్నిక్ – II 110
స్ఫులింగ జ్వలనము 156
స్ఫోరక దీపము (ఫ్లోరసెంట్) 335
స్మాల్ ఆర్మ్స్ ఫ్యాక్టరీ 109
స్మిత్సనైట్ 361
స్రోతస్సులు 126, 134, 191, 386, 391, 402
స్క్రోల్ కేస్ 357
స్క్రీన్ గ్రిడ్ 443, 711, 712, 718
స్క్రీన్ ప్రింటింగ్ 647
స్క్రూ కప్లింగ్ పద్ధతి 662
స్క్రూ డ్రైవరు 701
స్ట్రక్చరల్ రెయిల్ మిల్లు 86
స్ట్రైట్‌లు 207, 544
స్ట్రాన్షియమ్ 113, 425, 442, 627
స్ట్రాన్స్‌ఫర్డ్ నిక్షేపములు 209
స్ట్రిక్నిన్ (ముషిణికాయ లోనిది) లవణములు 105
స్ట్రిపింగ్ ఫిల్ము 596
స్ట్రూజిన్ 61
స్ట్రెప్టో మైసిన్ 307
స్ట్రెల్కా (కుక్క) 110
స్ట్రోబో స్కోపు 390
స్ట్రోజర్ 397
స్ట్రోజర్ ద్విగమన సెలెక్టరు 400
స్ట్రాజర్ స్విచ్చి 398
స్ప్రాకెట్లు 46
స్ప్రింగ్(గు) 200, 280, 312, 336, 380, 385, 401
స్ప్రింగు చానల్ బైండింగు 169
స్ప్రే (చల్లుట) 170
స్లాగ్ 276, 662, 673, 664
స్లాగ్ సిమెంటు 503
స్లాబ్ నిర్మాణము 486, 498
స్లాబ్ పీఠము 688
స్లాబ్‌లు 483, 485, 488
స్లింగ్ శైత్యమాపకము 211
స్లిప్ రింగులు 724, 725
స్లీపర్లు 289, 303, 586, 684
స్లూయిస్‌లు 480a
స్లైడ్ రూల్ 26
స్లైడింగ్ కాలర్ 340
స్లైడింగ్ మెష్ గేర్ బాక్స్ 339
స్లైడింగ్ వేన్ 172
స్లోక్యూరింగు (తాపీగా మారుట) 655
స్ప్లిట్ రింగ్ కామ్యుటేటరు 725
స్వతఃప్రవర్తకము (సెల్ఫ్ స్టార్టర్) 200
స్వతఃప్రేరిత డైనమో 619

స్వతశ్చలన అంక గణిత్రము 277
స్వతశ్చలన గణిత్ర (కంప్యూటర్ టెక్నాలజీ) శాస్త్రము 3
స్వతశ్చలనము (ఆటోమేషన్) 2, 40, 115, 643, 651
స్వతశ్చలన యంత్రము 169
స్వతశ్చలన విధానము 283
స్వతశ్చలిత కవాటములు 429
స్వతశ్చలిత కేంద్రములు 396, 397, 398
స్వతశ్చలిత (ఆటోమాటిక్) తంతి విధానము 384
స్వతశ్చలిత పద్ధతి (ఫెల్ ఫరేజ్) 371
స్వతశ్చలిత పునశ్చరణ తంతి విధానము (ఆటోమాటిక్ రిపీటింగ్ టెలిగ్రాఫ్) 259
స్వతశ్చలిత ప్రసారిణి (ఆటో మాటిక్ ట్రాన్స్‌మిటర్) 385, 386
స్వతశ్చలిత ప్రేరిత కార్బన్ దొంతిరకపు సాధనములు 409
స్వతశ్చలిత యంత్రములు 229
స్వతశ్చలిత స్టీరింగు 548
స్వతశ్చలిత స్విచ్చింగు విధానము 397
స్వతో రూపాంతరత (ఆటో మెటామార్ఫిజమ్) 671
స్వమార్గ సూచక సందేశములు 721
స్వయంచాలక శకటము 45, 222
స్వయంచోదక విధానము 279
స్వయంజనక జ్వలనము 330
స్వయంతృప్త వాతానుకూలనము 212
స్వయంప్రేరిత విద్యుత్తు చాలకబలము 732
స్వయంవిద్యుత్తు శక్యతా పద్ధతి (సెల్ఫ్ పొటెన్షియల్ మెతడ్) 313
స్వయం సారణులు 542
స్వరము (మాడ్యులేటెడ్) 447
స్వర మేళనము (ట్యూనింగ్) 648
స్వరరహితము (డిమాడ్యులేషన్) 447
స్వర్ణకారులు 536
స్వస్తిక్ ఆయిల్ మిల్స్ 104
స్వామిరత్నములు 654
స్వారీబండి (స్టేజ్ కోచ్) 39
స్విచ్చింగ్ పల్స్ 302
స్విచ్చింగ్ వలయము 400, 403
స్విచ్చింగ్ వోల్టేజి 301
స్విచ్చి 309, 337, 388, 394, 497, 725, 739
స్విచ్చిగేర్ 108, 357
స్విచ్చి బోర్డులు 357, 396
స్విచ్చియార్డ్ 354, 358
స్విచ్చియార్డ్ ట్రాన్స్ మిషన్ లైన్‌లు 354
స్వెట్టరు ద్రావణము 454
స్వేచ్ఛా బాష్పీకరణము 601
స్వేచ్ఛా విహిత టర్బయిను 753
స్వేచ్ఛా విహిత టర్బోప్రాప్ 753
సేచ్ఛా సుప్రవాహినులు 716
స్వేదజలము (డిస్టిల్డ్ వాటర్) 220, 227, 528
స్వేదనము (డిస్టిలేషన్) 8, 177, 302, 464, 536, 579, 584, 600, **801**, 802
స్క్వీజ్ టైమ్ 283

హ

హంసపాదు కాగితములు (కర్రను సాపు చేయు గరగర కాగితము) 366
హడ్సన్ జలసంధి 424
హడ్సన్ నది 593
హనుమాన్ సాగరు బరాజు 304
హమ్మురబీ 19
హయర్ గ్లిఫిక్స్ (చిత్రలిపి) 20, 21
హరప్పా నాగరకత 21
హరికీ బరాజు 659
హవేలీ కాలువ ప్రాజెక్టు 50
హస్త చక్రము 541
హాన్సీ కాలువ 35, 53
హాండ్ కంపోజింగు 645, 646
హాండ్ సెట్ 394, 397, 400
హాట్-ప్లగ్ ఇంజను 152
హాట్-బల్బ ఇంజను 152
హాఫ్‌కిన్ ఇనిస్టిట్యూట్ 107
హాఫ్‌మన్ 98
హాఫ్‌మన్ ఆవము 498
హాయిస్ట్ క్రేన్ కప్పీ బ్లాకులు 309
హార్ గ్రీవ్స్ 28, 37, 41
హారన్ ఫెల్స్ 672
హారన్ బ్లెండ్ 168, 317, 324, 672, 771
హారన్‌రకపు లౌడ్ స్పీకర్లు 194
హారతి కర్పూరము 306
హారిజాంటల్ ఇంజను 760
హారిజంటల్ లేతు 651
హార్డ్ బోర్డు 500, 501
హార్బరు ఇంజనీరింగు 552, **802**
హార్బరు నిర్మాణము 804
హార్మోనిక్స్ 106, 201,
హార్వెల్ 559
హార్స్ పవర్ 43, 46, 61, 172, 199, 200, 218, 336, 681, 746, 790
హాస వాయువు 424
హిందూస్తాన్ ఇన్‌సెక్టిసైడ్ 105
హిందుస్తాన్ ఎయిర్‌క్రాఫ్ట్ లిమిటెడ్ 108
హిందూస్తాన్ ఎయిరో నాటిక్స్ ప్రభుత్వ సంస్థ 108
హిందూస్తాన్ పెన్సిలిన్ ఫ్యాక్టరీ 81
హిందూస్తాన్ మెషిన్ టూల్స్ ఫ్యాక్టరీ 81, 107
హిందూస్తాన్ లీవర్ కంపెనీ 204
హిటైట్ తెగ 14, 20, 22
హిప్పాలస్ 27
హిబ్రూ లిపి 20, 21
హిమ నదులు 53, 124, 304
హిమ ప్రళయములు 124, 135, 139
హిమ యుగములు **123**
హిమాంకము 435, 436
హిమాయత్ సాగర్ 582
హిరో (డిస్టిరో, కార్పాసియా) 371
హీటర్ 179, 219, 225, 338
హీటర్ ఫిలమెంట్ 338
హీరాకుడ్ డాము 60, 300, 355, 416 522, 807
హీరాకుడ్ ప్రాజెక్టు **807**
హీరాకుడ్ విద్యుత్తు కేంద్రము 356
హీరో రియాక్షన్ టర్బయిన్ 25
హీలియమ్ 127, 132, 165, 557, 561, 566, 627, 649, 760
హుక్కు నియమము 668, 669
హుగ్లీనది 49, 451, 697, 807
హుయాంగ్-టీ (క్రీ. పూ. 2640) 554
హుయాన్ స్యాంగ్ 685
హువాయీ నది 51
హుణులు (తార్తారులు) 32
హూవర్ డాము నిర్మాణము 51
హృదయదారువు (చేవ) 461
హెక్సాక్లోరైడ్ (బి. ఎచ్. సి.) 98
హెక్సామిన్ 102
హెక్సామెథిలీన్ టెట్రా ఎమీన్ 655
హెక్సామెథిలీన్ డై ఎమీన్ 101, 457
హెక్సేన్ 531
హెక్సేన్ ద్రావము 367, 582
హెకోస్డ్ 441
హెచ్చింపు (స్టెప్ అప్) ట్రాన్స్‌ఫార్మరు 733
హెటిరో సైక్లిక్ 250

హెక్రెడైన్ 675
హెడ్ రెగ్యులేటర్ 205,206, 305,480h
హెడ్‌వర్క్స్ 52, 54, 55
హెన్రీ 377, 378, 726, 790, 791
హెన్రీ కోర్డ్ 242
హెన్రీ ఫోర్డ్ 46
హెన్రీ బెస్సమర్ 83
హెన్రీ మాడ్స్‌లే (జ. 1771) 41
హెన్రీ సి. ఫ్రిక్ 293
హెప్టేన్ 250
హెప్టోడ్ 441
హెమీ సెల్యులోస్ 462, 796
హెమ్లాక్ 104
హెర్జ్‌లు 448
హెర్ట్జ్ 190, 434, 722
హెర్ట్జ్ (పౌనఃపున్యమునకు యూనిట్టు) 790
హెర్ట్‌జైట్ 447
హెర్మన్ స్టాలింజర్ 452
హెలికాప్టర్ 79, 315, 694, 754, 760, **808** చూ. విమానములు.
హెల్లోయ్‌సైట్ 325, 773
హెవీ ఆయిల్ 464
హెవీ ఇంజనీరింగు కార్పొరేషన్ 108
హెవీ ఎలక్ట్రికల్స్ (ఇండియా) లిమిటెడ్ 682
హెవీ ఎలక్ట్రికల్స్ సంస్థ 108, 218
హెవీ నాఫ్తా 181
హెవీ సైడ్ 382
హేడక్ చేప 366
హేబర్ 179, 182
హేమటైట్ (ఐరన్ ఆక్సైడ్)208, 235, 317, 321, 322
హేమంత దారువు 461
హేలోజన్ 322, 468, 471
హేలైట్ (సోడియమ్ క్లోరైడ్)316,322
హేలైడ్ 136, 320, 740
హైడ్రాక్సిల్ గణము 215, 530, 532
హైడ్రాక్సీ బెంజీన్ 787
హైడ్రాక్సీ బెంజో ఫినోల్‌లు 449, 450
హైడ్రాక్సైడ్ 188, 295, 599
హైడ్రాజో బెంజీన్ 260
హైడ్రాజో యౌగికము 259
హైడ్రాలజీ **808** చూ. జలశాస్త్రము
హైడ్రాలజీ ప్రాజెక్టులు 358, 359
హైడ్రాలిక్ (యాంత్రిక)అనుసంధానము 199
హైడ్రాలిక్ ఇంజనీరింగు 49
హైడ్రాలిక్ ఇంజనీరింగు స్కూలు 289
హైడ్రాలిక్ టర్బయినుల కవాటములు 288
హైడ్రాలిక్ క్లీనర్ యంత్రములు 112
హైడ్రాలిక్ టర్బయినులు (జల చక్రములు) 350, 353
హైడ్రాలిక్ నమూనాలు 419, **808**, 809
హైడ్రాలిక్ నిర్మాణములు 358, 480
హైడ్రాలిక్ పంపులు 548
హైడ్రాలిక్ ప్రెస్సు 580, 588
హైడ్రాలిక్ ఫోర్జింగ్ ప్రెస్సు 242
హైడ్రాలిక్ బ్రేకు **801** చూ. ఆటోమొబైల్ బ్రేకు.
హైడ్రాలిక్ యంత్రములు 41, 327
హైడ్రాలిక్ రోటరీ పద్ధతి 616
హైడ్రాలిక్ శాస్త్రము **810**
హైడ్రాలిక్ రోటరీ రిగ్ 616
హైడ్రాలిక్ సర్వీస్ బ్రేకులు 199
హైడ్రాలిక్ సిమెంటు 503
హైడ్రాలిక్ సున్నము 347, 504
హైడ్రేటెడ్ లైమ్ 504
హైడ్రేటెడ్ సిలికేట్ 178
హైడ్రేటెడ్ సున్నము 504
హైడ్రో కార్బన్ గణము 286
హైడ్రో కార్బన్ యౌగికము 181
హైడ్రో కార్బన్‌ల తాప విచ్ఛేదన పద్ధతి 563
హైడ్రో కార్బన్‌లు 174, 177, 181, 232, 234, 249, 258, 302, 464, 496, 534, 564, 566, 579, 580
హైడ్రో కార్బన్ వాయువు 165, 234
హైడ్రో క్లోరిక్ 598, 786
హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్ **89**, 92, 165, 251, 252, 260, 266, 272, 275, 286, 367, 537, 780
హైడ్రో క్వినోన్ 595
హైడ్రోజన్ 90, 132, 164, 177, 180, 187, 207, 215, 233, 248, 252, 260, 297, 377, 464, 534, 560, 579, 588, 592, 627, 629, 740, 760, 764, 774
హైడ్రోజన్ అయన్‌లు 528, 628
హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ 101
హైడ్రోజన్ టెలురైట్ 425
హైడ్రోజన్ పరమాణు కేంద్రకము 557
హైడ్రోజన్ పరమాణువు 259, 307, 474, 786
హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ 81, 308, 367, 740
హైడ్రోజన్ ఫాస్ఫైడ్ 425
హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ 271, 272
హైడ్రోజన్ వాయువు 179, 234, 262, 557, 565
హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ 165, 250, 265, 527, 567, 710, 774, 786
హైడ్రోజన్ సైనైడ్ వాయువు 105
హైడ్రో జనోలిసిస్ 249, 250
హైడ్రో-డీసెల్ ఫ్యూరైజేషన్ ప్రక్రియ786
హైడ్రో డైనమిక్ టోర్క్ కన్వర్టర్ 340
హైడ్రో డైసల్ఫ్యూరైజేషన్ 250
హైడ్రో తెర్మల్ (గౌణ ఉత్పత్తి) 772
హైడ్రో తెర్మల్ (తాపజల) నిక్షేపములు 145, 146
హైడ్రో ఫాయిల్ క్రాఫ్ట్ 544
హైడ్రో ఫార్మిలేషన 249
హైడ్రో ఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ 116, 272, 590
హైడ్రో సైక్లిక్ 248
హైపర్ సార్బర్ 176
హైపర్ స్త్రీన్ 323, 771
హై పవర్ మాగ్నెటో హైడ్రో డైనమిక్స్ కేంద్రము 116
హైపా బిస్సల్ శిలలు 166
హైపో క్లోరస్ ఆసిడ్ 763
హైపో క్లోరిన్ ఆసిడ్ 194
హైపో క్లోరైడ్ 308, 796
హైపో తెర్మల్ (అధిక తాప) 145
హై-ఫై స్పీకర్లు 194
హై బటను (ఎకరాన్) 665
హైబ్రిడ్ ట్రాన్స్‌ఫార్మరు 401
హై వాక్యూమ్ (అధిక నిర్వాత) గొట్టము 280
హై సిలికాన్ స్టీల్ పాత్రలు 88
హై స్పీడు ప్రసారపద్ధతి 66
హొయాంగ్ హో నది 19
హోమీ జహంగీర్ భాభా 606
హోల్డర్ 337, 590
హోవర్ క్రాఫ్ట్ 79, 544, 760
హౌరా వంతెన 49
హ్యాండు బ్రేకు 46
హ్రస్వ జలాంతర్గత కేబిలు వలయములు 385
హ్రస్వ తరంగము (మైక్రోవేవ్) 660, 673
హ్రస్వ తరంగ రేడియో ప్రసారము 391
హ్రస్వ వలయములు 338

పరిభాష

ఇంగ్లీషు - తెలుగు

A

Abacus – అబేకేస్

Abrasion – అపఘర్షణము

Abrasive – అపఘర్షకము

Absolute Humidity – నిరపేక్ష ఆర్ద్రత

Absorption – శోషణము; విచూషణము

Absorption tower – చూషణ గోపురము

Abstract – సారాంశము

Accelerating tube – త్వరణ నాళిక

Acceleration Due to Gravity – గురుత్వాకర్షణము

Accelerator – ఆక్సిలరేటరు – త్వరణకము

Accessories – ఉపకరణములు

Accoustical Insiuator – ధ్వనిబంధకము

Acetic Acid – ఆసిటిక్ ఆసిడ్

Acetone – ఆసిటోన్

Acetylene – ఆసిటిలీన్

A. C. Generator – ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము

Acid Igneous Rock – ఆమ్లక అగ్నిశిల

Acid Radicle – ఆమ్లగణము

Ackerman Steering – అకర్మన్ స్టీరింగ్

Acid – ఆసిడ్, ఆమ్లము

Acrylic – అక్రిలిక్

Acrylo Nitrile – అక్రిలో నైట్రిల్

Activated Carbon – ప్రేరిత కార్బన్

Adamantine – వజ్రతుల్యము

Adding Machine – సంకలన యంత్రము

Adhesive – అడ్‌హెసివ్

Adiabatic – అతాపక

Adiabatic Compression – అతాపక సంపీడనము

Adiabatic Saturation Temperature – అతాపక సంతృప్త తాపక్రమము.

Adsorbate – అధిచోష్యద్రవ్యము

Adsorbent – అదిచూషకము

Adsorption – అధిచూషణము

Adsorption Equilibrium – అధిచూషణ సమతులిత స్థితి

Adsorption Isotherm – అధిచూషణ సమతాపరేఖ

Aerial – ఆకాశతంతి, అకాశతంతువు

Aerial Photography ఏరియల్ ఫోటోగ్రఫీ

Aerodrome – విమానాశ్రయము

Aeronautics – విమానయాన శాస్త్రము

Aerodynamic Force – వాయుగతి బలము

Aerodynamic Wave Drag – వాయుగతి తరంగ నిరోధము

Aeroplane – విమానము

Affinity Chemical – రాసాయనిక మైత్రి

Afflux – వెల్లువ, ప్రవాహము

Agate – అగిట్

Agglomerate – ఎగ్లామరేట్

Agricultural Chemistry – వ్యవసాయ రాసాయనిక శాస్త్రము

Air Compressor – వాయు సంపీడనకము

Air Conditioning – వాతానుకూలనము (ఎయిర్ కండిషనింగ్)

Air Craft – వాయు విమానము

Air Craft Engines – విమాన ఇంజనులు

Air Cushion – గాలిదిండు

Air Heater – వాయు తాపకము

Air Ship – గాలి ఓడ

Albumen – ఆల్బుమిన్, గ్రుడ్డులోని తెల్లని సొన

Alcohol – ఆల్కహాల్

Aldehyde – ఆల్డిహైడ్

Algae – ఆల్గే

Algebraic Equation Solver – బీజవిషయిక సమీకరణ సాధన

Aliphatic Hydro Carbons - ఆలిఫాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు

Alkaline – క్షారము (ఆల్కలీన్)

Alkylation – ఆల్కిలేషన్

Alloy – ధాతుమిశ్రము

Alluvial – వండలి

Alluvial Mining – వండలి నేలల ఖనిపరిశ్రమ

Alternating current – ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహము

Alternating Current Generator – ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రములు

Alternator – ప్రత్యావర్తకము

Alumina – అల్యూమినా

Aluminium – అల్యూమినియము

Aluminim Axide – అల్యూమినియము ఆక్సైడ్

Aluminium Bromide – అల్యూమినియము బ్రోమైడ్

Aluminium Bronze – అల్యూమినియము కంచు

Alundum – అలండమ్

Amber – శిమగుగ్గిలము

Amination – ఎమీనీకరణము

Amine – ఎమీన్

Amino Group – ఎమీనోగణము

Amino Acid – ఎమీనో ఆసిడ్

Ammonia – అమోనియా

Ammonia Sodo Dual Process – అమోనియమ్ సోడా జంట ప్రక్రియ

Ammonium Chloride – అమోనియమ్ క్లోరైడ్, నవాసారము

Ammonium Nitrate – అమోనియమ్ నైట్రేట్

Ammonium Phosphate – అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్

Ammonium Sulphate – అమోనియమ్ సల్ఫేట్

Ammonium Sulphate Mitrate – అమోనియమ్ సల్ఫేట్ నైట్రేట్

Ammonites – అమోనైట్లు

Ammonolysis – అమోనియా విశ్లేషణ

Amorphous – అస్ఫాటిక

Ampere – ఆంపియర్ - విద్యుత్తు ప్రవాహ తీవ్రత

Amphibia – ఉభయచరములు

Ambpibole – ఆంఫిబోల్

Amphibolite – ఆంఫిబోలైట్

Ampiidyne – ఆంప్లిడైన్

Amplification – ఆంప్లిఫికేషన్, అధికీకరణము, సంవర్ధత

Amplifier – ఆంప్లిఫయర్, వర్ధిని

Amplitude – కంపనవిస్తారము, ఆంప్లిట్యూడ్

Amplitude Modulation – కంపనవిస్తార పరివర్తనము, పరిమితి శ్రుతి మిశ్రము

Amplitude Modulation Radio – ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్ రేడియో, కంపన విస్తార పరివర్తక గ్రాహకము

Anaesthetic – మత్తుమందు

Analog Computer – ఎనలోగ్ కంప్యూటర్

Analysis – విశ్లేషణ

Analyzer – వ్యవచ్ఛేదకము

Anchor – లంగరు

Andalusite – ఏండలూసైట్

Anglesite – ఆంగ్లిసైట్

Angular Co-ordinate – కోణీయ అక్షములు

Angular Position – కోణీయస్థానము

Anhydrous – నిర్జల

Anicut – ఆనకట్ట

Anicuts & Barrages ఆనకట్టలు, బరాజులు

Annual Rainfall – వార్షిక వర్షపాతము

Annular – కంకణాకార

Anode – ధన ధ్రువము, ఏనోడ్

Anomaly – వైపరీత్యము

Anorthite – అనార్థైట్

Anthracene – ఆంత్రసీన్

Anthracite – ఆంత్రసైట్

Anticline – ఆన్టిక్లైన్

Antimony – ఆంటిమోని

Antiseptic – ఆంటిసెప్టిక్

Anti-Water Logging ఇవకను అరికట్టుట

Apatite – ఆపటైట్

Appleton Layer – ఆపిల్టన్ పొర

Applied – వినియుక్త

Applied Geology – వినియుక్త భూశాస్త్రము

Applied Reaction Kinetics – వినియుక్త ప్రతిక్రియాగతిశాస్త్రము

Applied Science – వినియుక్త విజ్ఞాన శాస్త్రము

Approximate – అందాజు, రమారమి

Apron – గచ్చు, చప్టా

Aquaculture – జలకృషి

Aqua Fortis – తీవ్రజలము

Aqua Regia – ఆక్వా రేజియా

Aquenous Pressure – జలప్రేషము

Arabic – తుమ్మ

Aragonite – అరగొనైట్

Aramic Script – ఆరామిక్ లిపి

Arc – చాపము

Arc Discharge – చాపోత్సర్గము

Arc Lamp – ఆర్క్ దీపము

Arc of a Circle వృత్తచాపము

Arch Dam – ఆర్చిడాము, కమాను డాము

Archaeologist – పురాతత్త్వవేత్త

Archaen period – ఆర్కెయిన్ యుగము

Archaelogy – పురాతత్వశాస్త్రము

Arches – ఆర్చిలు

Architect – వాస్తు స్థపతి

Architecture – వాస్తు శిల్పశాస్త్రము, వాస్తుకళ

Arc Welding – ఆర్క్ వెల్డింగు

Argon – ఆర్గాన్

Aridity – శుష్కత

Armature – చక్రవలయము

Armour – కవచము, ఆర్మేచరు

Arterial Drainage – కాలువల ద్వారా జలనిర్గమనము

Artesian Well – బుగ్గబావి

Artificial Abrasive – కృత్రిమ అపఘర్షకము

Artificial Fertilizers – కృత్రిమ ఎరువులు

Artificial Fibers – కృత్రిమ దారములు

Artificial Satellite – కృత్రిమ ఉపగ్రహము

Asbestos – ఆస్బెస్టాస్

Asbestos Cement – ఆస్బెస్టాస్ సిమెంటు

Asphalt – ఆస్ఫాల్ట్, ఒడకీలు

Assembly – కూర్పు

Astronomy – ఖగోళశాస్త్రము

Atmosphere – వాతావరణము

Atom – పరమాణువు

Atomic Nucleous – పరమాణు కేంద్రకము

Atomic Physics – అటామిక్ ఫిజిక్స్, అటామిక్ భౌతికశాస్త్రము

Atomic Power – పరమాణు విద్యుచ్ఛక్తి

Atomic Power Plant – పరమాణు విద్యుత్తు కేంద్రము

Atomisation – అణు సూక్ష్మీకరణము

Atomiser Head – చూర్ణీకరణ శృంగము

Attenuation – క్షీణీకరణము

Attrition – ఒరయుట

Audio-Amplfier – ఆడియో ఆంప్లిఫయర్, శ్రవ్యపౌనఃపున్య వర్ధిని

Audio Frequency – శ్రవణ పౌనఃపున్యము

Autoclave – ఆటోక్లేవ్

Autogenous Grinding – స్వయంజనిత పేషణము

Automatic – స్వతశ్చలిత

Automatic Digital Calculator – స్వతశ్చలన అంకగణిత్రము

Automatic Exchange – ఆటోమాటిక్ ఎక్స్ఛేంజి
Automatic Transmitter – స్వతశ్చలిత ప్రసారిణి
Automation – స్వతశ్చలనము, ఆటోమేషన్
Automation Computer Technology – స్వతశ్చలన గణిత శాస్త్రము
Automobile – ఆటోమొబైల్
Automobile Brake – ఆటోమొబైల్ బ్రేక్
Automotive Chassis – ఆటోమోటివ్ ఛేజిస్
Automotive Engine – ఆటోమోటివ్ ఇంజను
Automotive Steering – ఆటోమోటివ్ స్టీరింగు
Automotive Vehicle – ఆటోమోటివ్ వాహనము
Auto Transformer – ఆటో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్
Aviation – విమాన యానము
Axis – అక్షము
Axle – ఇరుసు
Ayacut – ఆయకట్టు
Azeotropic Mixture – ఏజియోట్రోపిక్ మిశ్రమము
Azoic Period – అజీవక యుగము
Azurite – ఆజోరైట్

B

Baffle – అడ్డుబర్ద, బాఫిల్
Baggasse – బాగజీ, చెరుకుపిప్పి
Balance Wheel – తులా చక్రము
Ballistics – అస్త్రవిద్య
Balloon – గుమ్మటము, గాలిబుడగ
Band Pass Filter – బాండ్ పాస్ ఫిల్టరు
Barometric Condenser – భారమితి సంగ్రాహకము
Barrage – బరాజు
Barysphere – బారి ఆవరణము
Barytes – బెరైటిస్
Basal Cleavage – పీఠపగులు
Basalt – బసాల్ట్, నల్ల శానపురాయి
Base – పీఠము
Base Load – ఆధార భారము
Base Load Plant – బేస్‌లోడ్ కేంద్రము
Basic Igneous Rocks – క్షారక అగ్నిశిలలు
Basilicas – బాసిలికాస్
Batch Method – తడవల విధానము
Battery – బ్యాటరీ- ఘటము
Baudot Printing – బోడో ముద్రణ విధానము
Bauxite – బాక్సైట్
Bay – ఖానా
Bead – పూస
Beam of Rays – కిరణ శలాక
Bearing – అక్షనాభి, బేరింగులు
Bed Temperature – తల్పతాపక్రమము
Bellows – కొలిమితిత్తులు
Bassemer Process – బెస్సిమర్ విధానము
Betatron – బీటాట్రాన్
Bevatron – బీవాట్రాన్
Beverage Industry – పానీయ పరిశ్రమ
Billet – బిల్లెట్
Binary – ద్వికి
Binary Digital – ద్విసంఖ్యాకము
Binary Method – ద్వికి విధానము
Binding – అట్ట కట్టుట
Biosphere – జీవావరణము
Biotite – బయోటైట్
Bitumen – శిలాజిత్తు
Bituminous – బిట్యూమినస్
Black Body Radiation – కృష్ణవస్తు వికిరణము
Black Metal – కృష్ణాయసము
Blade – ఆకు, పత్రము
Blanching – బ్లాంచింగ్
Blast Furance – గాలి కొలిమి
Blast Furnace Gas – గాలికొలిమి వాయువు
Bleaching – విరంజనము
Bleaching Powder – విరంజన చూర్ణము
Block Schematic – సూచీపట
Bloom – బ్లూమ్
Blowdown System – బ్లోడౌన్ వ్యవస్థ
Borax – బొరాక్స్, వెలిగారము
Boiler – బాయిలర్
Boiling Point – క్వథనాంకము
Bone Char Coal – ఎముకల బొగ్గు
Booster – బూస్టర్
Boring Machines – బోరింగు యంత్రములు
Bosh – బాష్
Boulders – గండశిలలు
Brachiopods – బ్రాకియోపాడ్లు
Brahmi Script – బ్రాహ్మి లిపి
Branched Chains – శాఖాశృంఖలికములు
Brass – ఇత్తడి
Brayton Cycle – బ్రేటన్ ఆవృత్తి
Brazing – బ్రేజింగు
Breccia – బ్రెఖయా
Bridge – వంతెన
Bridge Duplex – బ్రిడ్జి డూప్లెక్స్ విధానము
Broad Field Process – బ్రాడ్‌ఫీల్డ్ ప్రక్రియ
Broad Frequency Response – విస్తృత పౌనఃపున్యప్రతీకారచర్య
Bronze – కాంస్యము, కంచు
Bronze Age – కాంస్య యుగము
Bubble Cap Column – బుడగటోపీ ద్రవీకరణ స్తంభ పరికరము
Building (Including Construction) – నిర్మించుట, నిర్మాణము, కట్టడము
Building Materials – నిర్మాణ సామగ్రి
Bull Dozer – బుల్‌డోజరు

Bus – బస్సు
Business Machines – వ్యాపార యంత్రములు
By-Product – ఉపోత్పన్నము

C

Cable – టెలిగ్రాఫ్ తీగె
Cadmium – కాడ్మియమ్
Cainozoic Period – (సీనో జోయిక్) నవజీవక యుగము
Calamin – కాలమిన్
Calcination – తాపనము
Calciner – తాపకము
Calcite – కాల్సైట్
Calcium – కాల్సియమ్
Calcium Carbide – కాల్సియమ్ కార్బైడ్
Calcium Hydroxide – కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్
Calcium Nitrate – కాల్సియమ్ నైట్రేట్
Calcium Sulphate – కాల్సియమ్ సల్ఫేట్
Calculator – గణిత్రము
Calculus – కలనము, కలనగణితము
Caldron – కాల్డ్రాన్
Calendar – పంచాంగము
Calorific Valve – కేలోరీ విలువ
Cambrian – కాంబ్రియన్
Camera – కెమేరా
Camera Obscure – కెమేరా అబ్స్క్యూర్
Canning – డబ్బాలలో నిల్వచేయుట
Cantilever – కాంటిలీవర్
Capacitance – తాహతు
Capacity – సామర్థ్యము
Capillary Action – కైశిక ప్రవృత్తి
Capillary Attraction – కైశికాకర్షణ
Capsule – కోశము, కర్పరము
Carbide – కార్బైడ్
Carbon – కార్బన్, బొగ్గు
Carbonate – కార్బొనేట్
Carbon Di Oxide – కార్బన్ డై ఆక్సైడ్
Carbon Di Sulphide – కార్బన్ డై సల్ఫైడ్
Carbohydrates – కార్బో హైడ్రేట్లు
Carboniferous – కార్బనీ ఫెరస్
Carbon Monoxide – కార్బన్ మోనాక్సైడ్
Carbonisation – కార్బనీకరణము
Carburization – కార్బ్యురైజేషన్
Carding – ఏకుట (దూది)
Carnot Cycle – కార్నో ఆవృత్తి
Carpentry – వడ్రంగము
Carrier Telephony – వాహక టెలిఫోను పద్ధతి
Cascade Amplifier – కాస్‌కేడ్ ఆంప్లిఫయర్, కాస్‌కేడ్ వర్ధకము ప్రపాత వర్ధిని
Cascade Development – ప్రపాత అభివృద్ధి
Casein – కెసీన్, పాలవిరుగు
Casein Coated Papers – కెసీన్ పూతకాగితములు
Casein Fibre – కెసీన్ నార
Casein Glue – కెసీన్ గ్లూ
Casein Paints – కెసీన్ పెయింటులు
Casein Plastics – కెసీన్ ప్లాస్టిక్కులు
Cassava – కర్రపెండలము
Cassiterite – కాసిటరైట్
Casting – పోతపోయుట
Cast *In Situ* – అక్కడికక్కడ పోతపోయుట
Cast Iron – పోత ఇనుము
Cataclysm – ఆకస్మిక ప్రళయకాల ప్రక్రియ
Catalyst – ప్రేరకము, ప్రేరకద్రవ్యము
Catalytic Cracking – ప్రేరక విచ్ఛేదనము
Catalytic Esterification – ప్రేరిత ఎస్టరీకరణము
Catastrophism – మహావిపద్వాదము
Catchment – ఆరగాణి, జలసంగ్రహణ ప్రదేశము, పరీవాహ ప్రాంతము
Catenary – కాటినెరీ
Cathode – ఋణధ్రువము
Cathode Follower – కేథోడ్ అనుగామి
Cathode Ray Oscilloscope – కేథోడ్ – రే ఆసిలోస్కోపు; కేథోడ్ కిరణ స్పంద వీక్షిణి
Cathode Ray Tube – కేథోడ్ కిరణగొట్టము; కేథోడ్ – రే గొట్టము
Caustic Soda – కాస్టిక్ సోడా
Causticisation – కాస్టీకరణము
Cavity Fillings – బిలపూరణములు
Celestial Bodies – నభోమూర్తులు
Cell – జీవకణము, ఘటము
Cellophane – సెలోఫేన్
Cement – సిమెంటు
Cementation Process – సిమెంటేషన్ విధానము
Cement Lime And Plaster – సిమెంటు, సున్నము, లేపనము
Central Air-Conditioning System – కేంద్ర వాతానుకూలన పరికరము
Central Battery Signalling – కేంద్రఘటసిగ్నలింగు
Central Water And Power Commission – కేంద్ర జలవిద్యుచ్ఛక్తి సంస్థ
Centre of Gravity – గరిమనాభి, గురుత్వకేంద్రము
Centrifugal – కేంద్రాపసారి, సెంట్రిఫ్యూగల్
Centrifugal Compressors – కేంద్రాపసారి నోదకములు
Centrifugal Force – కేంద్రాపసారి బలము
Centrifugation – కేంద్రోత్సారణము
Centrifuge – సెంట్రిఫ్యూజ్
Ceramic – పింగాణీ పరిశ్రమ
Cerussite – కెరుసైట్
Chain Drive – శృంఖలిత చోదకశక్తి

Chalcedony – ఛాల్సిడోనీ
Chalcopyrites – చాల్కోపైరిటిస్
Chalcophile – చాల్కోఫైల్
Channel – స్రోతస్సు
Channel Decoder – ఛానల్ డికోడరు
Channel Encoder – ఛానల్ ఎన్‌కోడరు
Channel Frequency – స్రోతఃపౌనఃపున్యము
Charcoal – కర్రబొగ్గు
Characteristic Impedance – విశిష్ట ప్రతిబంధకత
Charge – వాయుభరితము చేయుట, విద్యుదావేశభరితము చేయుట
Charnokite – చార్నొకైట్
Chassis – ఛేజిస్
Chemical Adsorption – రాసాయనిక అధిచూషణ
Chemical Analysis – రాసాయనిక విశ్లేషణ
Chemical Bonding – రాసానిక సంశ్లేష
Chemical Composition – రాసాయనిక సంఘటనము
Chemical Engineering – రాసాయనిక ఇంజనీరింగు
Chemical Fertilizer – రాసాయనికపు ఎరువు
Chemical Fuel – రాసాయనిక ఇంధనము
Chemical Process Control – రాసాయనిక ప్రక్రియా నియంత్రణ
Chemical Properties – రాసాయనిక ధర్మములు
Chemical Reaction – రాసాయనిక ప్రతిక్రియ
Chemical Replacement – రాశాయనిక ప్రతిస్థాపనము
Chemisorption – కెమిసార్షన్
Chemistry – రాసాయానిక శాస్త్రము
Chemico Process కెమికో ప్రక్రియ
Chicle – చికెల్
Chlorination – క్లోరినీకరణము
Chlorophyl – క్లోరోఫిల్
Chloride – క్లోరైడ్
Chlorine – క్లోరిన్
Chromates – క్రోమేట్‌లు
Chromite – క్రోమైట్
Chromium – క్రోమియమ్
Chromium Oxide – క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్
Chronograph – క్రోనోగ్రాఫ్
Chronometer – క్రోనో మీటరు
Circle – వృత్తము
Circuit – వలయము (విద్యుత్తు)
Circuit Breaker – సర్క్యూట్ బ్రేకర్, విద్యుద్వలయచ్ఛేదకము
Circular Pipe – వర్తులనాళము
Circular Scale – వర్తులమాపకము
Circumferential Movement – పరిధీయచలనములు
Civil Aviation – పౌరవిమానయానము
Civil Engineer – సివిలు ఇంజనీరు
Civil Life – పౌరజీవితము
Classification – వర్గీకరణము
Classification of Minerals – ఖనిజముల వర్గీకరణము
Clarifier – క్లారిఫయర్
Clay – బంకమన్ను
Clay Mineral – బంకమన్ను ఖనిజము
Cleavage – పగులు
Cleavage of Carbon - Carbon Linkage – కార్బన్, కార్బన్ శృంఖలావిదళనము
Cleavage of Carbon - Oxygen Linkage – కార్బన్ – ఆక్సిజన్ శృంఖలావిదళనము
Cleavage of Carbon - Nitrogen Linkage – కార్బన్ – నైట్రోజన్ శృంఖలావిదళనము
Cleavage of Carbon - Sulphur Linkage – కార్బన్ – గంధక శృంఖలావిదళనము
Clipper Circuit – క్లిపర్ వలయము
Closed Circuit Grinding – సంవృత వలయ పేషణము
Clutch – క్లచ్
Coal – నేలబొగ్గు
Coal Corbonization – నేలబొగ్గు కర్బనీకరణము
Coaltar – కోల్ తారు
Coaltar Distillation Products – కోల్ తారు స్వేదనోత్పన్నములు
Coaltar Distillation – కోల్ తారు స్వేదనము
Coaltar Chemicals – కోల్ తారు రాసాయనికములు
Coaltar Fuel – కోల్ తారు ఇంధనము
Coal Tar Light Oil – కోల్ తారు తేలిక నూనె
Coaxial – సహాక్షక
Cobalt – కోబాల్ట్
Co - Current – ప్రవాహానురోధము
Code – సంకేతము, కోడ్
Co - Efficient – గుణకము
Coffer Dam – కరకట్ట, కాఫర్ డాము
Coin – నాణెము
Coinage – నాణెముల తయారీ
Coincidence Amplifier – కోయిన్సిడెన్స్ ఆంప్లిఫయర్
Coke Oven Gas – కోక్ ఓవెన్ వాయువు
Cold Body – శీతల వస్తువు
Cold Composing – కోల్డు కంపోజింగు
Cold Storage – శీతల మందిరము
Cold Working – శీతల కార్యకరణము
Collagen – కొల్లెజన్
Colloid – కొల్లాయిడ్, మిథ్యాద్రావణము
Colloid Liquids – కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యములు
Collosium – కలోసియమ్, క్రీడారంగము
Combine – సస్య సంగ్రాహకము
Combined Humidifier – సంయుక్త ఆర్ద్రీకారకము
Combustion Chamber – దహన మందిరము
Communication – సందేశము
Communication Enginnering – కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు
Communication Network – వార్తా వాహక వలయము

Comminution – చూర్ణీకరణ కార్యము
Compaction – సాంద్రీకరణము
Compass – వృత్తలేఖని, కాంపస్
Composition – సంఘట్టనము
Compound – యౌగికము
Compression – సంపీడనము
Compression Ignition – సంపీడన జ్వలనము
Compression Stroke – సంపీడనపు దెబ్బ
Compressor – కంప్రెసర్, సంపీడనకము
Computer Technology – గణిత్ర శాస్త్రము
Concave Bend – నతోదర వంపు
Concentration – సాంద్రీకరణము
Concentric – ఏక కేంద్రీయ
Conchoidal – వలయాకార
Concrete Construction – కాంక్రీటు నిర్మాణము
Concrete Dam – కాంక్రీటు డాము
Condensation – సాంద్రీకరణము, సాంద్రీభవనము
Condenser – సంఘనకము, సాంద్రీకారకము
Condensation – ఘనీభవనము, కండెన్సేషన్
Conduction – వహనము, వాహకము
Cone – శంకు
Connecting Rod – సంధానక దండము
Connective Tissue – సంధాన కణజాలము
Consolidation – ఘనీభవనము
Constituent – ఘటకము, అంశీభూతము
Constitution of Earth – భూమి ఆంతర సంఘట్టనము
Constant – స్థిరాంకము
Constant Mesh Gear Box – కాన్‌స్టెన్ట్ మెష్ గేర్ బాక్స్
Constant Pressure Cycle – స్థిర ప్రేష ఆవృత్తి
Constant Volume Cycle – స్థిర ఆయతన ఆవృత్తి
Consumer – అనుభోక్త
Contact Blade – స్పర్శ పత్రము
Contact Condenser – సంస్థ సంగ్రాహకము
Contact Metasomatic Deposits – సంపర్క మెటా సోమాటిక్ నిక్షేపములు, సంపర్క పరివర్తన నిక్షేపములు
Contact Process – సంసర్గ పద్ధతి
Containment – నియంత్రణము
Contact Wire – తాకుడు తీగ
Continental Drift – ఖండ గమనము
Continuous Contact Method – నిర్విరామ స్పర్శ విధానము
Contour – రేఖాకృతి
Contraction – సంకోచనము
Control Engineering – నియంత్రణ శాస్త్రము
Control System – నియంత్రణ వ్యవస్థ
Convection – ప్రావణము
Convectional Movements – సంవహనాత్మక చలనములు
Converter Fournace – కన్వర్టర్ కొలిమి
Conveyer Belt – కన్వేయర్ బెల్ట్
Convulsive Movements – విక్షేపక చలనములు
Cook – పచన పాత్ర
Cooling Towers – చలువ గోపురములు
Copper – రాగి, తామ్రము
Copper Age – తామ్ర యుగము
Copper Ores – రాగి ఖనిజములు
Copper Sulphate – కాపర్ సల్ఫేట్
Cordruoy – ముతక కంబళి
Core – గర్భము
Corosion – క్షరణము, క్షయము
Corundum – కురువిందము
Cosmotron – కాస్మోట్రాన్
Counter Current Thickener – ప్రతి ప్రవాహ ఘనీకారణము
Counter Current Washing – ప్రతి ప్రవాహ క్షాళనము
Cracking – విచ్ఛేదన
Crane – క్రేన్
Crang Axle – వంపు ఇరుసు
Crank Shaft – క్రాంక్ షాఫ్ట్, ఇరుసు కమ్మి
Crater – బిలము
Creative – సృజనాత్మక
Creosite – క్రియొసోట్
Crest – శీర్షము
Crest Gates – శిఖరపు తలుపులు
Cretaceous – క్రేటేషస్
Critical – చరమ
Cross Bar Exchange – క్రాస్ బార్ కేంద్రము
Cross Section – మధ్యచ్ఛేదము, ఛేదవైశాల్యము
Crucible – మూస
Crucible Process – మూస విధానము
Crude Oil – ముడి నూనె
Crust – పృష్ఠము
Crypto Crystal – అస్పష్ట స్ఫటికము
Crystal – స్ఫటికము
Crystalline – స్ఫటికీకరణము, స్ఫటికీభవనము
Crystallisation of Solution – ద్రావణముల స్ఫటికీకరణము
Crystallography – స్ఫాటిక శాస్త్రము
Cube – ఘనము
Cubic Cleavage – ఘన పగులు
Cueniform – కీలలిపి, క్యూనిఫారమ్
Current Electricity – ప్రవాహ విద్యుత్తు
Curvature – వక్రత
Curve – వక్రము
Cut off – రుద్ధా వృత్తి
Cut Stone – మలచిన రాయి
Cybernetics – సైబర్నెటిక్స్, క్లిష్టగణితము
Cycle – ఆవృత్తి
Cyclisation – సైక్లిజేషన్
Cyclotron – సైక్లోట్రాను

Cylinder – సిలిండరు
Cylinder Head – సిలిండరు శీర్షము
Cylindrical – స్తూపాకార
Cylindrical Drum – స్తూపాకారపు డోలు

D

Dacran – డెక్రాన్
Daguerreo Type – డాగరే టైపు
Dam – డాము
Dam Stone – డాము శిల
Davy's Safety Lamp – డేవీ రక్షణ దీపము
Dairy Industry – పాడి పరిశ్రమ
Data – దత్తాంశము
D. C. Generator – ఋజు విద్యుత్-జనిత్రము
Dead Centre Position – నిశ్చల మధ్య స్థానము
Dead Load – నిజ భారము
Dead Weight – నిజ భారము
Decanter – క్షాళకము
Deccan Trap – దక్కను ట్రాప్
Decorticator – డీకార్టికేటరు
Definite Integral – నిర్దిష్ట పూర్ణాంకము
Deflexion – విచలన
Defluorinated Rock Phosphate – ఫ్లోరిన్ రిక్త ఫాస్ఫేట్ రాతి ఎరువు
Dehuller – డీహల్లరు
Dehumidification – నిరార్ద్రీకరణము
Dehumidifier – నిరార్ద్రీకారకము
Dehydration – నిర్జలీకరణము
Dehydrogenation – నిరుదజనీకరణము
Deliming – సున్నమును తొలగించుట
Delinter – డిలింటరు
Delivery – బట్వాడా
Deltaic Catchment – డెల్టా ఆరగాణి
Deltaic Drain – డెల్టా జలనిర్గమన మార్గము
Demotic Script – డెమోడిక్ లిపి
Den Process – డెన్ ప్రక్రియ
Density – సాంద్రత
Depression – మాంద్యము
Design – డిజైను
Derivative – వ్యుత్పన్న
Derrick Crane – డెరిక్ క్రేన్
Desk Calculator – గణక యంత్రము
Destructive Distillation – విధ్వంసక స్వేదనము
Detailed Estimate – సవివర అంచనాలు
Detection – ఉపలంభము, డిటెక్షన్
Detent Escapement – క్రియానిరోధక విమోచకము
Detergent – క్షాళకము, డిటర్జెంట్
Devonian – డెవోనియన్
Development of Water Resources – నీటి వనరుల అభివృద్ధి
Dew Point – తుషారాంకము
Dextrine – డెక్స్ట్రిన్
Diamond – వజ్రము
Dial – డయల్
Diamagnetic – వ్యతిరేక అయస్కాంత
Diaphragm – డయాఫ్రమ్
Diatoms – డై ఆటములు, నీటిప్రాచి
Dicalcium Phosphate – డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్
Dichromate – డైక్రోమేట్
Dickite – డిక్కైట్
Die – ముద్ర, అచ్చు
Dielectric Constant – పార విద్యుదంకము
Dielectric Heating – పార విద్యుతిక ఉష్ణవిధానము
Dielectric Properties – పార విద్యుద్ధర్మములు
Diesel Engine – డీసెల్ ఇంజను
Diesel Locomotive – డీసెల్ రైలు ఇంజను
Differential Analyser – అంతరీకరణ వ్యవచ్ఛేదకము
Differential Equation – అంతరీకరణ సమీకరణము
Differential Thermal Analysis – వ్యత్యస్త తాపవిశ్లేషణ
Differentiation – అంతరీకరణము
Diffusion Velocity – విస్తరణ వేగము
Digester – పాక యంత్రము
Digestion – పాక ప్రక్రియ
Digit – అంకము, అంకె
Digital Computer – డిజిటల్ కంప్యూటర్
Digital Data Transmission – సంఖ్యా సమాచార వార్తావిధానము
Digit Hunter – డిజిట్ హంటర్
Dike – డైక్
Dilute – విలీన
Dimethyl Terephthalate – డై మెథిల్ టెరి థాలేట్
Dimorphism – ద్విరూపత
Diode – డయోడ్
Dip Angle – నతికోణము
Direct Current – ఋజు విద్యుత్తు
Direct Humidifier – ప్రత్యక్ష ఆర్ద్రీకారకము
Direct Exchange – నిర్దేశక కేంద్రము
Direct Heating – ప్రత్యక్ష తాపనము
Direct Proportion – అనులోమానుపాతము, అనులోమ నిష్పత్తి
Dirigible Balloon – డిరిజిబుల్ గాలిబుడగ
Discharge – నీటి విడుదల; నిర్విద్యుదీకరణ
Discovery – ఆవిష్కరణ (విజ్ఞాన సంబంధ)
Displacement – స్థానాంతర చలనము
Disseminated Deposits – విస్తృత నిక్షేపములు
Dissolved Salt – విలీన లవణములు
Distempers – డిస్టెంబర్లు
Distillate – స్వేదన ఫలము
Distillation – స్వేదనము
Distortion – అక్రావ్యత, వికృతి

Distributary Canal – పిల్ల కాలువ
Distributor – విభజన చక్రము
Divalent – ద్వియోజనీయ
Diversion Dam – తరలింపు డాము
Diversion Tunnel – తరలింపు సొరంగము
Divider – విభాగిని, డివైడర్
Dock & Harbour Construction – నౌకాశ్రయ నిర్మాణము
Dodecahedron – ద్వాదశానీకము, డొడెకా హీడ్రన్
Dog Clutch – డాగ్ క్లచ్
Dolomite – డోలమైట్
Dome – గోపురము
Domestic Appliance – గృహపరికరము
Door Hinges – ద్వార బంధములు
Dot And Dash – చుక్క – గీత
Double Acting Engine – డబుల్ ఆక్టింగ్ ఇంజను
Double Beam – ద్వికిరణ పుంజక
Double Chain – యుగళ శృంఖలము
Double Current Differential – ద్వి విద్యుత్తు డిఫరెన్షియల్ డూప్లెక్స్ విధానము
Double Filtration – రెట్టింపు వడపోత
Double Pipe Heat Exchanger – ద్వినాళికా తాప వినిమయకము
Doughnut – డఫ్‌నట్
Dowsing – ఖనిజ అన్వేషణ
Draft Tube – డ్రాఫ్ట్ ట్యూబ్
Drag Line Excavator – డ్రాగ్–లైన్ త్రవ్వకపు పనిముట్టు
Drag Link – డ్రాగ్ లింక్
Drain – మురుగు కాలువ
Drainage – జలనిర్గమనము, ముగుపారుదల, నీటి వడుపు
Drainage Engineering – జలనిర్గమన పద్ధతులు
Drawing Instruments – డ్రాయింగు పరికరములు
Dredger – త్రవ్వోడ
Dredging – జలగర్భ ఖని పరిశ్రమ
Drift – సొరంగము
Drift Mining సొరంగపు ఖని పరిశ్రమ
Drills – డ్రిల్లులు
Drilling Machines – బరమా యంత్రములు
Drive – చోదన శక్తి
Dry Bulb Temperature – శుష్కగోళ తాపక్రమము
Dry Grinding – శుష్క పేషణము
Dry Plate – డ్రైప్లేట్
Drying – శుష్కీకరణము, శోషణము, ఎండబెట్టుట
Duplex – డూప్లెక్స్ విధానము
Duplex Balancing – డూప్లెక్స్ బేలన్సింగ్
Dupont Process – డూపాంట్ ప్రక్రియ
Duralumin – డ్యూరాల్యుమిన్
Dye – వర్ణద్రవ్యము
Dyeing – అద్దకము
Dye Colours – అద్దకపు రంగులు

Dynamical Geology – గత్యాత్మక భూశాస్త్రము
Dynamite – డైనమైట్
Dynomo – డైనమో

E

Earnest Money – సంచకరము
Earth Dam – మన్ను డాము, మట్టి డాము
Earthmover – త్రవ్వోడ
Earthquake – భూకంపము
Earth Work – మట్టి పని
Echo Sounding – ప్రతి ధ్వనిని కొలుచుట
Eclogite – ఎక్లోగైట్
Economic Geology – ఆర్థిక భూశాస్త్రము
Economic Minerals – ఆర్థిక ఖనిజములు
Economiser – పొదుపుఅర, ఎకనమైజర్
Eddy Current – చక్రీయ ప్రవాహము
Ejector Condenser – ఎజెక్టర్ సంగ్రాహకము
Elasticity – స్థితి స్థాపకత
Elastic Wave – స్థితిస్థాపక తరంగము
Elastomer – ఎలాస్టోమెర్
Electric Charge – విద్యుదావేశము
Electric Conductor – విద్యుత్తు వాహకము
Electric Current – విద్యుత్తు ప్రవాహము
Electric Load Demand – విద్యుత్తు భార అర్థనము
Electric Iron – విద్యుత్తు ఇస్త్రీపెట్టె
Electric Locomotive – ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజను
Electric Motor – విద్యుత్తు మోటారు
Electric Oven – విద్యుత్తు పొయ్యి
Electric Power – విద్యుచ్ఛక్తి
Electric Railway – ఎలక్ట్రిక్ రైల్వే
Electric Spark – విద్యుత్తు స్ఫులింగము
Electric Switchgear – విద్యుత్తు స్విచ్చిగేర్
Electric Traction – విద్యుత్తు కర్షణము
Electric Transformer – విద్యుత్తు ట్రాన్సఫార్మరు
Electric Units – విద్యుత్తు యూనిట్లు
Electric Washing Mechine – విద్యుత్తు ఉతుకు యంత్రము
Electrical Anology Method – విద్యుత్తు సామ్య పద్ధతి
Electrical Conductivity – విద్యుత్తు వహనశక్తి
Electrical Decomposition – విద్యుత్తు రాసాయనిక విసర్జీకరణము
Electrical Engineer – ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరు
Electrical Enginnering – ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు
Electrical Pulse – విద్యుత్తు స్పందము
Electrification – విద్యుదీకరణము
Electrochemical Technology – విద్యుత్తు రాసాయనిక శాస్త్రము
Electro Chemical Industry – విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమ
Electrochemical Telegraphic System – విద్యుత్తు రాసాయనిక తంతి ప్రసార విధానము
Electrodes – ఎలక్ట్రోడ్‌లు, విద్యుదగ్రము
Electrolysis – విద్యుత్తు విశ్లేషణ

Electrolytic Cell – విద్యుత్తు విశ్లేషణ పేటిక
Electrom – ఎలక్ట్రిమ్–తెల బంగారము
Electro Magnet – విద్యుత్తు అయస్కాంతము
Electromagnetic Coupling – విద్యుత్తు అయస్కాంత బంధనము
Electro Magnetic Field – విద్యుత్తు అయస్కాంత క్షేత్రము
Electro Magnetic Method – విద్యుత్తు అయస్కాంత పద్ధతి
Electromagnetic Wave – విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగము
Electro Meter – ఎలక్ట్రోమీటరు
Electromotive Force – విద్యుత్తు చాలక బలము
Electron – ఎలక్ట్రాన్
Electron Microscope – ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మ దర్శిని
Electron Tube – ఎలక్ట్రాన్ గొట్టము
Electronics – ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము
Electronic Amplifier – ఎలక్ట్రానిక్ ఆంప్లిఫయర్
Electronic Computers – ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్లు
Electronic Etching – ఎలక్ట్రానిక్ ఎచ్చింగ్
Electronic Instruments – ఎలక్ట్రానిక్ పరికర వ్యవస్థ
Electronic Power Control – ఎలక్ట్రానిక్ శక్తి నియంత్రణ
Electronic Relay – ఎలక్ట్రానిక్ రిలే
Electro Plating – విద్యున్మలామా
Electrostatic Coupling – తటస్థ విద్యుత్తు బంధనము
Electro Thermal Industry – విద్యుత్తు తాపపరిశ్రమ
Elements – మూల ద్రవ్యములు
Elementary Particles – ప్రాథమిక కణములు
Eliminator – బహిర్నిష్కాసకము
Elliptical Pipe – దీర్ఘ వృత్తాకార గొట్టము
Ellipticity – దీర్ఘ వృత్తాకారత
Elongated – దీర్ఘీకృత
Embankment – కరకట్ట
Embryonic Stage – అండస్థితి
Emery – కొరవము
Emission – ఉద్గారత
Emulsion – ఇమల్షన్
Enamel – ఎనామిల్
Enclosed – సంవృత
Endo Thermic – తాప శోషక
Engines – ఇంజనులు
Engineering – ఇంజనీరింగు
Engineering Drawing – ఇంజనీరింగు డ్రాయింగు
Enginering Geology – ఇంజనీరింగు భూశాస్త్రము
Enstatite – ఎన్స్టాటైట్
Enthalpy – ఎంతాల్పి
Entrained Bed Operation – తల్పశ్రేణి ప్రక్రియ
Enzyme – ఎన్జైమ్
Enzymology – ఎన్జైమాలజీ
Eocene – ఈయోసీన్
Ephemeris Time – పంచాంగకాలము
Epicyclic – ఎపిసైక్లిక్
Epirogenic Movement – ఖండోత్పాదన చలనములు
Epirogeny – ఖండోత్పాదన
Epithemal – అల్పతాప
Equilibrium – సమతాస్థితి, సమతోలన స్థితి
Equilibrium Constant – సమతోలన స్థిరాంకము
Ergonomics – ఎర్గొనామిక్స్
Erosion – క్షరణము
Error – ప్రమాదము
Ester – ఎస్టర్
Estrification – ఎస్టరీకరణము
Estimates – అంచనాలు
Estimation – అంచనా, అంచనావేయుట
Etching – ఎచ్చింగ్
Ethyl Cellulose – ఎథిల్ సెల్యులోస్
Ethylene – ఎథిలీన్
Ethylene Glycol – ఎథిలీన్ గ్లైకాల్
Evaporation – బాష్పీభవనము, బాష్పీకరణము, ఇగురుట
Evaporator – బాష్పీకారకము, బాష్పీకరణి
Evaporites – నీరు ఇగురుటవలన పుట్టిన నిక్షేపములు
Evolution – పరిణామము
Evolution of Life – జీవి పరిణామ వాదము
Excavation – ఖననము, త్రవ్వకము
Exception – అపవాదము
Exchanger – వినిమయకము
Exciter – ఉత్తేజకము
Ex-Deflection – అవిచలన
Exhaust Gas Turbine – నిర్గమన గాస్ టర్బయిను
Exhaust Method – నిష్కాసన పద్ధతి
Exhaust Stroke – నిర్యాతపు దెబ్బ
Exhaust Valve – నిర్గమన కవాటము
Exit Gradient – నిర్గమన అవరోహణ
Exogenic Cycle – బహిరుత్పన్న ఆవృత్తి
Exothermic – తాపజనక
Exosphere – ఎక్సోవరణము
Expansion – వ్యాకోచనము
Expansion Stroke – వ్యాకోచపు దెబ్బ
Explosive – ప్రేలుడు సామగ్రి, విదారకము
Exploration – అన్వేషణ
Extreme Mobility – అత్యధిక చలనశక్తి
External Combustion Engines – బహిర్దహన ఇంజనులు
Extraction – సాధన, సారగ్రహణము
Extraction of Metal – ధాతు సాధన
Extrusion – కమ్మచ్చుతీయుట
Exudation – స్రావము

F

Face – పలక
Factory – ఫ్యాక్టరీ, కార్ఖానా; కర్మాగారము
Fading – మ్లానము

Falling Shutters – దింపుడు తలుపులు
Fascmile Telegraphy – ఫేక్సిమిలీ తంతివిధానము
Fault – స్తరచ్యుతి
Fault Planes – వాలు తలములు
Feed – ఆదిమ ద్రవ్యము
Feed Stock – ఆదాన ద్రవ్యము
Feldspar – ఫెల్డ్‌స్పార్
Feldspathoid – ఫెల్డ్‌స్పాథాయిడ్
Fermentation – కిణ్వప్రక్రియ
Ferrous Metals – ఆయస ధాతువులు
Fertilizer – ఎరువు
Fertilizer Factory – ఎరువుల కర్మాగారము
Fibre Glass – నారగాజు
Fibres, Synthetic – కృత్రిమ దారములు
File – ఆకురాయి
Film – పొర, ఫిల్ము
Film Co-efficient – పొర గుణకము
Filter – గళని
Filter Point – ఫిల్టర్ పాయింట్
Filter Press – గళన పీడకము
Filtration – వడపోత
Fine Grinders – సూక్ష్మ పేషకములు
Finishing – తుది మెరుగులు పెట్టుట
Fire Box – నిప్పు గది
Fire Clay – అగ్ని మృత్తిక
Firedamp – మీథేన్ వాయువు
Fire Tube – అగ్ని నాళము
Fire Tube Boiler – అగ్ని నాళ బాయిలర్
Fish Ladder – చేపల నిచ్చెన
Fission – విదళనము
Fissuve – పగులు
Fissure Fillings – పగులునింపు నిక్షేపములు
Fitting – అమర్చుట, ఫిట్టింగ్
Fixed Bed Operation – స్థిర తల్ప ప్రక్రియ
Flexible – మెలితిరుగు, నమ్య
Floating Battery System – తేలెడి ఘటముల విధానము
Floating Crane – ఫ్లోటింగ్ క్రేన్
Flood – వరద
Flood Bank – వరద గట్టు
Flood Control – వరద నియంత్రణ
Flood Estimation – వరదల అంచనా
Flotation – ఉత్ ప్లవనము, తేలుట
Flotation Method – ఉత్ ప్లవన పద్ధతి
Flour Mill – పిండి మర
Flowing Temperature – ప్రవాహ తాపక్రమము
Fluidised Bed Operation – ద్రవీకృత తల్ప ప్రక్రియ
Fluorescence – స్ఫోరకత
Fluorescent Screen – ఫ్లోరె సెంట్ తెర
Fluorite – ఫ్లోరైట్
Flux – ఫ్లక్స్, స్యందము
Flyash Separator – ఫ్లై ఆష్ సెపరేటర్
Fly Way – ఫ్లైవే
Fly Wheel – ఫ్లై వీల్, గతి నియంత్రక చక్రము
Focussing – కేంద్రీకరణము
Folds – ముడుతలు
Food Industry – ఆహార పరిశ్రమ
Food Manufactue – ఆహారోత్పత్తి
Food Science – ఆహార విజ్ఞానము
Food Technology – ఆహార సాంకేతికశాస్త్రము
Foraminifera – ఫోరమినిఫెరా
Forebay – ముఖ తటాకము
Forecasting of Flood – వరదల పూర్వ నిర్దేశము
Forging – కాల్చిసాగగొట్టుట
Formula – సాంకేతికము
Forward Stroke – పురోగమన ఘాతము
Fossil – శిలాస్థి
Fossil Brsin – శిలీభూత రెసిన్
Fossiliferous Remains – శిలాస్థి అవశేషములు
Fossilization – శిలాస్థీభవనము
Foundation – పునాది
Foundation Engineering – పునాది శాస్త్రము
Foundry Engineering – భారీ కమ్మరము
Four Stroke Engine – నాలుగు దెబ్బల ఇంజను
Fractional Distillation – ఆంశిక స్వేదనము
Fractionalization – ఆంశికీకరణము
Fracture – విరుగు
Franklinite – ఫ్రాంక్లినైట్
Freezing – ఘనీభవనము
Frequency – పౌనఃపున్యము
Frequency Meter – పౌనఃపున్య మాపిని
Frequency Modulated – సంయోజిత పౌనఃపున్యము
Frequency Shift Keying – ఫ్రీక్వెన్సీ షిఫ్ట్ కీయింగ్
Friction – ఘర్షణ, ఒరిపిడి
Friction Drop – ద్రవప్రసరణ సంఘర్షణ
Frictional Generator – ఒరిపిడి విద్యుత్తు యంత్రములు
Fuel – ఇంధనము
Fungal Spores – శిలీంధ్ర జీవబీజములు
Furnace – కొలిమి, పొయ్యి
Fusion – విలయనము

G

Gabro – గాబ్రో
Gain – వర్ధక గుణకము
Gaint Crane – భారీ క్రేన్
Gal – గాల్
Galena – గెలీనా
Gallic Acid – గాలిక్ ఆసిడ్

Gallium – గాలియమ్
Galvanizing – గాల్వనైజింగ్
Galvanometer – గాల్వనో మీటరు
Gamma – గామా
Gangue – గాంగ్
Garnet – గార్నెట్, గోమేధికము
Gaseous Fuel – వాయురూప ఇంధనము
Gasification – వాయువీకరణము
Gas Mask – వాయుముఖాచ్ఛాదన
Gasolene – గాసోలిన్
Gas Turbine – గాస్ టర్బయిను
Gate – కవాటము
Gate Control – కవాట నియంత్రణ
Gauss – గాస్
Gear – గేర్
Gear Box – గేర్ బాక్స్
Gear Pump – గేర్ పంపు
Gear Ratio – గేర్ నిష్పత్తి
Gel – జెల్
Gelatin – మత్స్య సరస, జంతువుల క్రొవ్వు
Gem Stone – రత్నములు
Generator – జనిత్రము
Genisis Rocks – జనక శిలలు
Geochemical Mehtod – భూరాసాయనిక పద్ధతి
Geochemistry – భూరాసాయనిక శాస్త్రము
Geolite – జియొలైట్
Geological Age – భూశాస్త్రీయ కాలమానము
Geological Cycle – భూతత్వ ఆవృత్తి
Geological Methods – భూతత్వ పద్ధతులు
Geological Time RS. – భూతత్వ కాలమానము. భూకాల మాపకములు
Geology – భూశాస్త్రము
Geomagnetic Field – భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రము
Geometrical Drawing – జ్యామితి డ్రాయింగు
Geometry – జ్యామితి, క్షేత్ర గణితము
Geophone – జియోఫోన్
Geophysical Methods భూభౌతిక పద్ధతులు
Geophysics – భూభౌతిక శాస్త్రము
Geo Technology భూ-సాంకేతిక శాస్త్రము
Geotectonics – జియో టెక్టోనిక్స్, శిలావరణ గతిశాస్త్రము
Geothermal Method – భూతాపన పద్ధతి
Geothermal Zone – భూతాపన మండలము
Germanium – జెర్మేనియమ్
Geyser – వేడినీటి గుండము
Gimbals – జింబల్స్
Girders – దూలములు
Gish-Ronney Apparatus – గిష్-రోనీ పరికరము
Glaciation – హిమ ప్రళయము
Glass – గాజు
Glass Fibre – నార గాజు
Glucose – గ్లూకోస్
Glue – గోదు, జిగురు
Gnomon – గ్నొమెన్, ఛాయాఘటిక
Gold – బంగారము
Goliath Crane – గాలియట్ క్రేన్
Granite – గ్రానైట్, తెల్ల శానపురాయి
Granite Rocks – గ్రానైట్ శిలలు
Granite White – తెల్ల శానపు రాయి
Granular Cluster – కణాత్మక గుచ్ఛము
Granule – గుళిక
Graphs – రేఖా చిత్రములు, గ్రాఫులు
Graphite – గ్రాఫైట్
Graptolites – గ్రాప్టొలైట్లు
Graticule – గ్రాటిక్యూల్
Gravimeter – గ్రావి మీటరు, గురుత్వాకర్షణ మాపకము
Gravitation Field – గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రము
Gravitational Method – గురుత్వాకర్షణ పద్ధతి
Gravitational Water – భౌమ్యాకర్షణ శక్తికి వడిమగు నీరు
Gravity – గురుత్వము
Gravity Attraction – గురుత్వాకర్షణ
Gravity Dam – గ్రావిటీ డాము
Gravure Method – గ్రావ్యూర్ పద్ధతి (ముద్రణ)
Greases – గ్రీజులు
Greasy – జిడ్డైన
Grid – గ్రిడ్
Grid Battery – గ్రిడ్ బ్యాటరీ
Grind Ability – పేష్యత్వ గుణము
Grinding – పేషణము, నూరుట
Ground Water – భూగర్భ జలము, పాతాళ గంగ, అంతర్గత జలము
Grouting – గ్రౌంటింగ్
Guided Missile – నియంత్రిత అస్త్రము
Gum Balsam – బాల్సమ్ జిగురు
Gums – జిగురులు
Gutenberg Discontinuity – గ్యూటెన్‌బర్గ్ విచ్ఛిన్నత
Guttpercha – గట్టాపెర్చా
Gypsum – జిప్సమ్

H

Hackly Cleavage – గరుకు పగులు
Halide – హేలైడ్
Halite – హేలైట్
Halogenation – హాలోజనేషన్
Hammer – సుత్తి, సమ్మెట
Hammer Mill – సుత్తిపెట్టు యంత్రము
Hand Brake – హ్యాండు బ్రేకు
Harbour – నౌకాశ్రయము

Harbours & Jetties – నౌకాశ్రయములు, రేవులు, జెట్టీలు
Hardness – కాఠిన్యము
Harmonics – హార్మోనిక్కులు
Header – శీర్షము
Head Level – తల మట్టము
Head Regulator – హెడ్ రెగ్యులేటర్
Head Sluice – తల తూము
Hearth – హార్త్
Heat – ఉష్ణము
Heat Conductor – ఉష్ణవాహకము
Heat Engine – ఉష్ణ యంత్రము
Heat Exchange – ఉష్ణతా వినిమయము
Heat Insulators – తాపబంధకము
Heat Transfer – ఉష్ణతా వినిమయము, తాపవినిమయము
Heat Transfer Co-efficient – ఉష్ణతా వినిమయ గుణకము
Heat Transfer Equipment – తాప సంక్రమణ పరికరము
Heater – హీటర్, తాపకము
Heating – తాపనము
Heating Coil – తీగ చుట్ట
Heavy Spar – భారస్ఫటిక మృత్తిక
Heavy Water – గురుజలము
Helicopter – హెలికాప్టరు
Helix – హెలిక్స్
Helmet – శిరస్త్రాణము
Hematite – హేమటైట్
Hero Engine – హీరో యంత్రము
Hetro Cycle – విజాతీయ చక్ర
Heterodyne Method – హెటిరోడైన్ విధానము
Hexagonal – షట్కోణ
Hide Glue – తోళ్ళ జిగురు
Hieroglyphics – హాయర్గ్లిఫిక్స్, చిత్రలిపి
High Frequency – అధిక పౌనఃపున్యము
High Head Plant – ఉన్నత జలశీర్ష కేంద్రము
High Input Impedance – అధిక నియోగ ఆవృత్తి నిరోధము
High Freliability – అధిక విశ్వసనీయము
High Voltage Accelerator – అధిక వోల్టేజి త్వరణమాపి
Historical Geology – చారిత్రక భూశాస్త్రము
Hoist – హాయిస్ట్
Horizontal – క్షితిజ సమాంతర
Horizontal Gradient – క్షితిజ సమాంతర పాతము
Horizontal Movements – క్షితిజ చలనము
Hornblende – హారన్ బ్లెండ్
Horse Power – హార్స్ పవర్
Hot Body – ఉష్ణవస్తువు
Hot Composing - ధాతువును వేడిచేసి కంపోజింగు చేయు పద్ధతి
Hot Working – ఉష్ణ కార్యకరణము
Hovercraft – హోవర్ క్రాఫ్ట్
Hum – హోరు

Humid Heat – ఆర్ద్రోష్ణత
Humid Volume – ఆర్ద్ర ఆయతనము
Humidification – ఆర్ద్రీకరణము
Humidifier – ఆర్ద్రీకారకము
Humidity – ఆర్ద్రత
Humidity Chart – ఆర్ద్రతాపటము
Hybrid Computer – సంకర గణిత్రము
Hydraulics – హైడ్రాలిక్ శాస్త్రము
Hydraulic Brake – హైడ్రాలిక్ బ్రేకు
Hydrauolic Cleaner – హైడ్రాలిక్ క్లీనర్ యంత్రము
Hydraulic Forging Press – హైడ్రాలిక్ ఫోర్జింగ్ ప్రెస్
Hydraulic Jump – నీటి గంతు
Hydraulic Machines – హైడ్రాలిక్ యంత్రములు
Hydraulic Models – హైడ్రాలిక్ నమూనాలు
Hydraulic Press – హైడ్రాలిక్ యంత్రము
Hydraulic Turbine – హైడ్రాలిక్ టర్బయిను, జలచక్రము
Hydro Carbon – హైడ్రో కార్బన్
Hydrodynamic Torque Converter – హైడ్రో డైనమిక్ టార్క్ కన్వర్టర్
Hydro Electric Power – జల విద్యుచ్ఛక్తి
Hydro Electric Power Plant – జల విద్యుత్తు కేంద్రము
Hydrogenation – ఉదజనీకరణము
Hydrogen Teluride – హైడ్రోజన్ టెలురైడ్
Hydrological Cycle – జలశాస్త్రీయ చక్రము
Hydrology – జల శాస్త్రము
Hydrolysis – జల విశ్లేషణము
Hydrosphere – జలావరణము
Hydrothermal – హైడ్రో తెర్మల్
Hygroscopic – జలాకర్షక
Hygrostat – ఆర్ద్రతా నియంత్రకము
Hyper Absorber – అత్యధిచూషకము
Hyper Sorber – హైపర్ సార్బర్
Hypersthene – హైపర్ స్తీన్
Hypobissal Rocks హైపాబిస్సల్ శిలలు, ఆగంతుక శిలలు
Hypothermal – అధికతాప
Hysteresis – విద్యుత్తు శైథిల్యము

I

Ice Cream – ఐస్ క్రీమ్
Identical – సర్వసమ
Igneous Activity – ఆగ్నేయ ప్రవృత్తి
Igneous Soils – అగ్ని మృత్తికలు
Igneous Rocks – అగ్నిశిలలు
Ignition – జ్వలనము
Ignition Contact – జ్వలన సంపర్కము
Illumination – దీప్తి
Ilmenite – ఇల్మెనైట్
Imbibition – ఇన్బిబిషన్
Impedance – ఇంపిడెన్సు, ప్రతిబంధకము

Impulse Noise – ఇంపల్స్ నాయిస్
Impulse Reaction Turbine – అఘాత ప్రతిఘాత టర్బయిను
Impulse Turbine – అఘాత టర్బయిను
Impulse Type Turbine – ప్రేరక రకపు టర్బయిను
Impulse Wheel – ఇంపల్స్ చక్రము
Impurities – మలిన ద్రవ్యములు
Independent Variable – స్వతంత్ర చలరాశి
Indirect Heating – అప్రత్యక్ష తాపనము
Indirect Humidifier – పరోక్ష ఆర్ద్రీకారకము
Inductance – ప్రరోచనము
Induction – ప్రరోచన
Induction Coil – ప్రరోచన వేష్టనము
Induction Heating – ప్రరోచన ఉష్ణ విధానము
Induction Interference – ప్రరోచన మిథోఘట్టనము
Induction Motor – ప్రరోచన మోటారు
Inductive Shield – విద్యుత్తు ప్రరోచన కర్షక ఫలకము
Industrial Adsorbent – పారిశ్రామిక అధిచూషకము
Industrial Diamond – పారిశ్రామిక వజ్రము
Industrial Gases – పారిశ్రామిక వాయువులు
Industrial Revolution – పారిశ్రామిక విప్లవము
Industry – పరిశ్రమ
Inert Gases – జడవాయువులు
Inertia Effect – జడత్వ ఫలితము
Infinite – అనంతము
Information Theory – సమాచార సిద్ధాంతము
Infusorians – ఇన్‌ఫుసోరియన్‌లు
Inherent – స్వతస్సిద్ధము
Inking Pen – సిరా కలము
Inland Waters – భూతల జలములు
Inlet – లోకవాటము
Inlet Valve – ప్రవేశక కవాటము
Inner Dead Centre (I. D. C.) Position – ఆంతర నిశ్చల మధ్య (ఆ. ని. మ.) స్థానము
Inorganic Flux – అకర్బన స్యందము
Inosilicate – అయనో సిలికేట్
Input – ఆదానము
Input Quantity – ఆదాన రాశి
Insecticides – క్రిమిసంహారములు
Insoluble – అద్రావ్య
Installed Capacity – ప్రతిష్ఠాపిత సామర్థ్యము
Instantaneous Magnitude – తాత్కాలిక పరిమాణము
Insulated Cable – ఇన్సులేటెడ్ కేబిలు
Insulating Materials – విద్యుత్తు తాప బంధకములు
Insulation – ఆచ్ఛాదన తాపబంధకము
Insulating Medium – విద్యుత్తు బంధన యానకము
Instrumentation – పరికర వ్యవస్థ
Intaglio – ఇంటాలియో (ముద్రణ)
Intensity of Illumination – దీప్తి తీక్ష్ణత
Interlaced Scanning – అల్లిక స్కానింగు
Intercontinental Ballistc Missile – ఇంటర్ కాంటినెంటల్ బాలిస్టిక్ మిసైల్ (ఖండాంతర వేధి)
Intermediate – మధ్యస్థ ద్రవ్యము
Intermediate Igneous Rocks – మాధ్యమిక అగ్నిశిలలు
Internal – ఆంతర
Internal Combustion Engine – అంతర్దహన ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజను
Internal Shape – అంతరాకృతి
International Rivers – అంతర్జాతీయ నదులు
International Treaties – అంతర్జాతీయ ఒడంబడికలు
Inter Planetary Travel – గ్రహాంతర యానము
Integration – చయనీకరణము
Intrussive Rocks – ఆగంతుక శిలలు
Invar – ఇన్వార్
Inverse Square Law – విలోమవర్గ సూత్రము
Inversion – విలోమ
Inward Stroke – లోపలి దెబ్బ
Iodine – అయిడీన్
Iodine Vapour – అయిడీన్ బాష్పము
Ion – అయన్
Ion Exchanger – అయన్ ఎక్స్ఛేంజర్, అయన్ వినిమయకము
Ionosphere – అయనావరణము, ఆయన వియత్తలము
Ionization – అయనీకరణము
Iridium – ఇరిడియమ్
Iron – ఇనుము, అయసము
Iron Oxide – ఐరన్ ఆక్సైడ్
Iron & Steel – ఇనుము, ఉక్కు
Irrigated Area – ఆయకట్టు
Irrigation – సేద్యపు నీటి సాగుబడి, నీటి పారుదల, సాగుబడి
Irrigation From Drains – మురుగు కాలువలనుండి పంటనీరు
Irrigation Channels – పంట కాలువలు
Isinglass – ఇసింగ్లాస్
Isomerisation – ఐసోమరైజేషన్, సమాంగ రూపకరణము
Iso-Electric Point – సమ విద్యుదంకము
Isogam – ఐసోగామ్
Isolator – విభక్తము
Isomorphism – సమరూపత
Isostasy – భూ సంతులన
Isostatic Movement – సంతుల చలనము
Isotopes – సమస్థానీయములు
Isosynthesis – సమ సంయోజనము
Isothermal Expansion – సమతాపక వ్యాకోచనము

J

Jack Devices – జాక్ యంత్రములు
Jaw Crusher – దౌడల యంత్రము
Jet Aeroplane – జెట్ విమానము
Jelley – జెల్లీ

Jet Condenser – జెట్ సంగ్రాహకము
Jet Engine – జెట్ ఇంజను
Jib Crane – జిబ్ క్రేన్
Jigs – జిగ్‌లు
Joints – జాయింట్లు
Journal – జర్నల్
Jupiter – గురుడు
Jurassic – జూరాసిక్

K

Kanat – కంత – (సొరంగము)
Kaolin – చీనా మన్ను
Key Board – కీ బోర్డు
Keying – కీయింగ్
Kennely Heavyside Layer – కెన్నలీ – హెవీ సైడుపొర
Kiln – ఆవము
Kinetic Energy – గతిజ శక్తి
King Pin – కింగ్ పిన్
Krypton – క్రిప్టాన్
Kyanite – కెయనైట్

L

Labradorite – లాబ్రాడొరైట్
Lamination – లామినేషన్
Lamp Black – మసిపొడి
Land Acquisition – భూ సంపాదన
Land Reclamation – నేలను సేద్యయోగ్యము చేయుట
Latent Heat – గుప్తోష్ణము
Latent Heat of Vaporisation – బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత
Lateral Movements – పార్శ్వీయ చలనములు
Lateral Stability – పార్శ్వ స్థైర్యము
Lathe Machines – లేత్ యంత్రములు
Lattice – జాలము, స్థల విన్యాసము
Latitude – అక్షాంశము
Laser – లేసర్
Layer – పొర
Lead – సీసము
Lead Monel – లెడ్ మోనెల్
Leakance – ఓడుదనము
Leather Tanning – తోళ్ళపదును
Lens – కటకము
Level – మట్టము
Lever – ఉచ్చాలకము, తులాదండము
Lifts & Escalators – లిఫ్టులు, ఎస్కలేటరులు
Lift Slab – స్లాబ్‌లను ఎత్తుట
Light House – దీపగృహము, లైట్ హౌస్
Light Ships – దీప నౌకలు
Light Waves – కాంతి తరంగములు
Lignite – లిగ్నైట్
Lime Soda Process – సున్నము సోడా పద్ధతి
Lime Stone – సున్నపురాయి
Liming – సున్నములో ఊరవేయుట
Linear Co-Efficient of Expansion – రేఖీయ (దైర్ఘ్య) వ్యాకోచన గుణకము
Linear Movement – రేఖీయ చలనము
Linear Programming – లీనియర్ ప్రోగ్రామింగ్
Linen – నారపట్టు
Lining – అస్తరు
Linkage – బంధనము
Linoleum – లినోలియమ్
Linotype – లినో టైపు
Linseed Oil – అవిసె నూనె
Linz-Donnawitz Process (L. D.) – లింజ్ డోనావిట్జ్ (ఎల్, డి) పద్ధతి
Liquid Fuel – ద్రవేంధనము
Liquid Medium – ద్రవయానకము
LIquid Metal – ద్రవ ధాతువు
Liquification – ద్రవీకరణము
Liquification of Gases – వాయు ద్రవీకరణము
Liquefied Petroleum Gas – ద్రవీకృత పెట్రోలియమ్ వాయువు
Lissajou – లెసజో
Lithography – లితోగ్రఫీ, ఆఫ్‌సెట్టు ముద్రణ
Lithosphere – శిలావరణము
Load Stone – సూదంటురాయి
Local Oscillator – స్థానిక ఆసిలేటర్
Location – స్థాన నిర్దేశము
Locomotive – రైలు ఇంజను
Lode – చార
Longitude – రేఖాంశము
Loud Speaker – లౌడ్ స్పీకరు
Low Attenuation – తక్కువ అపచితి
Low Energy Particles – అధమ శక్తి కణములు
Low Head Plant – అల్ప జలశీర్ష కేంద్రము
Lowest Field Level – అధస్తమ క్షేత్రమట్టము
Low Frequency – అల్ప పౌనఃపున్యము
Low Level – అల్పమట్టము
Low Temperature Carbonisation – అల్పతాపక్రమ కర్బనీకరణము
Lox – ద్రవ ఆక్సిజన్
Lubricant – కందెన
Lumped Loading – ముద్ద లోడింగు
Lustre – తళతళ ప్రకాశము

M

Machine – యంత్రము
Machine Design – యంత్రముల డిజైన్
Machine Tools – యంత్ర పరికరములు
Magic Eye – మాయా నేత్రము
Magma – మాగ్మా
Magmatic Crystallisation – మాగ్మాస్ఫటికీకరణము

Magmatic Disseminations – మాగ్మా విస్తరణములు

Magmaticinjections మాగ్మా ఇంజక్షనులు

Magmatic Segregations – మాగ్మా వియోజనములు

Magnet – అయస్కాంతము

Magnetic Field – అయస్కాంత క్షేత్రము

Magneto Hydrodynamics - మాగ్నటో హైడ్రో డైనమిక్స్

Magnetometer – అయస్కాంత మాపకము

Magnification – అధికీకరణము

Main Spring – మెయిన్ స్ప్రింగ్

Malachite – మాలకైట్

Malnutrition – పోషకాహార లోపము

Mammals – సస్తనములు

Mana – మాన

Mantle – వేష్టనము

Marker Quad – గుర్తుకట్ట

Marine Geology – సముద్ర భూశాస్త్రము

Marine Navigation – సముద్ర యానము

Mars – కుజుడు

Maser – మేసర్

Masonry – తాపీపని

Mass – ద్రవ్యరాశి

Mass Transfer Operations – రాశి వినిమయ కార్యములు

Massecute – మెసిక్యూట్

Mass Transfer – ద్రవ్యరాశి పంపకము

Mass Transfer Co-Efficient – రాశి వినిమయ గుణకము

Mastaba – మస్తబా

Materials of Construction – నిర్మాణ సామగ్రి

Mathematics – గణితము, గణిత శాస్త్రము

Maximnm Flood Level – గరిష్ఠ ప్రవాహ ఘట్టము

Measuring Instrumments – కొలమాన పరికరములు

Mechanical Bonding – యాంత్రిక సంశ్లేష

Mechanical Chronograph – యాంత్రిక క్రోనోగ్రాఫ్

Mechanical Engineer – మెకానికల్ ఇంజనీరు

Mechanical Machining – యాంత్రిక ముద్రణ

Mechanical Type Setting – యాంత్రికముగా అక్షరముల కూర్పు

Mechanical Work – యాంత్రిక పని

Mechanisms – యంత్ర తంత్రములు

Medium – యానకము

Medium Head Plant – మధ్యమాన జలశీర్ష కేంద్రము

Megger Earth Tester – మెగ్గర్ భూశోధకము

Melting Point – ద్రవాంకము

Memory – ధారణ, ధారణాంగము

Mercury – బుధుడు

Mercury Arc – మర్క్యూరీ చాపము

Mercury Cell – రసఘటము

Mercury Vapour – రసబాష్పము

Meridian – రేఖాంశము

Meson – మీసాన్

Mesothermal – మధ్యమ తాప

Mesozoic Period – మధ్యమ జీవక యుగము

Metal – ధాతువు

Metallic Extraction – ధాతు సాధన

Metallic Lustre – ధాతు మెరుగు, ధాతు తళతళ

Metallogenetic Epochs – ధాతూత్పత్తి యుగములు

Metallogenetic Provinces ధాతూత్పత్తి ప్రదేశములు

Metallurgical Engineer – మెటలర్జికల్ ఇంజనీరు

Metallurgy – ధాతు సాధన శాస్త్రము

Metal Plate – ధాతు పలకము

Metal Surface – ధాతుతలము

Metamorphic Rocks – రూపాంతర శిలలు

Metamorphism – రూపాంతరీకరణము

Meteorology – వాతావరణ శాస్త్రము

Mica – అభ్రకము

Microbes – రోగకారక సూక్ష్మ జీవులు

Microbiology – సూక్ష్మజీవ శాస్త్రము

Microcline –మైక్రోక్లైన్

Microchronograph – మైక్రో క్రోనోగ్రాఫ్

Micron – మైక్రాన్

Micro Film Documentation – మైక్రో ఫిల్మ్ డాక్యుమెంటేషన్

Microphone – మైక్రోఫోన్

Military Science – సైనిక విజ్ఞానము

Milligal – మిల్లీగాల్

Milling Machine – మిల్లింగు యంత్రము

Mine – ఖని, గని

Mineral – ఖనిజము

Mineral Deposits – ఖనిజ నిక్షేపములు

Mineral Salts – ఖనిజ లవణములు

Mineralogy – ఖనిజ శాస్త్రము

Mining Engineering – మైనింగు ఇంజనీరింగు

Mining Geology – ఖని భూశాస్త్రము

Mining Machinery – ఖనియంత్రములు

Mining & Safety – ఖని పరిశ్రమ & భద్రత

Miocene – మైయోసీన్

Missile – మిసిలీ, క్షిపణి

Mixed Fertilizer – మిశ్రమ ఎరువు

Mixer – మిక్సర్, కలుపుయంత్రము, సమ్మిశ్రకము

Mixing – మిశ్రీకరణము

Mixing Condensers – మిశ్రిత సంగ్రాహకములు

Mobility – చలన శీలత

Modifier – పరివర్తక ద్రవ్యము

Modulate – శ్రుతి

Modulation – పరివర్తనము

Modulator – పరివర్తని, శ్రుతి మిశ్రమకారి

Mohole Project – మోహోలీ ప్రాజెక్టు

Mohorovic Discontinuity – మొహారోవిక్ విచ్ఛిన్నత

Molasses – మొలాసెస్; చెరకు పానకము

Molecular Hydrogen – అణు హైడ్రోజన్
Molecular Weight – అణు భారము
Molecule – అణువు
Mollusca – మొలస్కా
Momentum – గతి భారము
Monel – మోనెల్
Monoclinic System – ఏకనత పద్ధతి
Monomer – మోనోమెర్
Monotype – మోనోటైపు
Monovalent – ఏక యోజనీయము
Montmorillonite – మాంట్ మోరిల్లోనైట్
Morse Code – మోర్స్ కోడ్
Morse Embosser – మోర్స్ ఎంబోసర్
Morse Inker – మోర్స్ ఇంకరు
Morse Key – మోర్స్ కీ
Motor Coach – మోటారు కోచ్
Moulding – మూస కట్టుట
Moving Bed Absorber – చలత్తల్ప అధిచూషకము
Mucilages – మ్యూసిలేజ్ లు
Mud Volcanoes – బురద గుండములు
Multi Channel Voice Frequency Telegraphy – బహుస్రోతస్య శ్రవణ పౌనఃపున్య తంతి విధానము
Multi Layer Equation – బహుస్తర సమీకరణము
Multipass Heat Exchange – బహుమార్గ తాప వినిమయకము
Multiple Blade Ring – కంకణాకారము
Multiple Efeect Evaporator – బహుఫల బాష్పీకరణి
Multiple Unit – మల్టిపుల్ యూనిటు
Multiplex – బహుస్రోతస్సు
Multistoried Building – అంతస్థుల మేడ
Muriatic Acid – మురియాటిక్ ఆసిడ్
Muscovite – మాస్కోవైట్

N

Naphthalene – నాఫ్థలీన్
Naphthol – నాఫ్థాల్
Natrolite – నేట్రలైట్
Native Elements – సహజమూల ద్రవ్యములు
Natural Fertilizer – సహజ ఎరువు
Natural Gas – సహజవాయువు, చమురు వాయువు
Natural Selection – ప్రాకృతిక వరణము
Naval Ship – నౌక
Navigation – నౌకాయానము
Nebular Hypothesis – నీహారికా వాదము
Negative – నెగిటివ్
Negative Charge – ఋణ ఆవేశము
Negative Valency – ఋణయోజనీయము
Neoprene – నియోప్రీన్
Neso Silicate – నిసో సిలికేట్
Network Analyser – జాల విధాన వ్యవచ్ఛేదకము
Neutral – తటస్థ
Neutral Axis – తటస్థాక్షము
Neutralization – తటస్థీకరణము
Neutron – న్యూట్రాన్
Nickel – నికెల్
Nitration – నత్రీకరణము
Nitrolime – నైట్రోలైమ్
Nitric Acid – నైట్రిక్ ఆసిడ్
Nitro Benzene – నైట్రో–బెంజీన్
Nitrogen – నైట్రోజన్
Nitrogen Fertilizer – నైట్రోజన్ ఎరువు
Nitrogen Oxide – నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్
Nitrogen Solution – నైట్రోజన్ ద్రావణము
Nitro Phosphate – నైట్రో ఫాస్ఫేట్
Noise Source – కర్కశధ్వని జనకము
No-Load Transformation Ratio – శూన్యభార రూపాంతరణ నిష్పత్తి
Non-Ferrous Metals – అనాయాస ధాతువులు
Non-Metal – అధాతువు
Non-Polarised – ధ్రువీకరింపబడని; అధ్రువిత
Non-Projective Drawing – అవిక్షేపక డ్రాయింగు
Non-Rosin Flux – రోసిన్ లేని ఫ్లక్స్
Normalised – ప్రమాణీకృత
Nozzle – నాజిల్
Nuclear Engineering – న్యూక్లియర్ ఇంజనీరింగు; పరమాణు శాస్త్రము
Nuclear Physics – కేంద్రక భౌతికశాస్త్రము
Nuclear Power – పరమాణు విద్యుత్తు, పరమాణుశక్తి
Nuclear Reactor – న్యూక్లియర్ రియాక్టరు
Nutrient – పౌష్టికాహారము
Nylon – నైలాన్

O

Oblique Projection Drawing – తిర్యక్ విక్షేపక డ్రాయింగు
Observatory – వేధశాల
Ocean Green Pasture – సముద్ర శ్యామిక
Oceanic Surface – సముద్రోపరితలము
Oceanography – సముద్ర శాస్త్రము
Offtake Structure – జల పరిగ్రహణ నిర్మాణము
Oil Expeller – ఆయిల్ ఎక్స్‌పెల్లరు
Oil fields – నూనెగనులు
Oil Gas – చమురు వాయువు
Oligocene – ఒలిగోసీన్
Oil Refinery – నూనె శుద్ధి కర్మాగారము
Oil Treated – తైల సంస్కృత
Ointment – విలేపనము
Olefines – ఒలిఫైన్లు
Oleoresin – ఒలియోరెసిన్
Olivine – ఆలివీన్

Once-Through Process – ఏకదశ ప్రక్రియ
Opal – ఓపాల్
Optical Instruments – చాక్షుష పరికరములు
Opaque – అపారదర్శకము
Open Cast Quarrying – క్వారీ పరిశ్రమ
Open Circuit Grinding – వివృత వలయ పేషణము
Open Hearth Process – ఓపెన్ హార్త్ పద్ధతి
Operation Mohole – ఆపరేషన్ మొహోలి
Operational Amplifier – ప్రవర్తక వర్ధకము
Operational Reseach – ఆపరేషనల్ రీసెర్చ్
Optical Properties – చాక్షుష ధర్మములు
Order of Superposition – స్తరాత్మక అనుకరణము
Ordinary Flood LeVel (O. F. L.) – సాధారణ ప్రవాహమట్టము
Ordovician – ఆర్డోవిషియన్
Ore – ముడి ఖనిజము
Organic Flux – కార్బన్ స్యందము
Organic Matter – సేంద్రియ ద్రవ్యము
Origin of the Earth – భూప్రాదుర్భావము
Origin of Life – జీవోత్పత్తి
Origin of Species – ఉపజాతుల పుట్టుక
Orogenic Movements – పర్వతోత్పాదక చలనములు
Orogeny – పర్వతోత్పాదన
Orthoclase – ఆర్థోక్లేజ్
Orthographic Projective Drawing – లంబ రేఖాంకిత విక్షేపక డ్రాయింగు
Oscillator – ప్రకంపని
Oscillation – కంపనము
Oscillography – ఆసిలోగ్రఫీ
Oscilloscope – ఆసిలోస్కోప్
Osmium – ఆస్మియమ్
Outer Dead Cetre (O. D. C.) Position – బాహ్య నిశ్చల మధ్య (బా. ని. మ.) స్థానము
Outfall Sluice – నీరు బయటకుపారు తూము
Outlet – వెలి కవాటము
Output – ప్రదానము
Outward Stroke – వెలుపలి దెబ్బ
Oven – కొలిమి
Over Burden – ఉపరి భారము
Over Head Contact System – ఓవర్ హెడ్ కాంటాక్టు పద్ధతి
Over Head Equipment – ఓవర్ హెడ్ పరికరము
Over Head Travelling Crane – పైన తిరుగు క్రేన్
Oxidation – ఆక్సీకరణము, ఆక్సీభవనము
Oxide – ఆక్సైడ్
Oxidised Zone – ఆక్సీకృత మండలము
Oxidising Agents – ఆక్సీకారకములు
Oxygen – ఆక్సిజన్

P

Paints – పెయింట్లు, పూతరంగులు
Palaeontology – పురాజీవ శాస్త్రము
Palaeozoic Period – ప్రాచీన జీవకయుగము
Pamphlet Binding – కరపత్రముల బైండింగు
Pantograph – పాంటోగ్రాఫ్
Paper – కాగితము
Paper Industry – కాగితపు పరిశ్రమ
Papyrus – పపైరస్, రెల్లు
Parachute – పారాచూట్
Parallax – అతివర్తనము
Para Magnetic – అనన్న అయస్కాంత
Parellel Flow – సమానాంతర ప్రవాహము
Partial Pressure – ఆంశిక ప్రేషము
Particle Size – కణ పరిమాణము
Patched Loading – అతుకుల లోడింగు
Patent – పేటెంటు
Peak Load – గరిష్ఠ భారము, పీక్ లోడ్
Peat – పీట్
Pecker – పెకరు
Pegmatite – పెగ్మటైట్
Penstocks – జలదారులు, పెన్‌స్టాక్
Pentavalent Linkage – పంచయోజనీయ శృంఖలా బంధనము
Pentode – పెంటోడ్
Pentlandite – పెన్‌ట్లాన్‌డైట్
Percent Humidity – ఆర్ద్రతా శాతము
Percent Relative Humidity – సాపేక్ష ఆర్ద్రతాశాతము
Percolation – జలస్రవణము, నీరు ఊరుట
Percussion Figure – ప్రహార చిత్రము
Peridotite – పెరిడోటైట్
Periphery – కైవారము
Permanent Railway – శాశ్వత రైలు మార్గములు
Permeability – ప్రవేశ సాధ్యత
Permeable Foundation – భేద్యపు పునాది
Permian – పెర్మియన్
Perspective – యథాదర్శన
Petro-Chemical Industry – పెట్రో కెమికల్ పరిశ్రమ
Petroleum – పెట్రోలియమ్
Petroleum Refining – పెట్రోలియమ్ శుద్ధి
Petrology – శిలాశాస్త్రము
Petrological Microscope – శిలాశాస్త్రీయ సూక్ష్మ దర్శిని, పెట్రోలాజికల్ సూక్ష్మదర్శిని
Phantom Circuit – మిథ్యావలయము
Pharmaecuticals – ఔషధములు, మందులు
Phonetic – ధ్వనిస్వరసంవాదిని
Phosphate – ఫాస్ఫేట్
Phosphate Rock – ఫాస్ఫేట్ రాయి
Phosphatic Fertilizer – భాస్వర ఎరువు
Phosphoric Acid – భాస్వర ఆమ్లము
Phosphorous – భాస్వరము

Photo Composing – ఫోటో కంపోజింగు
Photo Electric Cell – కాంతి విద్యుద్ఘటము
Photo Electric Control – కాంతి విద్యుత్తు నియంత్రణ
Photo Engraving – ఫోటో ఎంగ్రేవింగ్
Photographic Grey Tone ఫోటోగ్రాఫిక్ గ్రేటోన్
Photo Offset Process – ఫోటో ఆఫ్‌సెట్ పద్ధతి
Photo Gravure – ఫోటోగ్రావ్యూర్
Photography – ఫోటోగ్రఫీ
Photon – ఫోటాన్
Phyllo Silicate – ఫిల్లో సిలికేట్
Physical Adsorption – భౌతిక అధిచూషణ
Physical Geology – భౌతిక భూశాస్త్రము
Physical Properties – భౌతిక ధర్మములు
Physics – భౌతిక శాస్త్రము
icture Telegraphy – ఫోటో తంతి విధానము, ఛాయాచిత్ర తంతి విధానము
Picture Tube – పటనాళము
Pier – స్తంభము
Piezocelectricity – ప్రేషజన్య విద్యుత్తు శక్తి
Pig Iron – దుక్క ఇనుము
Pilot – పైలట్
Piston – ముషలకము
Pitch – కీలు
Pith Ball బెండుబంతి
Pivot – పివట్
Pitman Arm – పిట్‌మన్ భుజము
Placer Deposits – ప్లాసర్ నిక్షేపములు
Plagiolclase – ప్లాజియోక్లేజ్
Plane – చిత్రిక, తలము
Plane Geometry – సమతల జ్యామితి
Planetary – గ్రహరూప
Planographic Process – ప్లానోగ్రాఫిక్ పద్ధతి
Plant Layout – ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థా స్వరూపము
Plastic – ప్లాస్టిక్కు
Plasticizer – ప్లాస్టిసైజర్
Plate Modulation – ప్లేట్ మోడ్యులేషన్
Platinum – ప్లాటినమ్
Pleenum Method – ప్లీనమ్ పద్ధతి
Pleistocene – ప్లైస్టోసీన్
Pleochroism – బహువర్ణత
Pliocene – ప్లైయోసీన్
Plunger – ప్లంజర్
Plutonic Rocks – ప్లూటానిక్ శిలలు, నిమ్నస్థాయి శిలలు
Plywood – ప్లైవుడ్
Pile Foundation – దొంతి పునాదులు
Pneumatic – వాయవ
Polarised – ధ్రువీకరింపబడిన
Polarization – ధ్రువీకరణము
Pole – ధ్రువము
Polished – పరిష్కృత
Polarity – ధ్రువ స్వభావము ; ధ్రువత్వము
Polygon – బహుభుజి
Polymerisation – పోలిమరైజేషన్
Polythene – పాలిథీన్
Pond – జలాశయము
Pontoon – త్రప్పోడ
Poramboke Land – పోరంబోకు భూమి
Porasity – సచ్ఛిద్రత
Porcelain – పింగాణీ
Port – పోర్టు
Portland Cement – పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటు
Positive – పాజిటివ్
Positive Charge – ధన ఆవేశము
Positive Electricity – ధన విద్యుత్తు
Positive Plate – ధన ఫలకము
Positron – పాజిట్రాన్
Potash Feldspar – పొటాష్ ఫెల్‌స్పార్
Potash Fertilizer – పొటాష్ ఎరువు
Potential Energy – అనుద్భూత శక్తి
Power – శక్తి
Power Amplifier – శక్తి వర్ధకము
Power House – విద్యున్మందిరము
Power loom – మర మగ్గము
Power Stations – విద్యుత్తు కేంద్రములు
Power Stroke – శక్తి దెబ్బ
Power Supply – విద్యుత్తు సరఫరా
Power Transmission – విద్యుత్తు ప్రసారము
Pre Cambrian Period – పురాకాంబ్రియన్ యుగము
Precast – ముందుగా పోత పోయుట
Precipitation – అవక్షేపణము ; వర్షపాతము
Precipitator – అవక్షేపకము
Precission – అన్యూనాతిరిక్తత
Precission Engineering – ప్రెసిషన్ ఇంజనీరింగు
Pre Heater – పూర్వతాపకము
Prefabricated Structures – ప్రాక్ నిర్మాణములు
Preliminary Estimates – ప్రాథమిక అంచనాలు
Preservative – సంరక్షక ద్రవ్యము
Preservation of Food – ఆహారము నిల్వచేయుట
Press – ముద్రణ యంత్రము
Pressure – ప్రేషము
Pressure Drop – ప్రేషపతనము
Pressure Filter – ప్రేష గళని
Pressure Gauge – ప్రేష మాపకము
Pressure Reaction Vessel – ప్రేష ప్రతిక్రియా పాత్ర
Pressure Relief Valve – ప్రేషవిమోచక కవాటము
Pressure Vessel – ప్రేషపాత్ర

Prestressed Concrete – పూర్వ ప్రపీడిత కాంక్రీటు
Prilling Process – గుళికా ప్రక్రియ
Primary – ప్రాథమిక
Prime Mover – ప్రధాన చాలకము, ప్రధాన సంచాలకము
Printing – ముద్రణ, ముద్రణ పరిశ్రమ
Printing Press – ముద్రణాలయము
Printing Technology – ముద్రణ పరిశ్రమ
Printing Telegraph – ముద్రణ తంతి విధానము
Prism – పట్టకము
Prismatic Cleavage – పట్టకాకారపు పగులు
Process – ప్రక్రియ
Process Control – ప్రక్రియా నియంత్రణ
Producer Gas – ప్రొడ్యూసర్ గాస్
Product – అంతిమ ద్రవ్యము
Production – ఉత్పత్తి
Production Engineer – ఉత్పత్తి ఇంజనీరు
Production Technology – ఉత్పత్తి శాస్త్రము
Production Tooling – విడి భాగముల ఉత్పత్తి
Progressive – క్రాంతికర
Projective Drawing – విక్షేపక డ్రాయింగు
Promoter – ప్రవర్థకము
Proportion – అనుపాతము
Prospecting – ఖనిజ అన్వేషణ
Protective – సంరక్షక కర్త
Protein – ప్రోటీన్
Protein Deficient – ప్రోటీన్ లుప్త
Proteolytic – ప్రోటియోలిటిక్, ప్రోటీన్లను విడగొట్టుట
Proterozoic Period ఉత్తరాజీవక యుగము
Proton – ప్రోటాన్
Prototype – ఆదిస్వరూపము
Protozoic Period ప్రోటోజోయిక్ యుగము
Protractor – కోణమాని
Psychrometry – శైత్య మాపనము
Public Address System – ఆంప్లిఫయర్ వ్యవస్థ, శబ్ద విస్తరణ విధానము
Public Health Engineering – ప్రజారోగ్య శాస్త్రము
Pulley – కప్పి
Pulley Block – కప్పి బ్లాకు
Pulse Modulation – పల్స్ పరివర్తన
Pulverising – చూర్ణీకరణము
Pulverizer – చూర్ణ సాధనము
Pumice – ప్యూమిస్
Pump – పంపు
Pyramid – పిరమిడ్
Pyroelectricity – ఉష్ణజన్య విద్యుత్తు ధ్రువీకరణము
Pyrometasomatic Deposits – పైరోమెటా సోమాటిక్ నిక్షేపములు
Pyrites – పైరిటీస్
Pyroxene – పైరాక్సీన్

Q

Quadruplex – క్వాడ్రుప్లెక్స్ విధానము
Quality Control – నాణ్య నియంత్రణ
Quarry – క్వారీ
Quaternary – క్వాటర్నరీ
Quartz – క్వార్ట్జ్

R

Radar – రాడార్
Radiation – వికిరణము
Radicle – గణము
Radio – రేడియో
Radioactive Method – రేడియో ధార్మిక పద్ధతి
Radioactivity – రేడియో ధార్మిక శక్తి
Radio Communication – రేడియో వార్తా ప్రసారము
Radio Frequency Heating – రేడియో పౌనఃపున్యపు ఉష్ణీకరణ
Radio Location – రేడియో లొకేషన్
Radio Signal – రేడియో సంకేతము
Radio Telegraph – రేడియో టెలిగ్రాఫు
Radio Telephony – రేడియో టెలిఫోను పద్ధతి
Radio Waves – రేడియో తరంగములు
Railway – రైలు మార్గము
Railway Electrification – రైల్వే విద్యుదీకరణము
Railway Engineering – రైల్వే ఇంజనీరింగు
Ramjet – రామ్‌జెట్
Range Finder – దూరతామాపకము
Rankine Cycle – రాంకినీ ఆవృత్తి
Rare Earths – అపురూప మృత్తులు
Rare Gas – అపురూప వాయువు
Rarified – విరళీకృత
Ratiometer – నిష్పత్తి మాపకము
Raw Material – ముడి ద్రవ్యము
Rayon – రయాన్
Reactant – కారక ద్రవ్యము
Reaction – ప్రతిక్రియ
Reaction Wheel – రియాక్షన్ చక్రము
Reactivity – ప్రతిక్రియా శక్తి
Reactor – ప్రతిక్రియా పాత్ర, రియాక్టర్
Receiver – గ్రాహకయంత్రము, గ్రాహకము, గ్రాహక కేంద్రము
Recession of Galaxies – గాలక్సీల తిరోగమనము
Reciprocal Duration – విలోమ కాల వ్యవధి
Reciprocating Steam Engine – పరిపూరక ఆవిరి ఇంజను
Reclamation – క్షేత్రోద్ధరణము
Recrystallization – పునఃస్ఫటికీకరణము
Rectifier – రెక్టిఫయర్
Rectification – ఋజూకరణము, రెక్టిఫికేషన్
Red Metal – లోహాయసము
Reduction – ఆక్సీహరణము
Reduction Pots – ఆక్సీహరణ ఘటములు

Reference Quad – అన్వయపు కట్ట
Refined Tar – శోధిత తారు
Refined Tar Acid Oils – పదునుపరచినతారు ఆమ్ల తైలములు
Refining – శోధన
Reflection – పరావర్తనము
Reflector – పరావర్తకము
Refraction – వక్రీభవనము
Refractive Index – వక్రీభవన సూచి
Refractory – రిఫ్రాక్టరీ
Refrigeration – శీతలీకరణము
Regenerative – పునర్జనన
Regional Grid – ప్రాంతీయ గ్రిడ్
Re-Heater – పునఃతాపకము
Reinforced Concrete – ప్రబలిత కాంక్రీటు, రీ ఇన్‌ఫోర్స్‌డ్ కాంక్రీటు
Relative Humidity – సాపేక్ష ఆర్ద్రత
Relay – పునఃప్రసారము, రిలే
Repeater – పునఃప్రసారిణి
Replacement – స్థానవిచ్యుతి, స్థాన వినిమయము
Replacement Deposits – స్థానాంతరిత నిక్షేపములు, స్థలాంతర నిక్షేపములు
Reproductive Capacity – పునరుత్పాదన సామర్థ్యము
Reptiles – సరీసృపములు
Repulsion – అపకర్షణ, వికర్షణ
Repulsion Motor – వికర్షక మోటారు
Reservoir – రిజర్వాయరు, జలాశయములు
Residual Deposits – అవశిష్ట నిక్షేపములు
Residual Magnetism – శేష అయస్కాంతత్వము
Resin – రెసిన్
Resinous – రెసిన్ తుల్యము
Resistance – నిరోధము
Resistance Capacitance Coupling – రెసిస్టెన్స్ – కెపాసిటెన్స్ కప్లింగ్
Resistivity Method – విద్యుత్తు నిరోధక పద్ధతి
Resolving Power – విభేద్యకత
Resource – వనరు
Resultant – ఫలద్రవ్యము
Reversible – పరివర్తనీయము
Rhombohedral – సమ చతుర్భుజ
Rhombohedral Cleavage – సమ చతురస్ర పగులు
River Bed – నదీగర్భము
River Navigation – నదీయానము
River Valley Projects – నదీలోయ ప్రణాళికలు
Riveting – రివెటింగు
Road Bridge – రోడ్డు వంతెన
Road Construction – రోడ్డు నిర్మాణము
Roads – రోడ్లు, రహదారులు
Road Tar – రోడ్డు తారు
Rock – శిల
Rock Dam – రాతి డాము
Rocker – తూగుతొట్టె, రాకరు
Rocket Engine – రాకెటు ఇంజను
Rock Forming Mineral – శిలా ఖనిజములు
Rock Salt – రాతి ఉప్పు
Rolling – రోలింగు
Root Solver – వర్గమూల సాధన
Rosetta – రొసెట్టా
Rosin – రోసిన్
Rosin Flux – రోసిన్ ఫ్లక్స్
Rotary – రోటరీ
Rotation – భ్రమణము
Rotational Motion – భ్రమణ చలనము
Rotor భ్రమణకము, రోటార్, ఆవర్తకము
Roving – వేనుట
Row of Bead – అక్షమాల
Ruby – కెంపు
Runner – ధావని
Runner Shaft – ధావని స్తంభము
Running – రన్నింగు
Run-of-The River Plant – నదీప్రవాహ కేంద్రము
Runway – నేలపై విమానము పరుగెత్తు మార్గము
Rural Broadcasting – గ్రామీణ రేడియో ప్రసారము
Ryyve's Formula – రైవ్ ఫార్ములా

S

Safety Valves – రక్షక కవాటములు
Salinity – లవణత, ఉప్పదనము
Salinity Control – లవణరాశి నియంత్రణ
Salt – ఉప్పు, లవణము
Sampling – నమూనాల పరీక్షణము
Sanitary Engineering – శానిటరీ ఇంజనీరింగు
Saponification – సెపోనిఫికేషన్
Saprophylic Fungi – సాప్రోఫైలిక్ శిలీంధ్రములు (పుట్టగొడుగులు)
Sapphire – నీలము
Sarcenic – సార్సెనిక్
Satellite – ఉపగ్రహము
Saturable Core – సంతృప్త గర్భము
Saturated Volume – సంతృప్త ఆయతనము
Saturation Humidity – సంతృప్త ఆర్ద్రత
Saturatedtenperature – సంతృప్తతా తాపక్రమము
Saturn – శని
Scaffolding – పరంజా
Scale – కొలతబద్ద, స్కేలు
Scanning – స్కానింగు
Scapolite – స్కాపోలైట్
Schedule – కాలపట్టి
Science – విజ్ఞానము, సైన్సు

Scoria – స్కోరియా

Scotch Derrick – స్కాచ్ డెరిక్

Scour – నీటి కోత

Scrallcase – స్క్రాల్ కేస్

Screw Jack – స్క్రూ జాక్

Script – లిపి

Scurvy – నంజు వ్యాధి

Seasonal Variations – ఋతువ్యత్యాసములు

Secondary – గౌణ

Secondary Lines – గౌణ రేఖలు

Sedimentation – పంకీభవనము, పంకనిక్షేపణ, కల్కీకరణము

Sediments – పంకములు

Seed Crystal – బీజస్ఫటికము

Seed Drill – మరగొర్రు

Seepage – ఊట

Seismic Method – భూకంపన పద్ధతి

Seismograph – సైస్మోగ్రాఫ్, భూకంప దర్శని

Self Contained Air Conditioner – స్వయంతృప్త వాతాను కూలనము

Self Potential Method – స్వయంవిద్యుత్ శక్యతాపద్ధతి

Self Starter – స్వతః ప్రవర్తకత్వము

Semiconductor – అర్ధ విద్యుద్వాహకము; సెమికండక్టర్

Semi Permeable Membrane – అర్ధ భేద్యత్వచ

Series Rheostat – రయస్థాపక శ్రేణి

Serpentine – సర్పెన్ టైన్

Servo System – సెర్వోపద్ధతి, స్వతహాగా దిద్దుబాటు అగుట

Set Square – మూలమట్టము, సెట్ స్క్వేర్

Settler – అధివాసకము

Sewage Collection System – మురుగునీటి సేకరణ వ్యవస్థ

Shaft – వాలుబాట, షాఫ్ట్

Shaft Speed – అక్షిక ద్రుతి

Shear – విరూప

Shear Plane – విరూపణ తలము

Shear Wall – విరూప కుడ్యము

Sheet Structure – షీట్ నిర్మాణము

Shell – గోళము

Shellac – లక్క

Shell Tube – కర్పర నాళము

Shifting Cultivation – పోడు వ్యవసాయము

Shining – మెరుగు

Ship Building – నౌకా నిర్మాణము

Shock Force – ఆఘాత బలము

Shuttering – మూసకట్టుట

Shuttle – నాడె

Sidarite – సైడరైట్

Siderophile – సైడిరోఫైల్

Sieve – జల్లెడ

Signal – సంకేతము, సిగ్నల్

Signal Engineering – సిగ్నల్ ఇంజనీరింగు

Signal to Noise Ratio – శ్రావ్యశబ్ద (సంకేత) కర్కశధ్వని నిష్పత్తి

Signal voltage – సిగ్నలు వోల్టేజి

Silica – సిలికా

Silicate – సిలికేట్

Silicate Industries – సిలికేట్ పరిశ్రమలు

Silk Industry – పట్టు పరిశ్రమ

Sillimanite – సిల్లిమనైట్

Silt – ఒండ్రు

Silt Excluder – కర్దమ విసర్జకము

Silt Load – నదీకర్దమ భారము

Silurian – సిల్యూరియన్

Silver – వెండి

Simplex – సింప్లెక్స్ విధానము

Simultaneous Telegraphy and Telephony – ఏకకాలిక టెలిగ్రాఫు-టెలిఫోను

Single Acting Engine – సింగిల్ ఆక్టింగ్ ఇంజను

Single Pass Tubular Heater – ఏకమార్గ నాళ తాపకము

Single Phase – ఏక కల

Sink – ఆదాన స్థానము

Siphon Recorder – సైఫన్ రికార్డరు

Siren – సైరన్

Size Reduction – అల్పీకరణము

Sky Scrapers – ఆకాశ సౌధములు

Skip – స్కిప్

Slag – చిట్టెము, స్లాగ్

Slag Bath Process – చిట్టెముత్పాదకము

Slide Rule – స్లైడ్ రూల్

Sliding – జారుడు

Sliding Mesh Gear Box – స్లైడింగ్ మెష్ గేర్ బాక్స్

Sliding Van – స్లైడింగ్ వాన్

Slope – వాలు

Sluice – తూము

Slurry – బురద

Smithsonite – స్మిత్సనైట్

Smoke Stack – పొగ గొట్టము

Soap Industry – సబ్బు పరిశ్రమ

Socket Superflow Process – సాకెట్ సూపర్ ఫ్లో ప్రక్రియ

Soda Ash – సోడాయాష్

Sodium Carbonate – సోడియమ్ కార్బొనేట్, చాకలిసోడా

Sodium Nitrate – సోడియమ్ నైట్రేట్

Soft Landing – నెమ్మదిగా దిగుట

Soil Conservation – భూసార రక్షణ

Soil Fertility – భూసారము

Solar System – సౌర కుటుంబము

Solderability – టంకీకరణ సామర్థ్యము

Solder – టంక మిశ్రము

Soldering – టంకము వేయుట, అతుకుట

Solid Fuels – ఘనేంధనములు
Solid Geometry – ఘన జ్యామితి
Solid Solution – ఘన ద్రావణము
Soluble Silicates – ద్రావణీయ సిలికేట్లు
Solution – ద్రావణము
Solution Recycle Process – ద్రావణ పర్యాయ ప్రక్రియ
Solvent – ద్రావకము
Sounder – గ్రాహక యంత్రము, సౌండరు
Sound Broadcasting – రేడియో శబ్ద ప్రసారము
Sound Recording Reproduction – శబ్దలేఖనము, పునరుత్పత్తి
Sound Wave – ధ్వని తరంగములు
Source – ప్రధాన స్థానము
Source Encoder – సోర్సు ఎన్‌కోడర్
Space Engineering – రోదసీ ఇంజనీరింగు
Space Ship – రోదసీ నౌక
Space Vehicle – రోదసీ శకటము
Spans – కానాలు
Spark – స్ఫులింగము, నిప్పురవ్వ
Spark Ignition – స్ఫులింగ జ్వలనము
Spark Telegraphy – స్పార్క్ తంతి విధానము
Specification – స్పెసిఫికేషన్
Specific Fuel Consumption – విశిష్ట ఇంధన వినియోగము
Specific Gravity – విశిష్ట గురుత్వము
Specific Heat – విశిష్టోష్ణత
Specific Resistance – విశిష్ట నిరోధము
Speed Ratio – వేగ నిష్పత్తి
Speed Regulator – వేగ నియామకము
Speedometer – వేగ మాపకము
Sphalerite – స్ఫాలరైట్
Spherical – గోళాకార
Spherioid – గోళాభము, స్ఫెరాయిడ్
Spillway – వెల్లువ మార్గము
Spinning – వడుకుట (నూలు)
Spinning Jenny – వడుకు జెన్నీ యంత్రము
Spiral – సర్పిలము
Spiral Casing – సర్పిల కోశము
Spiral Path – సర్పిల మార్గము
Splintery Cleavage – చీలిక పగులు
Splitting Electrode – వ్యవచ్ఛేదక విద్యుద్గ్రము
Spontaneous Polarization – స్వతఃప్రేరిత ధ్రువీకరణము
Spool – కాగితములు పెద్ద చుట్ట
Spooling – కండె చుట్టుట
Spores – జీవ బీజములు
Sprayer – స్ప్రేయరు
Spraying – తుషారీకరణము
Spring – నీటిబుగ్గ, నీటి ఊట, కమాను, స్ప్రింగు
Stabilising Agent – స్థిరీకరణ కర్త
Stadia Glass – స్టేడియా అద్దము
Stagewise Method – దశాక్రమ విధానము
Standard of Living – జీవన ప్రమాణము
Standard Unit – ప్రమాణ యూనిట్
Starch – పిండి పదార్థము
Start-Stop Telegraphy – కదలి, ఆగు తంతి విధానము
Static Bed Absorber – స్థిరతల్ప అధిచూషకము
Statistics - సాంఖ్యక వివరములు
Stator – స్థిరకము, స్టేటార్
Steam – ఆవిరి
Steam Boat – ఆవిరి నౌక
Steam Boiler – ఆవిరి బాయిలర్
Steam Chest – ఆవిరి పెట్టె
Steam Condenser – ఆవిరి సంగ్రాహకము
Steam Dome – ఆవిరి గోపురము
Steam Engine – ఆవిరి ఇంజను, ఆవిరి యంత్రము
Steam Generator – ఆవిరి ఉత్పాదకము
Steam Generating Unit – ఆవిరి జనకము
Steam Hammer – ఆవిరి సుత్తి
Steam Locomotive – ఆవిరి రైలు ఇంజను
Steam Ship – ఆవిరి నౌక
Steam Turbine – ఆవిరి టర్బయిను
Steel – ఉక్కు
Steel Frame – ఉక్కు చట్రము
Steel Structures – ఉక్కు నిర్మాణములు
Steering – స్టీరింగు
Steering Box – స్టీరింగు పెట్టె
Steering Rudder – చుక్కాని
Steering Wheel – స్టీరింగు చక్రము
Stengel Process – స్టెంజెల్ ప్రక్రియ
Stereotyping – స్టీరియో టైపింగు
Still – బట్టీ, స్వేదన పాత్ర
Stone Age శిలాయుగము
Straight Line – ఋజురేఖ, సరళరేఖ
Strength of Materials – ఘటక సామర్థ్యము
Storage Plant – జలాశయ కేంద్రము
Stratigraphy – స్తర భూ శాస్త్రము
Stratosphere – స్తారావరణము
Streak – గీటు
Striation – సూక్ష్మ రేఖ
Stroboscope – స్ట్రోబోస్కోపు
Strontium – స్ట్రాన్షియమ్
Structure – నిర్మాణము ; రచన
Srtuctural Engineering – నిర్మాణ ఇంజనీరింగు
Structural Geology నిర్మాణాత్మక భూశాస్త్రము
Styrene స్టయిరీన్
Sublimation – ఉత్పతనము
Submarines – జలాంతర్గాములు
Submarine Cable Telegraphy–జలాంతర్గత కేబిలు తంతివిధానము

Submarine Volcanoes – జలాంతర్గత అగ్నిపర్వతములు
Submersion – ముంపు
Sub Metallic – ఉపధాతు
Suburb – శివారు
Subsider – సబ్సైడర్
Substitution – ప్రతిస్థాపితము
Sub Structure – అంతర్నిర్మాణము
Subway – సబ్ వే
Suction – చూషణము, పీల్పు
Suction Dredger – త్రవ్వు యంత్రము
Suction Stroke – పీల్పుడు దెబ్బ
Sugar – చక్కెర, పంచదార
Sulphonation – గంధకీకరణము, సల్ఫొనేషన్
Sulphur – గంధకము
Sulphuric Acid – సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్
Super Charger – అతిభరకము
Super Heated Steam – అతితప్త ఆవిరి
Super Heated Tube – అతితప్త నాళము
Super Heater – అతితాపము
Super Phosphate – సూపర్ ఫాస్ఫేట్
Super Saturated – అతి సంతృప్త
Supersonic – శబ్దాతీత
Super Structure – ఉపరి నిర్మాణము
Support – తన్నుకర్ర
Surface – ఉపరితలము
Surface Condenser – ఉపరితల సంగ్రాహకము
Surface Drain – భూమిపై మురుగు కాలువ
Surge Tank – సర్జిటాంకు
Survey Mapping – సర్వే పటనిర్మాణము
Swamp – బురద నేల
Switch – మీట, స్విచ్చి
Switch Board – స్విచ్చిబోర్డు
Switch Gear – స్విచ్ గేర్
Switch Yard Transmission – స్విచ్చియార్డ్ ట్రాన్స్మిషన్ లైన్
Switching System (Communication) – స్విచ్చి వ్యవస్థ
Symmetry – విన్యాస సౌష్ఠవము
Sympathetic Telegraph – సింపతిటిక్ టెలిగ్రాఫు
Synchromesh Gear Box – సింక్రోమెష్ గేర్ బాక్స్
Synchronisation – సింక్రోనైజేషను
Synchronising – సింక్రోనైజింగ్
Synchrotron – సింక్రోట్రాన్
Synthesis – సంయోజన
Synthetic Fibres – కృత్రిమ దారములు
Synthetic Liquid Fuel – సంయోజిత ద్రవేంధనము
Synthetic Resins – కృత్రిమ రెసిన్లు
Synthetic Rubber – కృత్రిమ రబ్బరు
System International Units – అంతర్జాతీయ యూనిట్ పద్ధతి

T

Tail Race – చివరి కాలువ
Take Off – నేలమీదనుండి పైకి ఎగురుటకు ఉటంకించుట
Talc – టాల్క్
Tank – టాంక్
Tanker – తైల వాహక నౌక
Tannins – టానిన్లు
Tape – పట్టా
Tape Recorder – టేపు రికార్డరు
Tapper – టాపర్
Tar – తారు
Tar Acid – తారు ఆమ్లము
Tar Base – తారు లవణాధారము
Technical Knowledge – సాంకేతిక పరిజ్ఞానము
Technological Know-How – సాంకేతిక విద్యా పరిజ్ఞానము
Technology – టెక్నాలజీ
Tecto Silicate టెక్టో-సిలికేట్
Tectonic Geology – నిర్మాణాత్మక భూశాస్త్రము
Tele communication – దూర సందేశ ప్రసారము, టెలి కమ్యూనికేషన్
Telegraph – టెలిగ్రాఫు, తంతివిధానము
Telegraph Repeaters – పునఃప్రసార తంతి సాధనములు
Telegraph Speed – తంతి ప్రసారవేగము
Telemetering – టెలి మీటరింగు
Telemotor – టెలిమోటారు
Telephone – దూరవాణి ప్రసారము, టెలిఫోను
Telephone Index టెలిఫోను సూచి
Telephone Indicator – టెలిఫోను సూచి
Telephone Receiver – టెలిఫోను గ్రాహకము
Telephone Relay – టెలిఫోను రిలే
Telephone Transmitter – టెలిఫోను ప్రసారిణి
Telephone Set – టెలిఫోను సెట్టు
Teleprinter – టెలిప్రింటరు
Telescope – దూరదర్శిని
Telethermal – నీచ తాపక్రమము
Teletype – టెలిటైప్
Television – టెలివిజన్
Television Camera – టెలివిజన్ కెమేరా
Telex System – టెలెక్స్ విధానము
Telstar – టెల్ స్టార్
Telurium – టెలురియమ్
Temperature – తాపక్రమము
Temperature Drop – తాపక్రమపతనము
Temperature Gradient – తాపక్రమ పాతము
Temperature Viscosity Relationship – తాపక్రమ – స్నిగ్ధతా సంబంధము
Tempered Hard Board – టెంపర్డ్ హార్డ్ బోర్డ్
Tempering – టెంపరింగు

Tender – టెండరు, తొట్టి
Tenders-Contracts – టెండర్లు, కాంట్రాక్టులు
Tenders-Specification – టెండర్లు, స్పెసిఫికేషన్లు
Tennessee Valley Project – టెన్నసీలోయ ప్రణాళిక
Tension – భారతన్యత. తన్యత, ఆతతి
Terpene – టెర్పీన్
Terrestrial Magnetic Field – భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రము
Terrestrial Magnetism – భౌమ్య అయస్కాంతత్వము
Tertiary Epoch – టెర్షియరీ యుగము
Terylene (Terene) – టెరిలీన్ (టెరీన్)
Tetrahedral – చతుస్తలకము
Tetra Fluoro Ethylene – టెట్రాఫ్లోరో ఎతిలీన్
Tetravalency – చతుర్యోజనీయ
Tetrode – టెట్రోడ్
Textile Industry – జవుళి పరిశ్రమ, వస్త్ర పరిశ్రమ
Textile Technology – వస్త్ర విజ్ఞానము
Theodolite – థియొడోలైట్
Theoritically – సిద్ధాంతరీత్యా
Theory of Structures – నిర్మాణ సిద్ధాంతము
Thermal Conductivity – తాపవాహకత
Thermal Electric Power – తెర్మల్ విద్యుచ్ఛక్తి
Thermal Insulator – ఉష్ణ బంధకము
Thermal Power Plant – తెర్మల్ విద్యుత్కేంద్రము
Thermite – తెర్మైట్
Thermodynamics – శక్తిశాస్త్రము, తాపగతి శాస్త్రము
Thermoplastics – తెర్మో ప్లాస్టిక్కులు
Thermoinoic Valve – తెర్మో అయానిక్ వాల్వ
Thermosetting – తెర్మో సెట్టింగ్
Thermostat – తాపస్థాపకము
Thickness – మందము
Thickner – ఘనీకారకము
Thinner – విరళీకారకము
Three Dimensional – త్రిపరిమాణిక
Thyratron – తైరట్రాన్
Timber Construction – దారు నిర్మాణము
Tidal Hypothesis – స్రోతోవాదము
Tidal Reach – పోటుప్రాంతము
Tides – స్రోతస్సులు
Tie Rod – బంధిన దండము
Time Base – టైమ్ బేస్
Time Delay Relay – టైమ్ డిలే రిలే
Time Distance Graph – కాల-దూర రేఖాచిత్రము
Timing Circuits – టైమింగ్ వలయము
Time Line – కాల రేఖ
Time Phase – టైమ్ ఫేజ్
Tin – తగరము
Tissue – కణజాలము
Titanium – టైటానియమ్
Titanium Di Oxide – టైటానియమ్ డై ఆక్సైడ్
Torch – టార్చి
Torque – భ్రమణము, వ్యావర్తనము
Tortion Balance – మోటన (టార్షన్) తులాదండము
Tourmaline – టూర్మలీన్
Tower Cantilever Crane – టవర్ కాంటిలివర్ క్రేన్
Town Gas – టౌన్ గాస్
Town Planning – నగర నిర్మాణము
Toyo Koatew Process – టోయొకోట్స్ ప్రక్రియ
Trace – లేశము
Track Way – పట్టామార్గము
Tractor – ట్రాక్టరు
Traffic Density – సమ్మర్ద సాంద్రత
Tragacanth – ట్రాగాకాంత్
Trailer – ట్రెయిలర్
Tram – ట్రాము
Trans Esterification – ట్రాన్స్ ఎస్టరీకరణము
Transformer – ట్రాన్స్ ఫార్మరు, పరివర్తకము
Transit Instrument – క్రాంతి యంత్రము
Transistor – ట్రాన్సిస్టార్
Transistor Amplifier – ట్రాన్సిస్టార్ ఆంప్లిఫయర్
Transluscence – అర్ధ పారదర్శకము
Transmission Lines – ప్రసారక తంత్రులు
Transmission of Signals – వార్తా ప్రసారము
Transmitters – ట్రాన్స్మిటరులు, ప్రసారిణులు
Transparency – పారదర్శకము
Transport – పరివహనము ; రవాణా
Transportation Tunnels – రవాణా సొరంగములు
Transposition – స్థాన పరిణామము
Transverse Stress – తిర్యక్ ప్రతిబలము
Tri Acetate – ట్రై ఆసిటేట్
Triassic – ట్రియాసిక్
Tricalcium Phosphate – ట్రికాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్
Trigonal – త్రికోణ
Trigonometry – త్రికోణమితి
Trilobites – ట్రిలోబైట్లు
Triode – ట్రయోడ్
Triode Valve – ట్రయోడ్ వాల్వ
Triple Effect – త్రివిధ ఫలితము
Triple Super Phosphate – ట్రిపుల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్
Trivalent – త్రియోజనీయ
Troposphere – ట్రోపావరణము
Tropical Year – సాయన సంవత్సరము
Truss – ట్రస్సు
Tube Well – గొట్టపు బావి, గొట్టము నూయి
Tube Still – గొట్టపు బట్టీ
Tubular – నాళాకార
Tubular Heat Exchanger – నాళతాప వినిమయకము

Tungston - టంగ్‌స్టన్
Tuning Fork - ట్యూనింగ్ ఫోర్క్
Tunnel - సొరంగము
Tunnelling - సొరంగ నిర్మాణము
Turbidimetry - పంకమాపనము
Turbine - టర్బయిను
Turbine Wheels - టర్బయిను చక్రములు
Turbo Generator - టర్బో జనరేటర్
Turpentine - టర్పెంటీన్, కర్పూర తైలము
'T' Square - 'T' మట్టము
Two Motion Selector - ద్విగమన సెలెక్టరు
Two Stroke Engine - రెండు దెబ్బల ఇంజను
Typewriter - టైపురైటరు
Tyre - టైరు

U

Ultra-Violet Rays అతినీలలోహిత కిరణములు
Ultimate Tensile Stress - పార్యంతిక తన్యతా ప్రతిబలము
Ultrasonics - అల్ట్రా సానిక్స్
Umblical Cord - బొడ్డుతాడు
Under Drainage By Tile Drains - నేలక్రింద పెంకులు తాచిన జలనిర్గమన మార్గములు
Underground Cable - భూగర్భ కేబిలు
Underground Mining - భూగర్భ ఖని పరిశ్రమ
Underground Railways - భూగర్భ రైల్వేలు
Undersluice - దిగువ తూము
Under Thrusting - అధ క్షేపణము
Undulater - తరంగ లేఖని
Uniformitarionism - ఏక రూపతావాదము
Uni Selector - యూనీ సెలక్టరు
Unit Load Factor Component - యూనిట్ భారభాజకఘటకము
Unit Operation - ప్రమాణ కార్యము
Unit Process - ప్రమాణ ప్రక్రియ
Unitary - ఏక కేంద్రీయ
Upland Catchment - మెరక ఆరగాణి
Uplift - ఉత్క్షేపము
Uplift Pressure - ఉద్ధరణ ప్రేషము
Uranium - యురేనియమ్
Urea - యూరియా
Urea Form - యూరియా ఫార్మ

V

Vacuum - నిర్వాత ప్రదేశము
Vacuum Evaporator - నిర్వాత బాష్పీకరణి
Vacuum Filter - నిర్వాత గళని
Vacuum Tube - వాక్యూము ట్యూబు
Vacuum Tube Amplifier - వాల్వువర్ధిని
Valve - వాల్వు, కవాటము
Valve Mechanism - కవాట యంత్రతంత్రము
Van-De-Graff Generator - వాన్-డీ-గ్రాఫ్ జనిత్రము
Vapour - బాష్పము
Vapour Tension - బాష్పతన్యత
Variable Moisture Content - ఆర్ద్రతా పరివర్తనీయత
Vario Klishograph - వేరియో క్లిషోగ్రాఫ్
Vein - నాడి, ఈనె
Vent - బహిర్ద్వారము
Ventilation - గాలి సదుపాయము
Venus - శుక్రుడు
Vermiculite - వెర్మిక్యులైట్
Vertical - ఉదగ్ర, నిలువు, శీర్ష
Vertical Movements - ఊర్ధ్వ చలనములు
Very High Frequency - అధిక పౌనఃపున్యము
Vibration Mill - కంపక యంత్రము
Vitreous - కాచతుల్యము (గాజు వంటిది)
Voice Frequency Converter - శ్రవణ పౌనఃపున్య కన్వర్టర్
Volatile - బాష్పశీల
Volcanic Bombs - అగ్ని బాంబులు
Volcanic Rocks - అగ్నిపర్వత శిలలు
Volcano - అగ్ని పర్వతము
Volume - ఆయతనము

W

Waggon Boiler - వాగన్ బాయిలర్
Ware Houses -గిడ్డంగులు
Warp - పడుగు
Washing Soda - చాకలి సోడా
Water Column - జ్వలన స్తంభము
Water Conductor System - జలవాహక పద్ధతి
Water Facility - నీటి సదుపాయము
Water Gas - జల వాయువు
Water Hammer - నీటి సమ్మెట
Water Head - జల శీర్షము
Water Logged Soil - ఇవక నేల
Water Springs - నీటి బుగ్గలు
Water Table - జల పీఠము
Water Tube Boiler - జలనాళ బాయిలర్
Water & Water Treatment - నీరు, నీటి శోధన
Waterway & Seaway - నౌకా మార్గము
Wave Length - తరంగ దైర్ఘ్యము
Weathering - చూర్ణీభవనము
Weaving Shuttle - మగ్గపు నాడె
Weights & Measures - తూనికలు, కొలమానములు
Weir - అడ్డుకట్ట, వెయిర్
Welding - వెల్డింగు
Welfare State - శ్రేయో రాజ్యము
Well Foundations - నూతి పునాదులు
Wells - నూతులు
Wet Bulb Temperature - ఆర్ద్రగోళ తాపక్రమము
Wet Grinding - ఆర్ద్రపేషణ

Wet Plate – వెట్ ప్లేట్
Wharf Crane – రేవు క్రేన్
Wheel Centre – చక్ర నాభి కేంద్రము
Wheel Seat – చక్ర పీఠము
White of Egg – గుడ్డులోని తెల్లని సొన, కోడిగుడ్డు లోని సొన
Wicked Gate – దిడ్డి కవాటము
Willemite – విల్లిమైట్
Winding – వైండింగ్
Wire Mesh – తీగవల
Wood Destructive Distillation – దారు విధ్వంసక స్వేదనము
Wood Preservation – దారు పరిరక్షణ
Working Medium – కార్యకర యానకము
Workshop – కార్ఖానా
Workshop Management – కార్ఖానా నిర్వహణ
Work Study – గత్యనుశీలన
Wrought Iron – చేత ఇనుము
Wurtzite – వర్ట్జైట్

X

Xograph – జోగ్రఫీ
Xerography – జీరోగ్రఫీ
X-Rays – ఎక్స్ కిరణములు
Xylene – జైలీన్

Y

Yield – దిగుబడి

Z

Zinc – జింకు
Zinc Blende – జింకు బ్లెండ్
Zinc Chloride – జింకు క్లోరైడ్
Zincite – జింకైట్
Zinc Oxide – జింకు ఆక్సైడ్
Zeolite – జియోలైట్
Zepplelin – జెప్లిన్
Zirconium – జిర్కోనియమ్
Zone – మండలము
Zone of Constant Temperature – స్థిర తాపక్రమ మండలము
Zoology – జంతు శాస్త్రము

పరిభాష

తెలుగు - ఇంగ్లీషు

అ

అంకము, అంకె - Digit
అంచనా, అంచనా వేయుట - Estimation
అండస్థితి - Embryonic Stage
అంతరాకృతి - Internal Shape
అంతరీకరణము - Differentiation
అంతరీకరణ వ్యవచ్ఛేదకము - Differential Analyzer
అంతరీకరణ సమీకరణము - Differential Equation
అంతర్గత జలము - Ground Water
అంతర్జాతీయ నదులు - International Rivers
అంతర్జాతీయ నదులు, ఒడంబడికలు - International Rivers & Treaties
అంతర్జాతీయ యూనిట్ పద్ధతి - System International Units
అంతర్జాతీయ రేడియో ప్రసారము - International Radio Broadcasting
అంతర్దహన ఇంజనులు, ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజనులు - Internal Combustion Engines
అంతర్నిర్మాణము - Sub structure
అంతస్తుల మేడలు - Multi-Storey Constructions
అంతిమ ద్రవ్యము - End Product
అందాజు - Approximate
అకర్బన స్యందము - Inorganic Flux
అకర్మన్ స్టీరింగ్ - Ackerman Steering
అక్కడికక్కడ పోతపోయుట - Cast *In-situ*
అక్షనాభి - Bearing
అక్షమాల - Row of Bead
అక్షము - Axis
అక్షాంశము - Latitude
అగ్నినాళ బాయిలర్ - Fire Tube Boiler
అగ్నినాళము - Fire Tube
అగ్నిపర్వతము - Volcano
అగ్నిపర్వత శిలలు - Volcanic Rocks
అగ్నిబాంబులు - Volcanic Bombs
అగ్నిమృత్తిక - Fire Clay
అగ్నిశిలలు - Igneous Rocks
అచ్చు - ముద్ర - Die
అజీవక యుగము - Azoic Period
అట్టకట్టుట - Binding
అడ్హెసివ్ - Adhesive
అడ్డుబద్దల వల - Baffle
అణుభారము - Molecular Weight
అణువు - Molecule
అణు సూక్ష్మీకరణము - Atomisation
అణు హైడ్రోజన్ - Molecular Hydrogen
అతాపక - Adiabatic
అతాపక సంతృప్త తాపక్రమము - Adiabatic Saturation Temperature
అతాపక సంపీడనము - Adiabatic Compression
అతితప్త ఆవిరి - Super Heated Steam
అతితప్త నాళము - Super Heated Tube
అతి తాపకము - Super Heater
అతి నీల లోహిత కిరణములు - Ultra-Violet Rays
అతి భరకము - Super Charger
అతి భరణము - Super Charging
అతి వర్తనము - Parallax
అతి సంతృప్త - Super Saturated
అతుకుట, సోల్డరింగ్ - Soldering
అతుకుల లోడింగు - Patched Loading
అత్యధిక చలనశక్తి - Extreme Mobility
అత్యధిక చూషకము - Hyper Adsorber
అధక్షేపణము - Under Thrusting
అధస్తమ క్షేత్రమట్టము - Lowest Field Level
అద్దకపు రంగులు అద్దకము - Dyes, Dyeing
అద్రావ్య - Insoluble
అధమశక్తి కణములు - Low Energy particles
అధాతుతుల్యము - Non-Metallic Lustre
అధాతువు - Non-Metal
అధిక తాప - Hypothermal
అధిక ద్రుతి - Shaft Speed
అధిక నియోగ ఆవృత్తి నిరోధము - High Input Impedance
అధిక పౌనఃపున్యము - High Frequency
అధిక వోల్టేజి త్వరణమాపి - High Voltage Accelerator
అధికీకరణము - Magnification

అధికీకరణము - Amplification
అధిచూషకము - Adsorbent
అధిచూషణ - Adsorption
అధిచూషణ సమతాప రేఖ - Adsorption Isotherm
అధిచూషణ సమతులితస్థితి - Adsorption Equilibrium
అధిచోష్య ద్రవ్యము - Adsorbate
అధివాసకము - Settler
అనంతము - Infinite
అనాయస ధాతువులు - Non-Ferrous Metals
అనార్థైట్ - Anorthite
అనుద్భూత శక్తి Potential Energy
అనుపాతము - Proportion
అనుభోక్త - Consumer
అనులోమాను పాతము, అనులోమ నిష్పత్తి - Direct Proportion
అన్యూనాతి రిక్తత - Precision
అన్వేషణ - Exploration
అపఘర్షకము - Abrasive
అపఘర్షణము - Abrasion
అపవాదము - Exception
అపార దర్శకము - Opaque
అపురూప మృత్తులు - Rare Earths
అపురూప వాయువు - Rare Gas
అప్రత్యక్ష తాపనము - Indirect Heating
అబేకస్ - Abacus
అభ్రకము - Mica
అమర్పుట, ఫిట్టింగ్ - Fitting
అమోనియా - Ammonia
అమోనియమ్ క్లోరైడ్ (నవాసారము) - Ammonium Chloride
అమోనియమ్ నైట్రేట్ - Ammonium Nitrate
అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ - Ammonium Phosphate
అమోనియమ్ సల్ఫేట్ - AmmoniumSulphate
అమోనియమ్ సల్ఫేట్ నైట్రేట్ - Ammonium Sulphate Nitrate
అమోనియమ్ సోడా జంటప్రక్రియ - Ammonia Soda Dual Process
అమోనియా విశ్లేషణ - Ammonolysis
అమోనైట్‌లు - Ammonites
అయన్ - Ion
అయన్ ఎక్స్ఛేంజి - Ion Exchange
అయన్ వినిమయము - Ion Exchange
అయనావరణము, అయన వియత్తలము Ionosphere
అయనీ కరణము - Ionization
అయినో సిలికేట్‌లు - Ionsilicate
అయస్కాంత క్రాంతి - Magnetic Declination
అయస్కాంత క్షేత్రము Magnetic Field
అయస్కాంతత్వము - Magnetism
అయస్కాంత నతి - Magnetic Inclination
అయస్కాంత పద్ధతి - Magnetic Method
అయస్కాంత మాపకము - Magnetometer
అయస్కాంతము - Magnet
అయస్కాంత సాంద్రత - Magnetic Intensity
అయస్కాంత సూచి - Magnetic Needle
అయొడీన్ - Iodine
అయొడీన్ బాష్పము - Iodine Vapour
అర్ధపార దర్శకము - Translucent
అర్ధవిద్యుద్వాహకము - Semiconductor
అలండమ్ - Alundum
అల్పజలశీర్ష కేంద్రము - Low Head Plant
అల్పతాప - Epithermal
అల్పతాపక్రమ కర్బనీకరణము - Low Temperature Carbonisation
అల్ప పౌనఃపున్యము - Low Frequency
అల్పమట్టము - Low Level
అల్పీకరణము - Size Reduction
అల్యూమినియము - Aluminium
అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ - Aluminium Oxide
అల్యూమినియము కంచు - Aluminium Bronze
అల్యూమినా - Alumina
అల్లిక స్కానింగు - Interlaced Scanning
అవక్షేపకము - Precipitator
అవక్షేపణము - Precipitation
అవశిష్ట నిక్షేపములు - Residual Deposits
అవిక్షేపక డ్రాయింగు - Non-Projective Drawing
అవిసె నూనె - Linseed Oil
అవ్యక్తత, వికృతి - Distortion
అస్పష్ట స్ఫటికము - Cryptocrystal
అస్ఫాటిక - Amorphous
అస్తరు - Lining
అస్త్రవిద్య - Ballistics

ఆ

ఆంగ్లసైట్ - Anglesite
ఆంటిమోని - Antimony
ఆంటీసెప్టిక్ - Antiseptic
అంతర - Internal
అంతర నిశ్చలమధ్య (అ. ని. మ) స్థానము - Inner Dead Centre (I. D. C.) Position
ఆంత్రసీన్ - Anthracene
ఆంత్రసైట్ - Anthracite
ఆంపియర్ - Ampere (A)
ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేటర్, కంపన విస్తార పరివర్తిని - Amplitude Modulator
ఆంప్లిట్యూడ్ మోడ్యులేషన్ రేడియో - కంపన విస్తార పరివర్తక గ్రాహకము - Amplitude Modulation Radio
ఆంప్లిడైన్ - Amplidyne
ఆంప్లిఫయర్ - వర్ధిని, సంవర్ధిని - Amplifier
ఆంప్లిఫయర్ వ్యవస్థ, శబ్ద విస్తరణ విధానము - Public Address System
ఆంఫిబోల్ - Amphibole
ఆంఫిబోలైట్ - Amphibolite
ఆంశిక ప్రేషము - Partial Pressure
ఆంశిక స్వేదనము - Fractional Distillation
ఆకస్మిక ప్రళయకాల ప్రక్రియ - Cataclysm
ఆకాశతంతి - Aerial
ఆకాశ సౌధములు - Sky Scrapers
ఆకు - Blade
ఆకురాయి - File
అక్రిలిక్ - Acrylic
అక్రిలో నైట్రిల్, Acrylo Nitrile
ఆక్వా రెజియా - Aqua Regia
ఆక్సిజన్ - Oxygen
ఆక్సిలరేటరు, త్వరణకము - Accelerator
ఆక్సీకరణము, ఆక్సీభవనము - Oxidation
ఆక్సీకారకములు - Oxidising Agents
ఆక్సీకృత మండలము - Oxidised Zone
ఆక్సీహరణ ఘటములు - Reduction Pots
ఆక్సీహరణము - Reduction
ఆక్సైడ్ - Oxide
ఆగంతుక శిలలు - Intrusive Rocks
ఆగంతుక శిలలు, హైపాబిస్సల్ శిలలు-Hypobissal Rocks
అగేట్ - Agate
ఆగ్నేయ ప్రవృత్తి - Igneous Activity
ఆగ్నేయ శిలలు - Igneous Rocks
ఆఘాత టర్బయిను - Impulse Turbine
ఆఘాత ప్రతిఘాత టర్బయిను - Impulse Reaction Turbine
ఆఘాత బలము - Shock Force
ఆచ్ఛాదన, తాపబంధకము - Insulation
అజురైట్ - Azurite
ఆటోక్లేవ్ - Autoclave
ఆటో ట్రాన్స్ ఫార్మరులు - Autotransformers
ఆటోమాటిక్ ఎక్స్ఛేంజి - Automatic Exchange
ఆటో మొబైల్ Automobile
ఆటో మొబైల్ బ్రేకు - Automobile Brake
ఆటోమోటివ్ ఇంజను - Automotive Engine
ఆటోమోటివ్ ఛేజిస్ - Automotive Chassis
ఆటోమోటివ్ స్టీరింగ్ - Automotive Steering
ఆడియో ఆంప్లిఫయర్ - Audio Amplifier
ఆతతి - Tension
ఆదాన ద్రవ్యము - Feed Stock
ఆదానము - Input
ఆదానరాశి - Input Quantity
ఆదాన స్థానము - Sink
ఆది స్వరూపము - Prototype
అన్టిక్లైన్ - Anticline
ఆనకట్టలు, బరాజులు - Anicuts & Barrages
అపటైట్ - Apatite
ఆపరేషన్ మొహోలి - Operation Mohole
ఆపరేషనల్ రిసెర్చ్ - Operational Research
ఆపిల్టన్ పొర - Appleton Layer
ఆఫ్ సెట్టు ముద్రణ - Offset ; Lithography
ఆమ్లక అగ్నిశిల - Acid Igneous Rock
ఆమ్లగణము - Acid Radicle
ఆయకట్టు - Ayacut ; Irrigated Area
ఆయతనము - Volume
ఆయస ధాతువులు - Ferrous Metals
ఆయిల్ ఎక్స్పెల్లరు - Oil Expeller
ఆరగాణి - Catchment Area
అరగొనైట్ - Aragonite
ఆర్క్ దీపము - Arc Lamp
ఆర్క్ వెల్డింగు - Arc Welding

ఆర్కేయిన్ యుగము - Archaen Period

ఆర్గాన్ - Argon

ఆర్చిడాము, కమానుడాము - Arch Dam

ఆర్చిలు - Arches

ఆర్డోవీషియన్ - Ordovician

ఆర్థోక్లేజ్ - Orthoclase

ఆర్ద్ర ఆయతనము - Humid Volume

ఆర్ద్రగోళ తాపక్రమము - Wet-Bulb Temperature

ఆర్ద్రత - Humidity

ఆర్ద్రతా నియంత్రకము - Hygrostat

ఆర్ద్రతా పటము - Humidity Chart

ఆర్ద్రతా పరివర్తనీయత - Variable Moisture Content

ఆర్ద్రతా శాతము - Percent Humidity

ఆర్ద్ర పేషణ - Wet Grinding

ఆర్ద్ర సంతృప్త తాపక్రమము - Saturation Temperature

ఆర్ద్రీకరణము - Humidification

ఆర్ద్రీకారము - Humidifier

ఆర్ద్రోష్ణత - Humid Heat

ఆర్థిక ఖనిజము - Economic Mineral

ఆర్థిక భూశాస్త్రము - Economic Geology

ఆర్మేచరు, కవచము - Armature

ఆర్సెనిక్ - Arsenic

ఆలిఫాటిక్ హైడ్రో కార్బన్లు - Aliphatic Hydro Carbons

ఆలివీన్ - Olivine

ఆల్కలీన్ - క్షారము - Alkaline

ఆల్కహాల్ - Alcohol

ఆల్కిలేషన్ - Alkylation

ఆల్గే - Algae

ఆల్ట్రాసానిక్స్ - Ultrasonics

ఆల్డిహైడ్ - Aldehyde

ఆల్బ్యుమిన్ - గ్రుడ్డులోని తెల్లని సొన - Albumen

ఆవము - Kiln

ఆవర్తకము, రోటార్ - Rotor

ఆవర్తి విద్యుత్తు ప్రవాహము - Alternating Current

ఆవర్తి విద్యుత్తు జనిత్రము - A. C. Generator

ఆవిరి - Steam

ఆవిరి ఇంజను - Steam Engine

ఆవిరి ఉత్పాదకము - Steam Generator

ఆవిరి గోపురము -Steam Dome

ఆవిరి జనకము - Steam Generating Unit

ఆవిరి టర్బయిను - Steam Turbine

ఆవిరి నౌక - Steam Boat

ఆవిరి పెట్టె - Steam Chest

ఆవిరి బాయిలర్ - Steam Boiler

ఆవిరి రైలు ఇంజను - Steam Locomotive

ఆవిరి సంగ్రాహకము - Steam Condenser

ఆవిరి సుత్తి - Steam Hammer

ఆవిష్కరణ - Discovery

ఆవృత్తి - Cycle

ఆస్ఫాల్ట్, ఓడకీలు - Asphalt

ఆస్బెస్టాస్ - Asbestos

ఆస్బెస్టాస్, సిమెంటు - Asbestos Cement

ఆసన్న అయస్కాంతత - Para Magnetic

ఆసిటిక్ ఆసిడ్ - Acetic Acid

ఆసిటిలీన్ - Acetylene

ఆసిటోన్ - Acetone

ఆసిడ్ - ఆమ్లము - Acid

ఆసిలోగ్రఫీ - Oscillography

ఆసిలో స్కోపు - Oscilloscope

ఆస్మియమ్ - Osmium

ఆహార పరిశ్రమ - Food Industry

ఆహారము నిల్వచేయుట - Preservation of Food

ఆహార విజ్ఞానము - Food Science

ఆహార సాంకేతిక శాస్త్రము - Food Technology

ఆహారోత్పత్తి - Food Manufacture

ఇ

ఇంజనీరింగు - Engineering

ఇంజనీరింగు డ్రాయింగు - Engineering Drawing

ఇంజనీరింగు భూశాస్త్రము - Engineering Geology

ఇంజనులు - Engines

ఇంటర్ కాంటినెంటల్ బాలిస్టిక్ మిసైల్ - Intercontinental Ballistic Missile

ఇంటాలియో - Intaglio

ఇంధనములు - Fuels

ఇంపల్స్, ప్రేరణ - Impulse

ఇంపల్స్ చక్రము - Impulse Wheel

ఇంపల్స్ నాయిస్ - Impulse Noise

ఇంపిడెన్సు - ప్రతిబంధకము - Impedance

ఇత్తడి Brass

ఇన్ఫుసోరియన్లు - Infusorians

ఇన్‌బిబిషన్ - Imbibition
ఇనుము, ఆయసము - Iron
ఇనుము, ఉక్కు - Iron & Steel
ఇన్వార్ - Invar
ఇన్సులేటెడ్ కేబిలు - Insulated Cable
ఇమల్షన్ - Emulsion
ఇరిడియమ్ - Iridium
ఇరుసు కమ్మి, క్రాంక్ షాఫ్ట్ - Crank Shaft
ఇరుసులు - Axles
ఇల్మెనైట్ - Ilmenite
ఇవకను అరికట్టుట - Anti Water Logging
ఇవకనేల - Water Logged Soil

ఈ

ఈయోసీన్ - Eocene

ఉ

ఉక్కు - Steel
ఉక్కు చట్రము - Steel Frame
ఉక్కు నిర్మాణములు - Steel Structures
ఉచ్చాలకము, తులాదండము - Lever
ఉత్క్షేపము - Uplift
ఉత్ప్లవనము - Floatation
ఉత్తరాజీవక యుగము - Proterozoic Period
ఉత్తేజకము - Exciter
ఉత్తేజిత కార్బన్ - Activated Carbon
ఉత్పతనము - Sublimation
ఉత్పత్తి - Production
ఉత్పత్తి ఇంజనీరు - Production Engineer
ఉత్పత్తి శాస్త్రము - Production Technology
ఉదగ్ర, నిలువు - Vertical
ఉదజనీకరణము - Hydrogenation
ఉద్గారత - Emission
ఉద్ధరణ ప్రేషము - Uplift Pressure
ఉన్నత జలశీర్ష కేంద్రము - High Head Plant
ఉపకరణములు - Accessories
ఉపగ్రహము - Satellite
ఉపజాతుల పుట్టుక - Origin of Species
ఉపధాతు - Sub-Metallic
ఉపరితలము - Surface
ఉపరితల సంగ్రాహకము - Surface Condenser
ఉపరితల సూచనలు - Surface Indications
ఉపరినిర్మాణము - Super Structure
ఉపరి భారము - Over Burden
ఉపలంభనము - Detection
ఉపాంగ ఖనిజము - Accessory Mineral
ఉపోత్పన్నము - By Product
ఉప్పు, లవణము - Salt
ఉభయ చరములు - Amphibia
ఉష్ణ కార్యకరణము - Hot Working
ఉష్ణజన్య విద్యుత్తు ధ్రువీకరణము - Pyroelectricity
ఉష్ణతా వినిమయగుణకము - Heat Transfer Co-efficient
ఉష్ణతా వినిమయము - Heat Exchange
ఉష్ణతా వినిమయము, తాపవినిమయము - Heat Transfer
ఉష్ణ బంధకము - Thermal Insulator
ఉష్ణము - Heat
ఉష్ణ యంత్రములు - Heat Engines
ఉష్ణ వస్తువు - Hot Body
ఉష్ణ వాహకము - Heat Conductor

ఊ

ఊర్ధ్వ చలనములు - Vertical Movements

ఋ

ఋజురేఖ - Straight Line
ఋజు విద్యుత్తు - Direct Current
ఋజు విద్యుత్తు జనిత్రము - D. C. Generator
ఋజూకరణము - Rectification
ఋణ ఆవేశము - Negative Charge
ఋణ ధ్రువము - Cathode
ఋణ యోజనీయము - Negative Valency
ఋతు వ్యత్యాసములు - Seasonal Variations

ఎ

ఎంతాల్పి - Enthalpy
ఎకనమైజర్లు, పొదుపు అరలు - Economisers
ఎక్స్ కిరణములు - X-Rays
ఎక్సో వరణము - Exosphere
ఎగ్లామరేట్ - Agglomerate
ఎచ్చింగ్ - Etching
ఎజెక్టర్ సంగ్రాహకము - Ejector Condenser
ఎథిల్ సెల్యులోస్ - Ethyl Cellulose
ఎథిలీన్ - Ethelene
ఎథిలీన్ గ్లైకాల్ - Ethelene Glycol
ఎన్‌జైమ్ - Enzyme
ఎన్‌జైమాలజీ - Enzymology

ఎన్‌స్టాటైట్ - Enstatite
ఎనలోగ్ కంప్యూటర్ - Analog Computer
ఎనామిల్ - Enamel
ఎపి సైక్లిక్ - Epicyclic
ఎమీన్ - Amine
ఎమీనీకరణము - Amination
ఎమినో ఆసిడ్ - Amino Acid
ఎమినో గణము - Amino Group
ఎముకల బొగ్గు - Bone Char
ఎరువు - Fertilizer
ఎర్గోనామిక్స్ - Ergonomics
ఎలక్ట్రమ్ (తెల్ల బంగారము) Electrum
ఎలక్ట్రాన్ - Electron
ఎలక్ట్రాన్ గొట్టము - Electron Tube
ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మ దర్శిని - Electron Microscope
ఎలక్ట్రానిక్ ఎచ్చింగ్ - Electronic Etching
ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్ - Electronic Computer
ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములు - Electronic Instruments
ఎలక్ట్రానిక్ పరికర వ్యవస్థ - Electronic Instrumentation
ఎలక్ట్రానిక్ రిలే - Electronic Relay
ఎలక్ట్రానిక్ శక్తి నియంత్రణ - Electronic Power Control
ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రము - Electronics
ఎలక్ట్రిక్ రైలు ఇంజను - Electric Locomotive
ఎలక్ట్రిక్ రైల్వే - Electric Railway
ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు - Electrical Engineering
ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరు - Electrical Engineer
ఎలక్ట్రోమీటరు - Electrometer
ఎలాస్టోమర్ - Elastomer
ఎస్టర్ - Ester
ఎస్టరీకరణము - Esterification

ఏ

ఏండలూసైట్ - Andalusite
ఏకకల - Single Phase
ఏకకాలిక టెలిగ్రాఫు-టెలిఫోను - Simultaneous Telegraphy and Telephony
ఏకకేంద్రీయ - Concentric
ఏక కేంద్రీయ - Unitary
ఏకదశ ప్రక్రియ - Once-Through Process
ఏకనత పద్ధతి - Monoclinic System
ఏకమార్గ నాళతాపకము - Single Pass Tubular Heater
ఏక యోజ నీయము - Monovalent
ఏకరూపయ వాదము - Uniformitarionism
ఏకుట - Carding
ఏజియో ట్రోపిక్ మిశ్రము - Azeotropic Mixture
ఏనోడ్ - ధనధ్రువము - Anode
ఏరియల్ ఫోటోగ్రఫీ - Aerial Photography

ఐ

ఐజరీన్ - Aegirine
ఐరన్ ఆక్సైడ్ - Iron Oxide
ఐస్‌క్రీమ్ - Ice Cream
ఐసోగామ్ - Isogam
ఐసోమరైజేషన్, సమాంగ రూపకరణము - Isomerisation
ఐసోస్టాటిక్ చలనములు - Isostatic Movements

ఒ

ఒండు - Silt
ఒరయుట - Attrition
ఒరిపిడి విద్యుత్తు యంత్రములు - Frictional Generators

ఓ

ఓడుదనము - Leakance
ఓపాల్ - Opal
ఓపెన్ హార్త్ పద్ధతి - Open Hearth Process
ఓలిగోసీన్ - Oligocene
ఓలిఫైన్లు - Olefines
ఓలియోరెసిన్ - Oleoresin
ఓవర్ హెడ్ కాంటాక్టు పద్ధతి - Over Head Contact System
ఓవర్ హెడ్ పరికరము - Over Head Equipment

ఔ

ఔషధములు, మందులు - Pharmaceuticals

క

కంకణాకార - Annular
కంకణాకారము - Multiple Blade Ring
కండె చుట్టుట - Spooling
కందెన - Lubricant
కంపకము, ఆసిలేటర్ - Oscillator
కంపక యంత్రము - Vibration Mill
కంపనము - Oscillation
కంపన విస్తార పరివర్తనము - పరిమితి శ్రుతిమిశ్రము - Amplitude Modulation

కంపన విస్తారము - Amplitude
కటకము - Lens
కణపరిమాణము - Particle Size
కణాత్మక గుచ్ఛము - Granular Cluster
కదలి-ఆగు తంతి విధానము - Start-Stop Telegraphy
కన్వర్టర్ కొలిమి - Converter Furnace
కన్వేయర్ - Conveyer
కన్వేయర్ బెల్ట్ - Conveyer Belt
కప్పీ - Pulley
కప్పీ బ్లాకు - Pulley Block
కమ్మచ్చు తీయుట - Extrusion
కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు - Communication Engineering
కరకట్ట - Embankment
కరపత్రముల బైండింగు - Pamphlet Binding
కర్కశధ్వని జనకము - Noise Source
కర్దమ విసర్జకము - Silt Excluder
కర్పర నాళము - Shell Tube
కర్పూర తైలము, టర్పెంటీన్ - Turpentine
కర్మాగారము - Factory
కర్రబొగ్గు - Char Coal
కలనము, కలన గణితము - Calculus
కవాట నియంత్రణ - Gate Control
కవాటము - Valve, Gate, Shutter
కవాట యంత్రతంత్రము - Valve Mechanism

కా

కాంక్రీటు డాము - Concrete Dam
కాంక్రీటు నిర్మాణము - Concrete Construction
కాంటిలీవర్ - Cantilever
కాంతి తరంగములు - Light Waves
కాంతి విద్యుత్తు ఘటములు - Photo Electric Cells
కాంతి విద్యుత్తు నియంత్రణ - Photo Electric Control
కాంబ్రియన్ - Cambrian
కాంస్యము, కంచు - Bronze
కాంస్య యుగము - Bronze Age
కాగితపు పరిశ్రమ - Paper Industry
కాగితము - Paper
కాగితముల పెద్ద చుట్ట - Spool
కాచతుల్యము, గాజువంటిది - Vitreous
కాటినెరీ - Catenary
కాఠిన్యము - Hardness
కాడ్మియమ్ - Cadmium
కణజాలము - Tissue
కాన్‌స్టెన్ట్ మెష్ గేర్ బాక్స్ - Constant Mesh Gear Box
కానా - Bay
కానాలు - Spans
కాఫర్ డాము, కరకట్ట - Coffer Dam
కారక ద్రవ్యము - Reactant
కార్ఖానా నిర్వహణ - Work Shop Management
కార్ఖానాలు - Work Shops
కార్నో ఆవృత్తి - Carnot Cycle
కార్బన్ (బొగ్గు) - Carbon
కార్బన్-ఆక్సిజన్ శృంఖలా విదళనము - Cleavage of Carbon Oxygen Linkage
కార్బన్-కార్బన్ శృంఖలా విదళనము - Cleavage of Carbon-Carbon Linkage
కార్బన్-గంధక శృంఖలా విదళనము - Cleavage of Carbon Sulphur Linkage
కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ - Carbon Di Oxide
కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ - Carbon Disulphide
కార్బన్-నైట్రోజన్ శృంఖలా విదళనము - Cleavage of Carbon Nitrogen Linkage
కార్బన్ మోనాక్సైడ్ - Carbon Monoxide
కార్బన్ స్యందము - Organic Flux
కార్బనీకరణము - Carbonisation
కార్బనీ ఫెరస్ - Carboniferous
కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ - Carboxylic Acid
కార్బైడ్ - Carbide
కార్బొనేట్ - Carbonate
కార్బ్యురైజేషన్ - Carburisation
కార్బొహైడ్రేట్‌లు - Carbohydrates
కార్యకరయానకము - Working Medium
కాల - దూర రేఖా చిత్రము - Time Distance Graph
కాలపట్టీ - Schedule
కాలమీన్ - Calamine
కాలరేఖ - Time Line
కాలువలద్వారా జలనిర్గమనము - Arterial Drainage
కాల్చి సాగగొట్టుట - Forging
కాల్డ్రాన్ - Caldron
కాల్సియమ్ - Calcium
కాల్సియమ్ కార్బైడ్ - Calcium Carbide

కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ - Calcium Carbonate
కాల్సియమ్ నైట్రేట్ - Calcium Nitrate
కాల్సియమ్ సల్ఫేట్ - Calcium Sulphate
కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ - Calcium Hydroxide
కాల్సైట్ - Calcite
కాస్కేడ్ ఆంప్లిఫయర్ ; కాస్కేడ్ వర్ధకము, ప్రపాత వర్ధిని - Cascade Amplifier
కాసిటరైట్ - Cassiterite
కాస్టిక్ సోడా - Caustic Soda
కాస్టికరణము - Causticisation
కాస్మోట్రాన్ - Cosmotron
కింగ్‌పిన్ - King Pin
కిణ్వప్రక్రియ - Fermentation
కిరణశలాక - Beam of Rays

కీ

కీబోర్డు - Key Board
కీయింగ్ - Keying
కీల లిపి, క్యూనిఫారమ్ - Cueniform
కీలు - Pitch

కు

కుజుడు - Mars
కురుంబు - Korumbu
కురువిందము - Corundum

కూ

కూర్పు - Assembly
కృత్రిమ అపఘర్షకము - Artificial Abrasive

కృ

కృత్రిమ ఉపగ్రహము - Artificial Satellite
కృత్రిమ ఎరువులు - Artificial Fertilizers
కృత్రిమ దారములు - Artificial Fibers
కృత్రిమ రబ్బరు - Synthetic Rubber
కృత్రిమ రెసిన్‌లు - Synthetic Resins
కృత్రిమ వస్తువులు - Synthetic Products
కృష్ణాయసము - Black Metal

కె

కెంపు - Ruby
కెన్నలీ - హెవీసైడుపొర - Kennely - Heavy Side Layer
కెమికల్ ఇంజనీరింగు - Chemical Engineering
కెమికో ప్రక్రియ - Chemico Process
కెమిసార్షన్ - Chemisorption
కెమేరా - Camera
కెమేరా అబ్‌స్క్యూర్ - Camera Obscure
కెయనైట్ - Kyanite
కెరుసైట్ - Cerussite
కెసీన్, పాలవిరుగు - Casein
కెసీన్ గ్లూ - Casein Glue
కెసీన్ నార - Casein Fibre
కెసీన్ పూత కాగితములు - Casein Coated Papers
కెసీన్ పెయింట్‌లు - Casein Paints
కెసీన్ ప్లాస్టిక్‌లు - Casein Plastics

కే

కేంద్రక భౌతిక శాస్త్రము - Nuclear Physics
కేంద్ర ఘట సిగ్నలింగు - Central Battery Signalling
కేంద్ర జల విద్యుచ్ఛక్తి సంస్థ Central Water & Power Commission
కేంద్రాపసారి, సెంట్రిఫ్యూగల్ Centrifugal
కేంద్రాపసారి నోదకములు - Centrifugal Compressors
కేంద్రాపసారి బలము - Centrifugal Force
కేంద్రీకరణము Focussing
కేంద్రోత్సారణము - Centrifugation
కేథోడ్ అనుగామి - Cathode Follower
కేథోడ్ కిరణ గొట్టము, కేథోడ్ రే గొట్టము - Cathode Ray Tube
కేథోడ్ కిరణ స్పంద విలేఖని - Cathode Ray Oscillograph
కేథోడ్ రే ఆసిలోస్కోపు - Cathode Ray Oscilloscope
కేలోరి విలువ - Calorific Valve

కై

కైవారము - Periphery
కైశికా కర్షణ - Capillary Attraction
కైశిక ప్రవృత్తి - Capillary Action

కొ

కొలతబద్ద - స్కేలు - Scale
కొలమాన పరికరములు - Measuring Instruments
కొలమానములు - Weights & Measures
కొలిమి, పొయ్యి - Furnace
కొలిమితిత్తులు - Bellows
కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యములు - Colloid Liquids
కొల్లజన్ - Collagen

కో

కోక్ ఓవెన్ వాయువు - Coke Oven Gas
కోడిగ్రుడ్డు సొన - White of the Egg
కోణమాని - ప్రొట్రాక్టర్ - Protractor
కోణీయ అక్షములు - Angular Co-ordinates
కోణీయ స్థానము - Angular Position
కోయిన్సిడెన్స్ ఆంప్లిఫయర్ - Coincidence Amplifier
కోల్ తారు ఇంధనము - Coal Tar Fuel
కోల్ తారు తేలికనూనె - Coal Tar Light Oil
కోల్ తారు రాసాయనికములు - Coal Tar Chemicals
కోల్ తారు స్వేదనము - Coal Tar Distillation
కోల్ తారు స్వేదనోత్పన్నములు - Coaltar Distillation Products
కోల్డ్ కంపోజింగ్ - Cold Composing
కోశము - Capsule
కోష్ట మార్గము - Log Chuk
కౌరవము - Emery
క్రాంతి యంత్రము - Transit Instrument
క్రాస్ బార్ కేంద్రము - Cross Bar Exchange
క్రిప్టాన్ - Krypton
క్రిమిసంహారులు - Insecticides
క్రియా నిరోధక విమోచకము - Detent Escapement
క్రియొసోట్ - Creosote
క్రీడాంగణము, కలోసియమ్ Collosium
క్రేటేషస్ - Cretaceous
క్రేన్లు - Cranes
క్రోనోగ్రాఫ్ - Chronograph
క్రోనోమీటరు - Chronometer
క్రోమియమ్ - Chromium
క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ - Chromium Oxide
క్రోమేట్లు - Chromates
క్రోమైట్ - Chromite
క్లచ్ - Clutch
క్లిపర్ వలయము - Clipper Circuit
క్లోరిన్ - Chlorine
క్లోరినీకరణము - Chlorination
క్లోరోఫిల్ - Chlorophyl
క్వథనాంకము - Boiling Point
క్వాటర్నరి - Quaternary
క్వాడ్రుప్లెక్స్ విధానము - Quadruplex
క్వార్ట్జ్ - Quartz
క్వారి - Quarry
క్వారి పరిశ్రమ - Open Cast Quarrying
క్షరణము, క్షయము - Corrosion
క్షరణము - Erosion
క్షారక అగ్ని శిలలు - Basic Igneous Rocks
క్షాళకము - డిటర్జెంట్ - Detergent
క్షితిజ చలనములు - Horizontal Movements
క్షితిజ సమాంతర - Horizontal
క్షితిజ సమాంతర పాతము - Horizontal Gradient
క్షీణీకరణము - Attenuation
క్షేత్రోద్ధరణము - Reclamation

ఖ

ఖండగమనము - Continental Drift
ఖండోత్పాదక చలనములు - Epirogenic Movements
ఖండోత్పాదన - Epirogeny
ఖగోళ శాస్త్రము - Astronomy
ఖననము-త్రవ్వకము - Excavation
ఖని-గని - Mine
ఖనిజ అన్వేషణ - Prospecting; Dowsing
ఖనిజ నిక్షేపములు - Mineral Deposits
ఖనిజము - Mineral
ఖనిజ లవణములు - Mineral Salts
ఖనిజ శాస్త్రము - Mineralogy
ఖనిపరిశ్రమ - Mining
ఖని పరిశ్రమ, భద్రత - Mining & Safety
ఖని భూశాస్త్రము - Mining Geology
ఖని యంత్రములు - Mining Machinery
ఖని శాస్త్రము - Mining Engineering

గ

గండశిలలు - Boulders
గంధకము - Sulphur
గంధకీకరణము - Sulphonation
గచ్చు-చప్టా - Apron
గట్టాపెర్చా - Guttapercha
గణము - Radicle
గణితము, గణితశాస్త్రము - Mathematics
గణిత్రము - Calculator
గణిత్ర శాస్త్రము - Computer Technology
గతిజశక్తి - Kinetic Energy
గతినియంత్రక చక్రము - ఫ్లై వీల్ - Fly Wheel
గతిభారము - Momentum

గత్యనుశీలన - Work Study
గత్యాత్మక భూశాస్త్రము . Dynamic Geology
గరిమనాభి, గురుత్వకేంద్రము - Centre of Gravity
గరిష్ఠప్రవాహ మట్టము - Maximum Flood Level (M. F. L.)
గరుగు పగులు - Hackly Cleavage
గర్డరులు - Girders
గర్భము - Core
గళన పీడకము - Filter Press
గళని - Filter
గాంగ్ - Gangue
గాజు - Glass
గాజు నారలు - Fibre Glass
గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్ - Nitric Acid, Undiluted
గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ - Sulphuric Acid, Undiluted
గామా - Gamma (γ)
గార్నెట్ గోమేధికము - Garnet
గాలక్సీల తిరోగమనము - Recession of Galaxies
గాలి ఓడ - Air Ship
గాలిక్ ఆసిడ్ - Gallic Acid
గాలి కొలిమి - Blast Furnace
గాలి దిండు - Air Cushion
గాలియమ్ - Gallium
గాలి యంత్రములు - Pneumatic Machines
గాలియొట్ క్రేన్ - Goliath Crane
గాలి సదుపాయములు - Ventilation
గాల్వనైజింగ్ - Galvanizing
గాల్వనో మీటరు - Galvanometer
గాస్ టర్బైను - Gas Turbine
గాసోలిన్ - Gasolene
గిడ్డంగులు - Ware houses
గిష్-రోనీ పరికరము - Gish Ronney Apparatus
గీటు - Streak
గుప్తోష్ణము - Latent Heat
గుమ్మటము, గాలిబుడగ - Balloon
గురుజలము - Heavy Water
గురుడు - Jupiter
గురుత్వము - Gravity
గురుత్వాకర్షణ పద్ధతి - Gravitational Method
గురుత్వాకర్షణము - Acceleration Due to Gravity
గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రము - Gravitation Field
గురుకట్ట - Marker Quad
గుళిక - Granule
గుళికా ప్రక్రియ - Prilling Process
గృహ పరికరములు - Domestic Appliances
గెలీనా - Galena
గేర్ - Gear
గేర్ నిష్పత్తి - Gear Ratio
గేర్ పంపు - Gear Pump
గేర్ బాక్స్ - Gear Box
గైడెడ్ (నియంత్రిత) మిసైల్‌లు - Guided Missiles
గొట్టపు నూతులు - Tube Wells
గొట్టపు బట్టీ - Tube Still
గోందు, జిగురు - Glue
గోపురము - Dome
గోళము - Shell
గోళాకార - Spherical
గోళాభము - Spheroid
గౌణ - Secondary
గౌణ ఖనిజములు - Secondary Minerals
గౌణరేఖలు - Secondary Lines
గౌణ విద్యుత్తు - Secondary Power
గౌణ శిలలు - Secondary Rocks
గౌస్ - Gauss
గ్యూటెన్‌బర్గ్ విచ్ఛిన్నత - Gutenberg Discontinuity
గ్రహాంతర యానము - Inter Planetary Travel
గ్రాటిక్యూల్ - Graticule
గ్రానైట్ - Granite
గ్రానైట్ (తెల్లరానపు) శిలలు - Granite Rocks
గ్రాప్టొలైట్‌లు - Graptolites
గ్రాఫైట్ - Graphite
గ్రామీణ రేడియో ప్రసారము - Rural Broadcasting
గ్రావిటీ డాము - Gravity Dam
గ్రావిమీటరు, గురుత్వాకర్షణమాపకము - Gravimeter
గ్రావ్యూర్ ముద్రణ పద్ధతి - Gravure Method
గ్రాహకయంత్రము, గ్రాహకము - Receiver
గ్రిడ్ - Grid
గ్రిడ్ బ్యాటరీ - Grid Battery
గ్రీజులు - Greases
గ్రౌటింగ్ - Grouting
గ్లాబర్ లవణములు - Glauber Salts

గ్లిసరిన్ - Glycerene
గ్లూకోస్ - Glucose
గ్లైడర్ - Glider

ఘ

ఘటకము, అంశీభూతము - Constituent
ఘటక సామర్థ్యము . Strength of Materials
ఘటము, జీవకణము - Cell
ఘన జ్యామితి - Solid Geometry
ఘనద్రావణము - Solid Solution
ఘనపగులు - Cubic Cleavage
ఘనము - Cube
ఘనీకారకము - Thickener
ఘనీభవనము - Freezing
ఘనేంధనములు - Solid Fuels
ఘర్షణ - Friction

చ

చంద్రమండలము - Moon
చక్కెర, పంచదార - Sugar
చక్రనాభి కేంద్రము - Wheel Centre
చక్రపీఠము - Wheel Seat
చక్రీయ ప్రవాహము - Eddy Current
చట్రము - Frame Fuselage
చతుర్యోజనీయ - Tetravalent
చతుస్తలకము - Tetrahedral
చమురువాయువు - Oil Gas
చయనీకరణము - Integration
చరమ - Critical
చలత్తల్ప అధిచూషకము - Moving Bed Adsorber
చలనచిత్రపరిశ్రమ - Cinematography
చలన శీలత - Mobility
చాంబర్ ప్రక్రియ - Chamber Process
చాకలి సోడా - Washing Soda
చాక్షుష ధర్మములు - Optical Properties
చాక్షుష పరికరములు - Optical Instruments
చాపములు - Arcs
చాపోత్సర్గము – Arc Discharge
చార - Lode
చారిత్రక భూశాస్త్రము - Historical Geology
చార్నొకైట్ - Charnokite
చాల్కొ పైరిటీస్ - Chalcopyrites
చాల్కొ ఫైల్ - Chalcophile
చికిల్ - Chicle
చిట్టెము, స్లాగ్ - Slag
చిట్టెముత్పాదకము - Slag Bath Process
చిత్రలిపి, హైయరొగ్లిఫిక్స్ - Hieroglyphics
చిత్రిక, తలము - Plane
చివరి కాలువ - Tail Race
చీనాబంకమట్టి - China Clay
చీనామన్ను - Kaolin
చీలిక పగులు - Splintery Cleavage
చుక్క, గీత - Dot and Dash
చుక్కాని, స్టీరింగ్ - Steering ; Rudder
చుక్కాని నియంత్రకము - Rudder Control
చూర్ణసాధనము - Pulverizer
చూర్ణీకరణ కార్యము - Comminution
చూర్ణీకరణ శృంగము - Atomiser Head
చూర్ణీకరము - Pulverising
చూర్ణీభవనము - Weathering
చూషణ గోపురము - Absorption Tower
చూషణము, పీల్పు - Suction
చెత్త తెర - Trash Rack
చేత ఇనుము - Wrought Iron
చేపల నిచ్చెన - Fish Ladder
చోదకము - Propeller
చోదకశక్తి - Drive

ఛ

ఛానల్ ఎన్‌కోడరు - Channel Encoder
ఛానల్ డీ కోడరు - Channel Decoder
ఛాయాఘటిక, గ్నామెన్ - Gnomon
ఛాయా చిత్రములు - Photographs
ఛాల్సిడోనీ - Chalcedony
ఛేజిస్ - Chassis
ఛేదము - Section

జ

జంతుశాస్త్రము - Zoology
జడత్వ ఫలితము - Inertia Effect
జడవాయువులు - Inert Gases
జనక శిలలు - Gneiss Rocks
జనిత్రము - Generator
జర్నల్ - Journal
జలకృషి - Aqua Culture
జలగర్భ ఖని పరిశ్రమ - Dredging

జలదారులు, పెన్‌స్టాక్ - Penstocks
జల నాళ బాయిలర్ - Water Tube Boiler
జల నిర్గమన పద్ధతులు - Drainage Engineering Practices
జల నిర్గమనము, మురుగు పారుదల - Drainage
జల పరిగ్రహణ నిర్మాణము - Offtake Structure
జల పీఠము - Water Table
జల ప్రేషము - Aqueous Pressure
జల వాయువు - Water Gas
జల వాహక పద్ధతి - Water Conductor System
జల విద్యుచ్ఛక్తి - Hydropower
జల విద్యుత్తు - Hydro Electric Power
జల విద్యుత్తు కేంద్రము - Hydro Electric Power Plant
జల విశ్లేషణము - Hydrolysis
జలశాస్త్రము - Hydrology
జల శాస్త్రీయ చక్రము - Hydrologic Cycle
జల శీర్షము - Water Head
జల స్రావము, నీరు ఊరుట - Percolation
జలస్తంభము - Water Column
జలాకర్షక - Hygroscopic
జలాంతర్గత అగ్ని పర్వతములు - Submarine Volcanoes
జలాంతర్గత కేబిలు తంతి విధానము - Submarine Cable Telegraphy
జలాంతర్గాములు - Submarines
జలావరణము - Hydrosphere
జలాశయ కేంద్రము - Storage Plant
జలాశయము - Pond
జలాశయము, రిజర్వాయరు - Reservoir
జల్లెడ - Sieve
జాక్ యంత్రములు - Jack Devices
జాక్‌లు - Jacks
జాతీయ రహదారులు - National Highways
జాయింటులు - Joints
జారుడు - Sliding
జాలము - Lattice
జాలవిధాన వ్యవచ్ఛేదకము - Network Analyzer
జింకు - Zinc
జింకు ఆక్సైడ్ - Zinc Oxide
జింకు బ్లెండ్ - Zinc Blende
జింకైట్ - Zincite
జింకు క్లోరైడ్ - Zinc Chloride
జింబల్సు - Gymbols
జిగ్‌లు - Jigs
జిగురులు, రెసిన్‌లు - Gums & Resins
జిడ్డైన - Greasy
జిప్సమ్ - Gypsum
జిబ్ క్రేన్ - Jib Crane
జియోటెక్టోనిక్స్, శిలావరణ గతిశాస్త్రము - Geotectonics
జియోఫోన్ - Geophone
జియోలైట్ - Zeolite
జిర్కాన్ - Zircon
జిర్కోనియమ్ - Zirconium
జీరోగ్రఫీ - Xerography
జీవనదులు - Perenniel Rivers
జీవన ప్రమాణము - Standard of Living
జీవబీజములు - Spores
జీవశాస్త్రము - Biology
జీవావరణము - Biosphere
జీవి పరిణామ వాదము - Evolution of Life
జీవోత్పత్తి - Origin of Life
జూరాసిక్ - Jurassic
జెట్ ఇంజను - Jet Engine
జెట్ విమానము - Jet Aeroplane
జెట్ సంగ్రాహకము - Jet Condenser
జెప్లిన్ - Zeeplelin
జెర్మేనియమ్ - Germanium
జెల్ - Gel
జెల్లీ - Jelly
జైలీన్ - Xylene
జోగ్రఫీ - Xography
జోన్‌లు - Zones
జౌల్ - Joule
జ్యామితి, క్షేత్రగణితము - Geometry
జ్యామితి డ్రాయింగు - Geometrical Drawing
జ్వలనము - Ignition
జ్వలన సంపర్కము - Ignition Contact

ట

టంకము వేయుట - Soldering
టంక మిశ్రము - Solder
టంకీకరణ సామర్థ్యము Solderability

టంగ్‌స్టన్ - Tungsten
టర్బయిను - Turbine
టర్బయిను చక్రములు - Turbine Wheels
టర్బోజనరేటర్ - Turbo Geneartor
టర్బోజెట్ ఇంజను - Turbojet Engine
టర్బో ప్రాప్ ఇంజను - Turbo PropEngine
టవర్ కాంటీలీవర్ క్రేన్ - Tower Cantilever-Crane
టాంక్ - Tank
టానిన్‌లు - Tannins
టానిన్‌లు, కృత్రిమ - Artificial Tannins
టాపర్ - Tapper
టార్చి - Torch
టార్షన్ (మోటన) తులాదండము - Tortion Balance
టాల్క్ - Talc
టాల్యుయిన్ - Toluene
టీ మట్టము, టీ-స్క్వర్ "T" Square
టుఫ్ - Tuff
టూర్మలీన్ - Tourmaline
టెండరు - Tender
టెండర్లు, కాంట్రాక్టులు - Tenders Contracts
టెండర్లు - స్పెసిఫికేషన్‌లు - Tenders Specifications
టెంపరింగు - Tempering
టెంపర్డ్ హార్డ్ బోర్డు - Tempered Hard Board
టెక్నాలజీ - Technology
టెక్టో - సిలికేట్ - Tecto Silicate
టెట్రా ఫ్లోరో ఎథిలీన్ - Tetra Fluoro Ethylene
టెట్రోడ్ - Tetrode
టెన్నసీ లోయ అభివృద్ధి ప్రణాళిక - Tennessee Valley Project
టెరిలీన్ (టెరీన్) - Terylene (Terene)
టెర్షియరీ యుగము - Tertiary Epoch
టెల్‌స్టార్ - Telstar
టెలి కమ్యూనికేషన్, దూర సందేశ ప్రసారము - Tele Communication
టెలిగ్రఫీ - Telegraphy
టెలిగ్రాఫు, తంతి విధానము, తంతి ప్రసార విధానము - Telegraph
టెలిగ్రాఫు తీగె - Cable
టెలి టైప్ - Teletype
టెలి ప్రింటరు - Teleprinter
టెలిఫోను, దూరవాణి ప్రసారము - Telephone
టెలిఫోను గ్రాహకము - Telephone Receiver
టెలిఫోను ప్రసారిణి Telephone Transmitter
టెలిఫోను రిలే - Telephone Relay
టెలిఫోను సూచి - Telephone Index
టెలిఫోను సూచి - Telephone Indicator
టెలిఫోను సెట్టు - Telephone Set
టెలి మీటరింగు - Telemetering
టెలి మెట్రీ - Telemetry
టెలి మోటారు - Telemotor
టెలివిజన్ - Television
టెలివిజన్, టెలివిజన్ కెమేరా - Television, Television Camera
టెలురియమ్ - Telurium
టెలెక్స్ విధానము - Telex System
టేప్ రికార్డరు - Tape Recorder
టైటానియమ్ - Titanium
టైటానియమ్ డై ఆక్సైడ్ - Titanium Di Oxide
టైపురైటరు - Typewriter
టైమ్ డిలే రిలే - Time Delay Ralay
టైమ్ ఫేజ్ - Time Phase
టైమ్‌బేస్ - Time-Base
టైమింగు వలయము - Timing Circuits
టైరులు - Tyres
టోయో కోట్స్ ప్రక్రియ - Toyo Koatsu Process
టౌన్ గాస్ - Town Gas
ట్యూనింగ్ ఫోర్కు - Tuning Fork
ట్రయోడ్ - Triode
ట్రయోడ్ వాల్వు - Triode Valve
ట్రస్సులు - Trusses
ట్రాక్ సర్క్యూట్ - Track Circuit
ట్రాక్టరు - Tractor
ట్రాక్షన్ మోటారు - Traction Motor
ట్రాగాకాంత్ - Tragacanth
ట్రాన్స్ ఎస్టరీ కరణము - Trans Esterification
ట్రాన్స్‌ఫార్మర్, పరిణామకము - Transformer
ట్రాన్స్‌మిటరులు - Transmitters
ట్రాన్సిస్టారు - Transistor
ట్రాన్సిస్టారు ఆంప్లిఫయర్ - Transistor Amplifier
ట్రామ్ కారులు - Tram Cars
ట్రాము - Tram

ట్రిపుల్ సూపర్ ఫాస్ఫేట్ - Triple Super Phosphate
ట్రిలోబైట్లు - Trilobites
ట్రెయిలర్ - Trailer
ట్రైఆసిటేట్ - Triacetate
ట్రైకాక్‌లు - Trycocks
ట్రైకాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ - Tricalcium Phosphate
ట్రై ఫినిల్ మీథేన్ - Tri-Phenyl Methane
ట్రైయాసిక్ - Triassic
ట్రోపావరణము - Troposphere

డ

డఫ్‌నట్ - Doughnut
డబ్బాలలో నిల్వచేయుట - Canning
డయల్ - Dial
డయాఫ్రమ్ - Diaphragm
డయోడ్ - Diode
డాగ్ క్లచ్ - Dog Clutch
డాము - Dam
డిజిట్ హంటర్ - Digit Hunter
డిజిటల్ కంప్యూటర్ - Digital Computer
డిజైను - Design
డిఫరెన్షియల్ - Differential
డిరిజిబుల్ గాలి బుడగ - Dirigible Balloon
డిస్పర్స్ రింగులు - Disperse Rings
డీకార్టికేటరు - Decorticator
డీలింటరు - Delinter
డీసెల్ ఇంజనులు - Diesel Engines
డీసెల్ రైలు ఇంజనులు - Diesel Locomotives
డీహల్లరు - Dehuller
డూపాంట్ ప్రక్రియ - DuPont Process
డూప్లెక్స్ బేలన్సింగ్ - Duplex Balancing
డెక్కు - Deck
డెక్రాన్ - Dacran
డెక్స్ట్రిన్ - Dextrine
డెన్ ప్రక్రియ - Den Process
డెమోటిక్ లిపి - Demotic Script
డెల్టా ఆరగాణి - Deltaic Catchment
డెల్టా జలనిర్గమన మార్గము - Deltaic Drain
డెవలపింగ్ - Developing
డెవోనియన్ - Devonian
డేవీ రక్షణ దీపము - Davy's Safety Lamp
డై ఆటములు (నీటిపాచి) - Diatoms
డైఆప్సైడ్ - Diopside
డైక్ - Dike
డై కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ - Dicalcium Phosphate
డైనమైట్ - Dynamite
డైనమో - Dynamo
డై మెథిల్ - టెరీ థాలేట్ - Dimethyl-Terephthalate
డోయిటీరియమ్ - Deuterium
డోలమైట్ - Dolomite
డ్యూరాల్యుమిన్ - Duralumin
డ్రాఫ్ట్ ట్యూబ్ - Draft Tube
డ్రాయింగు పరికరములు - Drawing Instruments
డ్రిల్లులు - Drills
డ్రైప్లేట్ - Dry Plate

త

తంతిప్రసార వేగము - Telegraph Speed
తక్కువ అపచితి - Low Attenuation
తగరము - Tin
తటస్థ - Neutral
తటస్థవిద్యుత్తు బంధనము - Electrostatic Coupling
తటస్థాక్షము - Neutral Axis
తటస్థీకరణము - Neutralization
తటాకము - Tanks
తడవల విధానము - Batch Method
తన్నుకర్ర - Support
తన్యత - Tension
తప్త శిలాద్రవ్యము - Magma
తరంగ దైర్ఘ్యము - Wave Length
తరంగలేఖిని - Undulater
తరలింపు డాము - Diversion Dam
తరలింపు సొరంగములు - Diversion Tunnels
తల తూము - Head Sluice
తల మట్టము - Head Level
తల్ప తాపక్రమము - Bed Temperature
తల్పశ్రేణి ప్రక్రియ - Entrained Bed Operation
తళతళ, ప్రకాశము - Lustre
తాత్కాలిక పరిమాణము - Instantaneous Magnitude
తాపకము - Calciner
తాపక్రమ పతనము - Temperature Drop
తాపక్రమ పాతము - Temperature Gradient
తాపక్రమము - Temperature

తాపక్రమ - స్నిగ్ధతా సంబంధము Temperature Viscosity Relationship
తాప జనక - Exothermic
తాపనము - Heating
తాపనము - Calcination
తాప నిరోధకములు - Heat Resistors
తాప బంధకములు - Heat Insulators
తాప శోషక - Endo thermic
తాప సంక్రమణ పరికరము - Heat Transfer Equipment
తాపస్థాపకము - Thermostat
తాప వాహకత - Thermal Conductivity
తాపీపని (మెసన్రీ) - Masonry
తామ్రయుగము - Copper Age
తారు - Tar
తారు ఆమ్ల తైలము - Tar Acid Oil
తారు లవణాధారము - Tar Base
తాలిక్ అన్ హైడ్రైడ్ - Pthalic An Hydride
తాహతు - Capacitance
తియొడొలైట్ - Theodolite
తిర్యక్ ప్రతిబలము - Transverse Stress
తిర్యక్ విక్షేపక డ్రాయింగు - Oblique Projection Drawing
తీగెచుట్ట - Heating Coil
తీగెలు - Cables Wires
తీగెవల - Wire Mesh
తీవ్రజలము - Aqua Fortis
తుంగభద్రా డాము - Tungabhadra Dam
తుత్తునాగము - Zinc
తుదిమెరుగులు పెట్టుట - Finishing
తులాచక్రము - Balance Wheel
తులాదండము - Lever
తులా మానములు - Weights & Measures
తుషారాంకము - Dew Point
తుషారీకరణము - Spraying
తూగు తొట్టె, రాకరు - Rocker
తూనికలు, కొలమానములు Weights & Measures
తూము - Sluice
తృతీయ పంచవర్ష ప్రణాళిక - Third Five Year Plan
తెర్మల్ విద్యుచ్ఛక్తి - Thermal Electric Power
తెర్మల్ విద్యుత్తు కేంద్రము - Thermal Power Plant
తెర్మిట్ వెల్డింగు - Thermit Welding
తెరైమైట్ - Thermite
తెర్మోఅయానిక్ వాల్వు - Thermionic Valve
తెర్మోప్లాస్టిక్కులు - Thermo Plastics
తెర్మో సెట్టింగు - Thermo Setting
తెర్మాక్లిన్ ఆటంకములు, ఘర్మప్రసారపు అడ్డంకులు - Thermocline Barrier
తెల్లచెక్కర - White Sugar
తెల్లశానపురాయి, గ్రానైట్ - Granite
తేలెడి ఘటముల విధానము - Floating Battery System
తైరట్రాన్ - Thyratron
తైలవాహిక నౌక - Tanker
తైల సంస్కృత - Oil Treated
తొట్టి - Tender
తొట్టె రంగులు - Vat Dyes
తోరియమ్ - Thorium
తోళ్ళ జిగురు - Hide Glue
తోళ్ళ పదును - Leather Tanning
త్రవ్వు యంత్రము - Suction Dredge
త్రవ్వోడ - Pontoon
త్రవ్వోడలు - Dredgers Earth Movers
త్రస్ట్ - Thrust
త్రికళ ఆవర్తి విద్యుత్తు - Three Phase A. C.
త్రికోణ - Trigonal
త్రికోణ మితి - Trigonometry
త్రిపరిమాణిక - Three Dimensional
త్రిపర్యాయ - Triple Effect
త్రియోజనీయ - Trivalent
త్వరణ నాళిక - Accelerating Tube
త్వరణము - Acceleration

ద

దత్తాంశము - Data
దశాక్రమ విధానము - Stagewise Method
దహనమందిరము, దహనపు అర - Combustion Chamber
దారములు, కృత్రిమ - Synthetic Fibres
దారు నిర్మాణము - Timber Construction
దారు పరిరక్షణ - Wood Preservation
దారు విధ్వంసక స్వేదనము - Wood Destructive Distillation
దింపుడు తలుపులు - Falling Shutters

దిగుబడి - Yield
దిగువ తూము - Under Sluice
దిడ్డి కవాటము - Wicket Gate
దీప గృహము, లైట్ హౌస్ - Light House
దీప నౌకలు - Light Ships
దీప్తి - Illumination
దీప్తి తీక్ష్ణత - Intensity of Illumination
దీర్ఘ వృత్తాకార గొట్టము - Elliptical Pipe
దీర్ఘ వృత్తాకారత - Ellipticity
దీర్ఘీకృత - Elongated
దుక్క ఇనుము - Pig Iron
దూరతా మాపకము - Range Finder
దూరదర్శిని - Telescope
దూలములు - Girders, Beams
దొంతి పునాదులు - Pile Foundations
దౌడల యంత్రము - Jaw Crusher
ద్రవ ఆక్సిజన్ - Lox
ద్రవ ధాతువులు - Liquid Metals
ద్రవప్రసరణ సంఘర్షణ - Friction Drop
ద్రవయానకము - Liquid Medium
ద్రవరాశి పంపకము - Mass Transfer
ద్రవాంకము - Melting Point
ద్రవీకరణము - Liquefaction
ద్రవీకృత తల్ప ప్రక్రియ - Fluidised Bed Operation
ద్రవీకృత పెట్రోలియమ్ వాయువు - Liquefied Petroleum Gas
ద్రవేంధనము - Liquid Fuel
ద్రవ్యరాశి - Mass
ద్రావకము - Solvent
ద్రావణ పర్యాయ ప్రక్రియ - Solution Recycle Process
ద్రావణము - Solution
ద్రావణముల స్ఫటికీకరణము - Crystallization of Solution
ద్రావణీయ సిలికేట్లు - Soluble Silicates
ద్వాదశానీకము - డొడకాహీడ్రన్ - Dodecahedron
ద్వారబంధములు - Door Hinges
ద్విక విధానము - Binary Method
ద్వికిరణ పుంజక - Double Beam
ద్విగమన సెలెక్టరు - Two Motion Selector
ద్వితీయ పంచవర్ష ప్రణాళిక - Second Five Year Plan
ద్వినాళికా తాప వినిమయకము - Double Pipe Heat Exchanger
ద్విరూపత - Dimorphism
ద్వి విద్యుత్తు డిఫెరెన్షియల్ డూప్లెక్స్ విధానము - Double Current Differential Duplex
ద్వి సంఖ్యాకము - Binary Digital

ధ

ధన ఆవేశము - Positive Charge
ధన ఫలకము - Positive Plate
ధన విద్యుత్తు - Positive Electricity
ధనాగ్రీకరణము - Anodising
ధాతు తలము - Metal Surface
ధాతు దండము - Metal Rod
ధాతు ఫలకము - Metal Plate
ధాతు మిశ్రమ - Alloy
ధాతు ముద్రణ - Metal Stamping
ధాతు మెరుగు - Metallic Lustre
ధాతువు - Metal
ధాతు సాధన - Extraction of Metal
ధాతుసాధనశాస్త్రము - Metallurgy
ధాతూత్పత్తి ప్రదేశములు - Metallogenetic Provinces
ధాతూత్పత్తి యుగములు - Metallogenetic Epochs
ధారణ, ధారణాంగము - Memory
ధావని - Runner
ధావని స్తంభము - Runner Shaft
ధ్రువత్వము - Polarity
ధ్రువము - Pole
ధ్రువీకరణము - Polarization
ధ్రువీకరింపబడని - Non-Polarised
ధ్రువీకరింపబడిన - Polarised
ధ్వనితరంగము - Sound Wave
ధ్వనిబంధకము - Acoustical Insulator
ధ్వనివర్ధక-ఉద్ఘోషిత్ర సంయోగము - Amplifier Loud Speaker System

న

నంజువ్యాధి - Scurvy
నకుల్ భుజము - Knuckle
నగర నిర్మాణము - Town Planning
నతికోణము - Dip Angle
నతోదర వంపు - Concave Bend
నత్రీకరణము - Nitration

నదీకర్దమ భారము - Silt Load
నదీ గర్భము - River Bed
నదీప్రవాహ కేంద్రము - Run-of-The River Plant
నదీయానము - River Navigation
నదీలోయ ప్రణాళికలు - River Valley Projects
నభో మూర్తులు - Celestial Bodies
నమూనాల పరీక్షణము - Sampling
నమ్య, మెలితిరుగు - Flexible
నల్ల శాసనపు రాయి - Basalt
నవజీవక యుగము - సీనోజోయిక్ - Cainozoic Period
నాడె - Shuttle
నాజిల్ - Nozzle
నాడి, ఈనె - Vein
నాణెము - Coin
నాణెముల తయారీ - Coinage
నాణ్య నియంత్రణ - Quality Control
నాఫ్తలీన్ - Naphthalene
నాఫ్తాల్ - Naphthal
నారగాజు - Fibre Glass
నాలుగు దెబ్బల ఇంజను - Four Stroke Engine
నాళతాప వినిమయకము - Tubular Heat Exchanger
నాళాకార - Tubular
నికెల్ - Nickel
నిజ భారము - Dead Weight
నిప్పు గది - Fire Box
నియంత్రణ వ్యవస్థ - Control System
నియంత్రణ శాస్త్రము - Control Engineering
నియంత్రిత అస్త్రము - Guided Missile
నియోప్రిన్ - Neoprene
నిరపేక్ష ఆర్ద్రత - Absolute Humidity
నిరపేక్ష వయస్సు - Absolute Age
నిరార్ద్రీకరణము - Dehumidification
నిరార్ద్రీకారకము - Dehumidifier
నిరుదజనీకరణము - Dehydrogenation
నిరోధకము - Resistance
నిరోధము - Drag
నిరోధ సంధానము - Resistance Welding
నిర్గమన అవరోహణ - Exit Gradient
నిర్గమన కవాటము - Exhaust Valve
నిర్గమనగాస్ టర్బయిను - Exhaust Gas Turbine
నిర్జల, నిరార్ద్ర - Anhydrous
నిర్జలీకరణము - Dehydration
నిర్దిష్ట పూర్ణాంకము - Definite Integral
నిర్దేశక కేంద్రము - Director Exchange
నిర్మాణ ఇంజనీరింగు - Structural Engineering
నిర్మాణము - Structure
నిర్మాణ సామగ్రి - Building Materials
నిర్మాణ సిద్ధాంతము - Theory of Structures
నిర్మాణాత్మక భూశాస్త్రము - Structural Geology
నిర్వాత గళని - Vacuum Filter
నిర్వాతపు దెబ్బ - Exhaust Stroke
నిర్వాత ప్రదేశము - Vacuum
నిర్వాత బాష్పీకరణ విధానము - Vacuum Vaporisation
నిర్వాత బాష్పీకరణి - Vacuum Evaporator
నిర్విరామ స్పర్శవిధానము - Continuous Contact Method
నిశ్చల మధ్యస్థానము - Dead Centre Position
నిష్పత్తి మాపకము - Ratio Meter
నిష్కాసన పద్ధతి - Exhaust Method
నిసో సిలికేట్ - Neso Silicate
నీచ తాపక్రమము - Telethermal
నీటి కోత - Scour
నీటి గంతు - Hydraulic Jump
నీటి పారుదల - Irrigation
నీటిబుగ్గ, నీటిఊట, కమాను - Spring
నీటి బుగ్గలు - Water Springs
నీటివనరుల అభివృద్ధి - Development of Water Resources
నీటి విడుదల - Discharge
నీటి సదుపాయము - Water Facility
నీటి సమ్మెట - Water Hammer
నీరు, నీటి శోధన - Water & Water Treatment
నీరు బయటకు పారు తూము - Outfall Sluice
నీలము - Sapphire
నీలలోహిత కిరణములు - Ultraviolet Rays
నీలిమందు - Indigo
నీహారికా వాదము - Nebular Hypothesis
న్యూక్లియర్ ఇంజనీరింగు - Nuclear Engineering
న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ - Nuclear Reactor
నూతి పునాదులు - Well Foundations
నూతులు - Wells
నూనె గనులు - Oil Fields

నూనెలు, క్రొవ్వులు - Oils & Fats
నూనె శుద్ధి కర్మాగారము - Oil Refinery
నెగటివ్ - Negative
నెమ్మదిగా దిగుట - Soft Landing
నేట్రలైట్ - Natrolite
నేలక్రింద పెంకులు తాచిన జలనిర్గమన మార్గములు - Under Drainage by Tile Drains
నేలను సేద్యయోగ్యము చేయుట - Land Reclamation
నేలపై విమానము పరుగెత్తు మార్గము - Runway
నేలబొగ్గు - Coal
నేలబొగ్గు కర్బనీకరణము - Coal Carbonization
నేలమీద నుండి పైకి ఎగురుటకు ఉటంకించుట - Take off
నైట్రిక్ ఆసిడ్ - Nitric Acid
నైట్రేషన్ - Nitration
నైట్రోజన్ - Nitrogen
నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ - Nitrogen Oxide
నైట్రోజన్ ఎరువు - Nitrogen Fertilizer
నైట్రోజన్ ద్రావణము - Nitrogen Solution
నైట్రో ఫాస్ఫేట్ - Nitro Phosphate
నైట్రో-బెన్జిన్ - Nitro Benzene
నైట్రోలైమ్ - Nitrolime
నైలాన్ - Nylon
నోమోగ్రాము - Nomogram
నౌక - Naval Ship
నౌకా నిర్మాణము - Ship Building
నౌకా మార్గము - Water way
నౌకా యానము - Navigation
నౌకాశ్రయము - Harbour
నౌకాశ్రయములు, జెట్టీలు - Harbours & Jetties
న్యూట్రాన్లు - Neutrons
న్యూరాన్ - Neurone

ప

పంక నిక్షేపములు - Sedimentary Deposits
పంకమాపనము - Turbidimetry
పంకములు - Sediments
పంక శిలలు - Sedimentary Rocks
పంకీభవనము - Sedimentation
పంచయోజనీయ శృంఖలాబంధనము - Pentavalent Linkage
పంచాంగ కాలము - Ephimeris Time
పంచాంగము - Calendar
పంట కాలువలు - Irrigation Channels
పంపులు - Pumps
పగులు - Cleavage
పగులు - Fissure
పగులు నింపు నిక్షేపములు - Fissure Fillings
పటనాళము - Picture Tube
పట్టకము - Prism
పట్టకాకారపు పగులు - Prismatic Cleavage
పట్టా - Tape
పట్టా మార్గము - Track way
పట్టు - Fibroin
పట్టు పరిశ్రమ - Silk Industry
పట్టు పురుగు - Silk worm
పడవలు - Boats
పడుగు - Warp
పపైరస్ రెల్లు - Papyrus
పరంజా - Scaffolding
పరమాణు కేంద్రకము - Atomic Nucleus
పరమాణు భౌతిక శాస్త్రము - Atomic Physics
పరమాణు విదళనము - Nuclear Fission
పరమాణు విద్యుచ్ఛక్తి - Atomic Power
పరమాణు విద్యుత్తు, పరమాణు శక్తి - Nuclear Power
పరమాణు విద్యుత్తు కేంద్రము - Atomic Power Plant
పరమాణు విలయనము - Nuclear Fusion
పరమాణువు - Atom
పరమాణు శక్తి - Atomic Energy
పరమాణు శాస్త్రము - Nuclear Engineering
పరావర్తకము - Reflector
పరావర్తనము - Reflection
పరికరవ్యవస్థ - Instrumentation
పరిణామము - Evolution
పరిధీయ చలనములు - Circumferential Movements
పరిపూరక ఆవిరి ఇంజను - Reciprocating Steam Engine
పరివర్తక ద్రవ్యము - Modifier
పరివర్తకము - Converter
పరివర్తనము - Modulation
పరివర్తనీయము - Reversible
పరివర్తిత - Sinusoidal
పరిశ్రమ - Industry
పరిష్కృత - Polished

పరివహనము - Transport
పరీవాహప్రాంతము, ఆరగాణి - Catchment
పరోక్ష ఆర్ద్రీకారకము - Indirect Humidifier
పర్వతోత్పాదక చలనములు - Orogenic Movements
పర్వతోత్పాదన - Orogeny
పలక - Face
పల్స్ పరివర్తన - Pulse Modulation
పశ్చాద్విధానము - Post-tensioning
పాంటోగ్రాఫ్ - Pantograph
పాక ప్రక్రియ - Digestion
పాక యంత్రము - Digester
పాజిటివ్ - Positive
పాడి పరిశ్రమ - Dairy Industry
పాతాళ గంగ - Ground Water
పాదరస ఘటము - Mercury Cell
పాదరసము - Mercury
పాయింట్లు - Points
పారదర్శకత - Transparency
పారఫిన్ - Parafin
పారవిద్యుత్తిక - Dielectric
పారవిద్యుత్తిక ఉష్ణవిధానము - Dielectric Heating
పారవిద్యుదంకము Dielectric Constant
పార విద్యుద్ధర్మములు - Dielectric Properties
పారస్వనికము - Supersonic
పారా మాగ్నెటిక్ స్ఫటికము - Paramagnetic Crystal
పారిశ్రామిక అధిచూషకము - Industrial Adsorbent
పారిశ్రామిక వజ్రములు - Industrial Diamonds
పారిశ్రామిక వాయువులు - Industiral Gases
పారిశ్రామిక విప్లవము - Industrial Revolution
పారిస్ గ్రీన్ - Paris Green
పార్టికల్ బోర్డు - Particle Board
పార్యంతిక తన్యతాప్రతిబలము - Ultimate Tensile Stress
పార్శ్వగమన యంత్రము - Bipass Engine
పార్శ్వ స్థైర్యము - Lateral Stability
పార్శ్వీయ చలనములు - Lateral Movements
పాలవిరుగు - Caisein
పాలథీన్ - Polythene
పింగాణీ - Porcelain
పింగాణీ పరిశ్రమ - Ceramics
పిండి పదార్థములు - Starches
పిండి మర - Flour Mill
పిచ్ - Pitch
పిరమిడ్ - Pyramid
పిల్ల కాలువ - Distributary Canal
పీక్ లోడ్ - గరిష్ఠ భారము - Peak Load
పీట్ - Peat
పీఠపగులు - Basal Cleavage
పీఠము - Base
పీల్పుడు దెబ్బ - Suction Stroke
పునః తాపకము - Re-Heater
పునః ప్రసార తంతి సాధనములు - Telegraph Repeaters
పునః ప్రసారము-రిలే - Relay
పునః ప్రసారిణి - Repeater
పునః స్ఫటికీకరణము - Re-crystallization
పునరుత్పాదన సామర్థ్యము - Reproductive Capacity
పునర్జనన - Regenerative
పునాది - Foundation
పునాది శాస్త్రము - Foundation Engineering
పురా కాంబ్రియన్ యుగము - Pre-Cambrian Period
పురాజీవ శాస్త్రము - Palaeontology
పురాతత్త్వవేత్త - Archaeologist
పురాతత్త్వశాస్త్రము - Archaeology
పురోగమన ఘాతము - Forward Stroke
పూతరంగులు - Paints
పూర్వ తన్యతీకరణము - Pre-tensioning
పూర్వతాపకము - Pre-heater
పూర్వప్రపీడిత కాంక్రీటు - Prestressed Concrete
పూస - Bead
పృష్ఠము - Crust
పెంకులు - Tiles
పెంటోడ్ - Pentode
పెకరు - Pecker
పెగ్మటైట్ - Pegmatite
పెట్రో కెమికల్ పరిశ్రమ - Petro-Chemical Industry
పెట్రోల్ ఇంజనులు - Petrol Engines
పెట్రోలియమ్ - Petroleum
పెట్రోలియమ్ శుద్ధి - Petroleum Refining
పెట్రోలు - Petrol
పెన్‌స్టాక్ - జలదారి - Penstock
పెయింటింగు విధానము - Painting Method
పెయింట్లు, పూతరంగులు - Paints

పెల్లేడియమ్ - Palladium
పేటెంటు - Patent
పేనుట - Roving
పేరాచూట్ - Parachute
పేషణము - నూరుట - Grinding
పేష్యత్వ గుణము - Grindability
పైన తిరుగు క్రేన్ - Over Head Travelling Crane
పైరాక్సీన్ - Pyroxene
పైరిటీస్ - Pyrites
పైరోమెటా సోమాటిక్ నిక్షేపములు - Pyrometa Somatic Deposits
పైరో లిగ్నస్ ఆసిడ్ - Pyroligneous Acid
పైలెటు - Pilot
పొగగొట్టము - Smoke Stack
పొటాసియమ్ - Potassium
పొటాసియమ్ డై క్రోమేట్ - Potassium di Chromate
పొటాసియమ్ నైట్రేట్ - Potassium Nitrate
పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ - Potassium Permanganate
పొర - Film, Layer
పొర గుణకము - Film Co.efficient
పోజిట్రాన్ - Positron
పోటు ప్రాంతము - Tidal Reach
పోడు వ్యవసాయము - Shifting Cultivation
పోత ఇనుము - Cast Iron
పోత పోయుట - Casting
పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటు - Portland Cement
పోర్టు - Port
పోలిమరైజేషన్ - Polymerisation
పోలీ ఆక్రిలిక్ - Poly Acrylic
పోలీ ఎతిలీన్ - Poly Ethelene
పోలీ ఎమైడ్‌లు - Poly Amides
పోలీ ఓలిఫైన్‌లు - Poly Olefines
పోలీ ప్రోపిలీన్ - Polypropelene
పోలీమర్‌లు - Polymers
పాలీ మెతిల్ మెతాక్రిలేట్ - Poly Methyl Metacrylate
పోలీవినైల్ - Polyvinyl
పోలీవినైల్ క్లోరైడ్ - Polyvinyl Chloride
పోలీస్టయిరీన్ - Polystyrene
పోషకాహారలోపము - Malnutrition
పౌనఃపున్య మాపిని - Frequency Meter
పౌనఃపున్య పరివర్తన - Frequency Modulation
పౌనఃపున్యము - Frequency
పౌర విమాన యానము - Civil Aviation
పౌష్టికాహారము - Nutrient
ప్యూమిస్ - Pumice
ప్రకంపని, కంపకము - Oscillator
ప్రక్రియ - Process
ప్రక్రియా నియంత్రణ - Process Control
ప్రజారోగ్య శాస్త్రము - Public Health Engineering
ప్రతిక్రియ - Reaction
ప్రతిక్రియాపాత్ర - రియాక్టర్ - Reactor
ప్రతిక్రియా శక్తి - Reactivity
ప్రతిధ్వనిని కొలుచుట - Echo Sounding
ప్రతి ప్రవాహ క్షాళన - Counter Current Washing
ప్రతి ప్రవాహ ఘనీ కారకము - Counter Current Thickener
ప్రతిబలము - Stress
ప్రతిష్ఠాపితము - Substitution
ప్రతిష్ఠాపిత సామర్థ్యము - Installed Capacity
ప్రత్యక్ష ఆర్ద్రీకారకము - Direct Humidifier
ప్రత్యక్ష తాపనము - Direct Heating
ప్రత్యావర్తకము - Alternator
ప్రదానము - Output
ప్రదాన స్థానము - Source
ప్రధాన చాలకము - Primemover
ప్రపాత అభివృద్ధి - Cascade Development
ప్రబలిత కాంక్రీటు - Reinforced Concrete
ప్రమాణ కార్యము - Unit Operation
ప్రమాణ ప్రక్రియ - Unit Process
ప్రమాణ యూనిట్ - Standard Unit
ప్రమాణీకృత - Normalised
ప్రమాదము - Error
ప్రరోచన ఉష్ణ విధానము - Induction Heating
ప్రరోచనము - Inductance
ప్రరోచన మిథోఘట్టనము - Inductive Interference
ప్రరోచన మోటారు - Induction Motor
ప్రరోచన వేష్టనము - Induction Coil
ప్రవర్తక వర్ధకము - Operational Amplifier
ప్రవర్ధకము - Promoter
ప్రవాహ తాపక్రమము - Flowing Temperature
ప్రవాహ ప్రతిరోధము - Counter Current

ప్రవాహ విద్యుత్తు - Current Electricity
ప్రవాహానురోధము - Co-Current
ప్రవేశక కవాటము - Inlet Valve
ప్రవేశసాధ్యత - Permeability
ప్రసారక తంత్రులు - Transmission Lines
ప్రసార కేంద్రము - Broadcasting Station
ప్రసారము - Transmission
ప్రసారిణి - Transmitter
ప్రహార చిత్రము - Percussion Figure
ప్రాంతీయ గ్రిడ్ - Regional Grid
ప్రాంతీయ చలనములు - Regional Movements
ప్రాక్ నిర్మాణములు - Prefabricated Structures
ప్రాకృతిక వరణము - Natural Selection
ప్రాచీన జీవకయుగము - Palaeozoic Period
ప్రాజెక్టు - Project
ప్రాథమిక - Primary
ప్రాథమిక అంచనాలు - Preliminary Estimates
ప్రాథమిక కణములు - Elementary Particles
ప్రావణము - Convection
ప్రింటెడ్ సర్క్యూట్ - Printed Circuit
ప్రెసిషన్ ఇంజనీరింగు - Precision Engineering
ప్రేరకము, ప్రేరకద్రవ్యము - Catalyst
ప్రేరకరకపు టర్బయిను - Impulse Type Turbine
ప్రేరక విచ్ఛేదనము - Catalytic Cracking
ప్రేరిత ఎస్టరీకరణము - Catalytic Esterification
ప్రేరిత కార్బన్ - Activated Carbon
ప్రేరిత విద్యుత్తుచాలక బలము - Induced Electro Motive Force (E M F)
ప్రేలుడు సామగ్రి, విదారకము - Explosive
ప్రేషగళని - Pressure Filter
ప్రేషజన్య విద్యుచ్ఛక్తి - Piezoelectricity
ప్రేషపతనము - Pressure Drop
ప్రేష పాత్ర - Pressure Vessel
ప్రేష ప్రతిక్రియా పాత్ర - Pressure Reaction Vessel
ప్రేష మాపకము - Pressure Gauge
ప్రేషము - Pressure
ప్రేష విమోచక కవాటము - Pressure Relief Valve
ప్రొడ్యూసర్ గాస్ - Producer Gas
ప్రొపెల్లర్ - Propeller
ప్రొపెల్లర్ ఇంజను - Propeller Engine
ప్రొపెల్లర్ చక్రము - Propeller Wheel
ప్రొపెల్షన్ - Propulsion
ప్రొపేన్ - Propane
ప్రోటాన్ - Proton
ప్రోటియోలిటిక్ (ప్రోటీన్లవిడగొట్టు) - Proteolytic
ప్రోటీన్లు, మాంసకృత్తులు - Proteins
ప్రోటోప్లాజమ్ - Protoplasm
ప్లంజర్ - Plunger
ప్లగ్గులు - Plugs
ప్లాజియోక్లేజ్ - Plagioclase
ప్లాట్ ఫారములు - Platforms
ప్లాటినమ్ - Platinum
ప్లానోగ్రాఫిక్ పద్ధతి - Planographic Process
ప్లాసర్ నిక్షేపములు - Placers, Placer Deposits
ప్లాస్టర్ ఆవ్ పారిస్ - Plaster of Paris
ప్లాస్టిక్కులు - Plastics
ప్లాస్టిసైజర్ - Plasticizer
ప్లీనమ్ పద్ధతి - Plenum Method
ప్లూటానిక్ శిలలు - Plutonic Rocks
ప్లేట్ మోడ్యులేషన్ - Plate Modulation
ప్లైయోసీన్ - Pliocene
ప్లైవుడ్ - Plywood
ప్లైస్టోసీన్ - Pleistocene

ఫ

ఫర్ఫరాల్ - Furfural
ఫర్నిచరు - Furniture
ఫలకము - Plates
ఫలద్రవ్యము - Resultant
ఫార్మాల్డిహైడ్ - Formaldehyde
ఫార్మింగు - Forming
ఫార్ములాలా, సాంకేతికము - Formula
ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ - Phosphoric Acid
ఫాస్ఫేట్ - Phosphate
ఫాస్ఫేట్ నిక్షేపములు - Phosphate Deposits
ఫిక్సింగ్ - Fixing
ఫిల్టర్ పాయింట్ - Filter Point
ఫిల్టరు ప్రెస్ - Filter Press
ఫిల్ము - Film
ఫినిల్ - Phenyl
ఫీనోల్ - Phenol
ఫీనోల్ ఫార్మాల్డిహైడ్ - Phenol Formaldehyde

ఫీనోల్ ఫార్మాల్డిహైడ్ ప్లాస్టిక్కులు - Phenol Formaldehyde Plastics
ఫీనోలిక్ రెసిన్ - Phenolic Resin
ఫుల్లర్ మన్ను - Fuller Earth
ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ - Ferric Oxide
ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్ - Ferric Chloride
ఫెర్రోమాంగనీస్ - Ferro Manganese
ఫెర్రో - సిలికన్ - Ferro Silicon
ఫెల్‌స్పాథాయిడ్ - Feldspathoid
ఫెల్‌స్పార్ - Feldspar
ఫేక్సిమిలీ తంతి విధానము - Facsimile Telegraphy
ఫైబరు బోర్డు - Fibre Board
ఫోటాన్, కాంతికణము - Photon
ఫోటో-ఆఫ్‌సెట్ పద్ధతి - Photo Offset Process
ఫోటో ఎంగ్రేవింగ్ - Photo Engraving
ఫోటో కంపోజింగు - Photo Composing
ఫోటోగ్రఫీ - Photography
ఫోటోగ్రాఫిక్ గ్రేటోన్ - Photographic Greytone
ఫోటోగ్రావ్యూర్ - Photogravure
ఫోటోతంతి విధానము - Picture Telegraphy
ఫోటోసెల్ - కాంతివిద్యుద్ఘటము - Photocell
ఫ్యాక్టరీ, కార్ఖానా - Factory
ఫ్యాక్టరీ వ్యవస్థాస్వరూపము - Plant Lay Out
ఫ్రాంక్లినైట్ - Franklinite
ఫ్లక్స్ - Flux
ఫ్లైఓవర్ - Flyover
ఫ్లోరీన్ - Fluorine
ఫ్లోరీన్‌రిక్త ఫాస్ఫేట్ రాతి ఎరువు - Defluorinated Rock Phosphate Fertilizer
ఫ్లోరెసెంట్ తెర - Fluorescent Screen
ఫ్లోరైడ్‌లు - Fluorides

బ

బంకమన్ను - Clay
బంకమన్ను ఖనిజము - Clay Mineral
బంగారము - Gold
బంజరునేల - Swamp
బంధన దండము - Tie Rod
బంధనము - Linkage
బట్ జాయింట్లు - Butt Joints
బట్టీ - Still
బట్వాడా - Delivery
బయోటైట్ - Biotite
బరమాయంత్రములు - Drilling Machines
బరాజు - Barrage
బర్నర్‌లు - Burners
బసాల్ట్ శిలలు - Basalt Rocks
బస్సు - Bus
బహిరుత్పన్న ఆవృత్తి - Exogenic Cycle
బహిర్దహన ఇంజనులు - External Combustion Engines
బహిర్నిష్కాసకము - Eliminator
బహిర్ద్వారము - Vent
బహుఫల బాష్పీకరణి - Multiple Effect Evaporator
బహుభుజి - Polygon
బహుమార్గతాప వినిమయకము - Multipass Heat Exchanger
బహురూపత - Polymorphism
బహువర్ణత - Pleochroism
బహుస్తర సమీకరణము - Multi Layer Equation
బహుస్రోతస్సు - Multiplex
బహుస్రోతస్య శ్రవణ పౌనః పున్య తంతి విధానము - Multi Channel Voice Frequency Telegraphy
బాండ్ పాస్ ఫిల్టరు - Band Pass Filter
బాంబులు - Bombs
బాక్సైట్ - Bauxite
బాగజీ - Bagasse
బాచ్ విధానము - Batch Method
బాయిలర్ - Boiler
బారీ ఆవరణము - Barysphere
బాల్సమ్ జిగురు - Gum Balsam
బాష్ - Bosh
బాష్పతన్యత - Vapour Tension
బాష్పము - Vapour
బాష్పశీల - Volatile
బాష్పీకారకము - Evaporator
బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత - Latent Heat of Vaporisation
బాష్పీభవనము, బాష్పీకరణము - Evaporation
బాసిలికాస్ - Basilicas
బాహ్యాబల విధానము - Prestressing
బాహ్యాశక్తి విస్తారిణి - Externally Output Amplifier
బిట్యూమినస్ - Bituminous
బిలపూరణములు - Cavity Fillings
బిలము - Crater

బిల్లెట్ - Billet
బిస్మత్తు - Bismuth
బీజ విషయక సమీకరణ సాధన - Algebraic Equation Solver
బీజ స్ఫటికము - Seed Crystal
బీటా (β) కిరణము - Beta (β) Ray
బీటాట్రాన్ - Betatron
బీవాట్రాన్ - Bevatron
బుడగ టోపి ద్రవీకరణ స్తంభ పరికరము - Bubble Cap Column
బురద - Slurry
బురద గుండములు - Mud Volcanoes
బుల్ డోజరు - Bull Dozer
బూటా డైయీన్ - Buta Diene
బూటేన్ - Butane
బూస్టర్ - Booster
బెండు బంతి - Pith Ball
బెంజీన్ - Benzene
బెంజీన్ హైడ్రోకార్బన్ - Benzene Hydrocarbon
బెంజోయిక్ ఆసిడ్ - Benzoic Acid
బెంజోల్ - Benzole
బెరిల్ (గరుడపచ్చ) Beryl
బెరిలియమ్ - Berelium
బెరైటీ - Baryte
బెస్సిమర్ విధానము - Bessemer Process
బేక్ లైట్ - Bakelite
బేరింగులు - Bearings
బేరియమ్ - Barium
బేరియమ్ సల్ఫేట్ - Barium Sulphate
బేస్ లోడ్ కేంద్రము - Base Load Plant
బొగ్గు - Char Coal
బొడ్డుతాడు - Umblical Cord
బోడో ముద్రణ విధానము - Baudot Printing
బోరాన్ - Boron
బోరిక్ ఆసిడ్ - Boric Acid
బోరింగ్ యంత్రములు - Boring Machines
బోల్టు - Bolt
బ్యాటరీ (ఘటము) - Battery
బ్రష్ - Brush
బ్రిడ్జి డూప్లెక్స్ విధానము - Bridge Duplex
బ్రేకు - Brake
బ్రేకు సామర్థ్యము - Braking Power
బ్రేజింగు - Brazing
బ్రేటన్ ఆవృత్తి - Brayton Cycle
బ్రోమైడ్ - Bromide
బ్లాంచింగ్ - Blanching
బ్లాక్ బోర్డు - Black Board
బ్లాకులు - Blocks
బ్లీచింగ్ చూర్ణము - Bleaching Powder
బ్లూప్రింటు - Blue Print
బ్లూమ్ - Bloom
బ్లోడౌన్ వ్యవస్థ - Blowdown System

భ

భవన నిర్మాణము - Building Construction
భాభా అటామిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్ - Bhabha Atomic Research Centre
భారత జియలాజికల్ సర్వే సంస్థ - Geological Survey of India
భారతన్యత - Tension
భారమితి సంగ్రాహకము - Barometric Condenser
భారస్ఫటిక మృత్తిక - Heavy Spar
భారీ కమ్మరము - Foundary Engineering
భారీక్రేన్ - Gaint Crane
భాస్వర ఆమ్లము - Phosphoric Acid
భాస్వర ఎరువు - Phosphatic Fertilizer
భాస్వరము - Phosphorous
భూకంపనతరంగములు - Seismic Waves
భూకంపన పద్ధతి - Seismic Method
భూకంపన శాస్త్రము - Seismology
భూకంపము - Earth Quake
భూ కక్ష్య - Orbit of The Earth
భూ కాలమాన శాస్త్రము - Geological Time Scale
భూ కాల మాపకములు - Geological Timers
భూక్షరణము Soil Erosion
భూగర్భ ఖని పరిశ్రమ - Underground Mining
భూగర్భజలము, పాతాళగంగ, అంతర్గత జలము - Ground Water
భూగర్భము - Core of The Earth
భూగర్భ రైల్వేలు - Underground Railways
భూతత్వ ఆవృత్తి - Geological Cycle
భూతత్త్వ కాలమానము - Geological Time
భూతత్త్వ పద్ధతులు - Geological Methods

భూతల జలములు Inland Waters
భూతాపన పద్ధతి - Geothermal Method
భూతాపమండలము - Geothermal Zone
భూప్రాదుర్భావము - Origin of The Earth
భూపృష్ఠము - Earth's Crust
భూ భౌతిక పద్ధతులు - Geophysical Methods
భూ భౌతికశాస్త్రము - Geophysics
భూమిపై మురుగు కాలువ - Surface Drain
భూమ్యంతర్గత కేబిల్ - Underground Cable
భూమ్యావరణము - Geosphere
భూ రాసాయనిక పద్ధతి - Geochemical Method
భూ రాసాయనిక శాస్త్రము Geo Chemistry
భూ శాస్త్రము - Geology
భూ సంతులన - Isostasy
భూ సంపాదన - Land Acquisition
భూ-సాంకేతిక శాస్త్రము - Geo-Technology
భూ సారము - Soil Fertility
భూసార రక్షణ - Soil Conservation
భేద్యత - Permeability
భేద్యపు పునాది - Permeable Foundation
భౌతిక అధిచూషణ - Physical Adsorption
భౌతిక ధర్మములు - Physical Properties
భౌతిక భూశాస్త్రము - Physical Geology
భౌతిక శాస్త్రము - Physics
భౌమ్య అయస్కాంత క్షేత్రము - Geomagnetic Field
భౌమ్య అయస్కాంతత్వము - Terrestrial Magnetism
భ్రమణ చలనము - Rotational Motion
భ్రమణము - Rotation
భ్రమణము, వ్యావర్తనము - Torque

మ

మండలము - Zone
మందము - Thickness
మగ్గపు నాడె - Weaving Shuttle
మగ్నీషియమ్ - Magnesium
మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ - Magnesium Oxide
మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ - Magnesium Chloride
మగ్నీషియమ్ నైట్రేట్ - Magnesium Nitrate
మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ - Magnesium Sulphate
మగ్నీషియమ్ సిలికేట్ - Magnesium Silicate
మజ్జామ్లములు - Fatty Acids
మట్టము - Level
మట్టి పని - Earth Work
మట్టి, రాతి డాములు - Earth & Rock Fill Dams
మత్తుమందు - Anaesthetic
మత్స్యసరస, జంతువుల క్రొవ్వు - Gelatin
మధ్యచ్ఛేదము - Cross Section
మధ్యమ జీవకయుగము - Mesozoic Period
మధ్యమతాప - Mesothermal
మధ్యమ పౌనపున్యము - Intermediate Frequency
మధ్యమాన జలశీర్ష కేంద్రము - Medium Head Plant
మధ్యస్థద్రవ్యము - Intermediate
మరగొర్రు - Seed Drill
మరమగ్గము - Power Loom
మర్క్యూరీ చాపము - Mercury Arc
మలిన ద్రవ్యములు - Impurities
మల్టిపుల్ యూనిట్ - Multiple Unit
మసి పొడి - Lamp Black
మస్కొవైట్ - Muscovite
మస్తబా - Mastaba
మహా విపద్వాదము - Catastrophism
మాంగనీసు - Manganese
మంచినీటి సరఫరా - Water Supply
మాంట్ మోరిల్లోనైట్ - Montmorillonite
మాంద్యము - Depression
మాగ్నటైట్ - Magnetite
మాగ్నటో ఎక్ఛేంజి - Magneto Exchange
మాగ్నటో హైడ్రోడైనమిక్స్ - Magneto Hydro Dynamics
మాగ్నసైట్ - Magnesite
మాగ్మా - Magma
మాగ్మా ఇంజక్షన్లు - Magmatic Injections
మాగ్మా వియోజనములు - Magmatic Segregations
మాగ్మా విస్తరణములు - Magmatic Disseminations
మాగ్మా స్ఫటికీకరణము - Magmatic Crystallisation
మాధ్యమిక అగ్ని శిలలు - Intermediate Igneous Rocks
మాన - Mana
మాయా నేత్రము - Magic Eye
మార్డెంట్ రంగులు - Mordant Dyes
మార్షలింగ్ యార్డ్ - Marshalling Yard
మాలకైట్ - Malachite
మిక్సర్, కలుపు యంత్రము, సమ్మిశ్రకము - Mixer
మిథ్యావలయము - Phantom Circuit

మిల్లింగు యంత్రము - Milling Machine
మిల్లీ అమ్మీటరు - Milli Ammeter
మిల్లీ ఆంపియర్‌లు - Milli Amperes
మిల్లీగాల్ - Milligal
మిశ్రమ ఎరువు - Mixed Fertilizer
మిశ్రమ విభాగిని - Demodulator
మిశ్రిత సంగ్రాహకములు - Mixing Condensers
మిశ్రీకరణము - Mixing
మిసిలీ, క్షిపణి - Missile
మిసైల్‌లు, గైడెడ్ - Guided Missiles
మీట - Switch
మీటరు - Meter
మీథేన్ - Methane
మీసాన్ - Meson
ముందుగా పోతపోయుట - Precast
ముంపు - Submersion
ముఖతటాకము - Forebay
ముడి ఖనిజము - Ore
ముడి ద్రవ్యము - Raw Material
ముడి నూనె - Crude Oil
ముడుతలు - Folds
ముద్ద లోడింగు - Lumped Loading
ముద్రణ, అచ్చు - Printing
ముద్రణ తంతి విధానము Printing Telegraph
ముద్రణ పరిశ్రమ – Printing Technology
ముద్రణ యంత్రము - Press
ముద్రణాలయము - Printing Press
మురికినీటి కాలువలు - Drains
మురియాటిక్ ఆసిడ్ - Muriatic Acid
మురుగు కాలువ - Drain
మురుగు కాలువలనుండి పంటనీరు - Irrigation From Drains
మురుగునీటి సేకరణ వ్యవస్థ - Sewage Collection System
ముషలకము - Piston
మూలద్రవ్యము - Element
మూల మట్టము - Set Square
మూస - Crucible
మూసకట్టుట - Moulding, Shuttering
మూస విధానము - Crucible Process
మెకాడెమ్ రోడ్డు - Mecadam Road
మెకానికల్ ఇంజనీరింగు - Mechanical Engineering
మెర్సెబర్గ్ జిప్సమ్ ప్రక్రియ - Merseberg (Gypsum) Process
మెగావాట్టు - Megawatt
మెగాసైకిళ్లు - Megacycles
మెగ్గర్ భూశోధకము - Megger Earth Tester
మెటలర్జికల్ ఇంజనీరు - Metallurgical Engineer
మెట్ట భూములు - Dry Lands
మెతనాల్ - Methanol
మెట్రిక్ పద్ధతి - Metric System
మెథిల్ ఆల్కహాల్ - Methyl Alcohol
మెయిన్ స్ప్రింగు - Main Spring
మెరక ఆరగాణి - Upland Catchment
మెరుగు - Shining
మెషీనింగు - Machining
మేసర్ - Maser
మేసర్, లేసర్ - Maser, Laser
మేసిక్యూట్ - Massecute
మైక్రాన్ - Micron
మైక్రో ఆంపియర్ - Micro Ampere
మైక్రోక్రోనోగ్రాఫ్ - Microchronograph
మైక్రోక్లైన్ - Microcline
మైక్రోఫిల్మ్ - Microfilm
మైక్రో ఫిల్మ్ డాక్యుమెంటేషన్ - Micro film Documentation
మైక్రో ఫోన్ - Microphone
మైనింగు ఇంజనీరింగు - Mining Engineering
మైయోసీన్ - Miocene
మొరుము - Rough Coarse
మొలస్కాలు - Mollusca
మొలాసెస్ - Molasses
మొలిబ్డినమ్ - Molybdenum
మొహోరోవిక్ విచ్ఛిన్నత - Mohorovic Disconti nuity
మోటారుకారు - Motor Car
మోటారు కోచ్ - Motor Coach
మోనజైట్ - Monazite
మోనెల్ - Monel
మోనో ఎత్నాల్ ఎమీన్ - Mono Ethnol Amine
మోనోటైపు - Monotype
మోనోమెర్ - Monomer

మోపెడ్ - Moped
మోర్సు ఇంకరు - Morse Inker
మోర్సు ఎంబోసర్ - Morse Embosser
మోర్సుకీ - Morse Key
మోర్సు కోడ్ - Morse Code
మోహ్ ప్రమాణము - Mho Scale
మోహోలీ ప్రాజెక్టు - Mohole Project
మ్యూసిలేజ్ - Mucilage
మ్లానము - Fading

య

యంత్రఖని త్రవ్వకము - Machine Mining
యంత్రతంత్రములు - Mechanisms
యంత్ర పరికరములు - Machine Tools
యంత్రము - Machine
యంత్రముల డిజైను - Machine Design
యథాదర్శన - Perspective
యాంత్రిక కార్యకరణము - Mechanical Working
యాంత్రిక క్రోనోగ్రాఫ్ - Mechanical Chronograph
యాంత్రిక పని - Mechanical Work
యాంత్రికముగా అక్షరముల కూర్పు - Mechanical Type-Setting
యాంత్రిక ముద్రణ - Mechanical Machining
యాంత్రికశక్తి - Mechanical Energy
యాంత్రిక సంశ్లేష - Mechanical Bonding
యానకము - Medium
యుగళ శృంఖలము - Double Chain
యుద్ధ నావలు - Battle Ships
యురేనియమ్ - Uranium
యూనిట్ భార భాజక ఘటకము - Units Load Factor Component
యూనిట్లు - Units
యూనీ సెలక్టరు - Uni-Selector
యూరియా - Urea
యూరియా ఫార్మ్ - Urea Form
యూరియా ఫార్మాల్డిహైడ్ రెసిన్లు - Urea Formal-dehyde Resins
యౌగికము - Compound

ర

రంగస్థలములో కాంతి నియంత్రణ - Theater Light Dimming Control
రత్నములు - Gem Stones
రన్నింగు - Running
రయస్థాపక శ్రేణి - Series Rheostat
రయాన్ - Rayon
రవాణా సొరంగములు - Transportation Tunnels
రసఘటము - Mercury Cell
రస బాష్పము - Mercury Vapour
రహదారి వంతెన - Road Bridge
రాంకిన్ ఆవృత్తి - Rankine Cycle
రాకెట్టు ఇంజను - Rocket Engine
రాగి, తామ్రము - Copper
రాగి ఖనిజములు - Copper Ores
రాడార్ - Radar
రాతి ఉప్పు - Rock Salt
రాతి డాము - Rock Dam
రామ్ జెట్ - Ramjet
రాశి వినిమయ కార్యములు - Mass Transfer Operations
రాశి వినిమయ గుణకము - Mass Transfer Co-Efficient
రాసాయనిక అధిచూషణ - Chemical Absorption
రాసాయనిక ఇంధనము - Chemical Fuel
రాసాయనిక ధర్మములు - Chemical Properties
రాసాయనికపు ఎరువు - Chemical Fertilizer
రాసాయనిక ప్రక్రియా నియంత్రణ - Chemical Process Controal
రాసాయనిక ప్రతిక్రియ - Chemical Reaction
రాసాయనిక ప్రతిస్థాపనము - Chemical Replacement
రాసాయనిక మైత్రి - Chemical Affinity
రాసాయనిక విశ్లేషణ - Chemical Analysis
రాసాయనిక శాస్త్రము - Chemistry
రాసాయనిక సంఘటనము - Chemical Composition
రాసాయనిక సంశ్లేష - Chemical Bonding
రిఫ్రాక్టరీలు - Refractories
రివెటింగు - Rivetting
రీఫిల్ - Riffle
రీయాక్షన్ చక్రము - Reaction Wheel
రుద్ధావృత్తి - Cut Off
రూట్స్ బ్లోయర్ - Roots Blower
రూపాంతర శిలలు - Metamorphic Rocks
రూపాంతరీకరణము - Metamorphism
రెండు దెబ్బల ఇంజను - Two Stroke Engine

రెక్టిఫయర్ - Rectifier
రెట్టింపువడపోత - Double Filtration
రెల్లుగడ్డి - Nanal Grass
రెసిన్ - Resin
రెసిన్ తుల్యము - Resinous
రెసిస్టెన్స్ - కెపాసిటెన్స్ కప్లింగ్ - Resistance Capacitance Coupling
రేఖాకృతి - Contour
రేఖాచిత్రములు - గ్రాఫులు - Graphs
రేఖాంశము - Longitude, Meridian
రేఖీయ చలనము - Linear Movement
రేఖీయ వ్యాకోచన గుణకము - Linear Co-Efficient of Expansion
రేడియో - Radio
రేడియో-టెలిగ్రాఫు - Radio Telegraph
రేడియో టెలిఫోను పద్ధతి - Radio Telephony
రేడియో తరంగములు - Radio Waves
రేడియో ధార్మిక పద్ధతి - Radio Active Method
రేడియో ధార్మిక శక్తి - Radioactivity
రేడియో పౌనఃపున్యపు ఉష్ణీకరణము - Radio Frequency Heating
రేడియో ప్రసారము - Sound Broadcasting
రేడియో లొకేషన్ - Radio Location
రేడియో వార్తా ప్రసారము - Radio Communication
రేడియో సంకేతము - Radio Signal
రేవు క్రేన్ - Wharf Crane
రైలు ఇంజను - Locomotive
రైలు మార్గము - Railway
రైల్వే ఇంజనీరింగు - Railway Engineering
రైల్వే విద్యుదీకరణము - Railway Electrification
రైవ్ ఫార్ములా - Ryyve's Formula
రొసెట్టా - Rosetta
రోగకారక సూక్ష్మజీవులు - Microbes
రోటరీ - Rotary
రోటార్-భ్రమణకము - Rotor
రోడ్డు తారు - Road Tar
రోడ్డు నిర్మాణము - Road Construction
రోడ్లు, రహదారులు - Roads
రోదసీ నౌక - Space Ship
రోదసీ విజ్ఞానము - Space Engineering
రోదసీ శకటము - Space Vehicle
రోలింగ్ - Rolling
రోసిన్ - Rosin
రోసిన్ ఫ్లక్స్ - Rosin Flux
రోసిన్‌లేని ఫ్లక్స్ - Non-Rosin Flux

ల

లంగరు - Anchor
లంబరేఖాంకిత విక్షేపక డ్రాయింగు - Orthographic Projective Drawing
లక్క - Shellac
లవణత - Salinity
లవణరాశి నియంత్రణ - Salinity Control
లాక్షణిక - Typical
లాపల్లి - Lapalli
లాబ్రాడోరైట్ - Labradorite
లామినేషన్ - Lamination
లింజ్ డోనావిట్జ్ (ఎల్.డి.) పద్ధతి - Linz-Donnawitz Process (L D.)
లిగ్నైట్ - Lignite
లితోగ్రఫీ - Lithography
లినోటైపు - Linotype
లినోలియమ్ - Linoleum
లిపి - Script
లిఫ్టులు, ఎస్కలేటరులు - Lifts & Escalators
లీనియర్ ప్రోగ్రామింగ్ - Linear Programming
లెడ్ మోనెల్ - Lead Monel
లెనిన్-నారపట్టు - Linen
లెవెల్ లఫింగ్ క్రేన్ - Level Luffing Crane
లెసజో - Lissajou
లేత్ - Lathe
లేత్ యంత్రములు - Lathe Machines
లేశము - Trace
లేసర్ - Laser
లో కవాటము - Inlet
లోపలి దెబ్బ - Inward Stroke
లోహాయసము - Red Metal
లౌడ్ స్పీకరు - Loud Speaker

వ

వండలి - Alluvial
వండలి నేలల ఖనిపరిశ్రమ - Alluvial Mining
వంతెనలు - Bridges
వంపుటిరుసు - Crank Axle

వక్రత - Curvature
వక్రము - Curve
వక్రీభవనము - Refraction
వక్రీభవన సూచి - Refractive Index
వజ్రతుల్యము - Adamantine
వజ్రము - Diamond
వడపోత - Filteration
వడుకుట (నూలు) - Spinning
వడుకు యంత్రము - Spinning Jenny
వడ్రంగము - Carpentry
వనరు - Resource
వరద - Flood
వరద గట్టు - Flood Bank
వరదల అంచనా - Flood Estimation
వరదల నివారణ - Flood Control
వర్గమూల సాధన - Root Solver
వర్ట్‌జైట్ - Wurtzite
వర్ణద్రవ్యము - Dye
వర్తుల నాళము - Circular Pipe
వర్తుల మాపకము - Circular Scale
వర్ధక గుణకము - Gain
వలయము - Circuit
వలయాకార - Conchoidal
వస్త్ర విజ్ఞానము - Textile Technology
వస్త్ర పరిశ్రమ, జవుళి పరిశ్రమ - Textile Industry
వహనము - Conduction
వాక్యూము ట్యూబు - Vacuum Tube
వాగన్ బాయిలర్ - Waggon Boiler
వాతానుకూలనము - Air-Conditioning
వాతావరణము - Atmosphere
వాతావరణ శాస్త్రము - Meteorology
వాన్‌డీగ్రాఫ్ జనిత్రము - Von-De-Graff Generator
వాయవ - Pneumatic
వాయుగతి తరంగ నిరోధము - Aerodynamic Wave Drag
వాయుగతి బలము - Aerodynamic Force
వాయు తాపకము - Air Heater
వాయుద్రవీకరణము - Liquefaction of Gases
వాయుభరితము చేయుట - Charge
వాయు ముఖాచ్ఛాదన - Gas Mask
వాయు రూప ఇంధనము - Gaseous Fuel
వాయు విమానము - Air Craft
వాయువీకరణము - Gassification
వాయు సంపీడకము - Air Compressor
వార్తాప్రసారము - Transmission of Signals
వార్తావాహక వలయము - Communication Net-Work
వాలు - Slope
వాలుబాట - Shaft
వాల్వులు - Valves
వాల్వు వర్ధిని - Vacuum Tube Amplifier
వాస్తు శిల్పశాస్త్రము - Architecture
వాస్తు స్థపతి - Architect
వాహక టెలిఫోను పద్ధతి - Carrier Telephony
వాహకము - Conductor
వికర్షక మోటారు - Repulsion Motor
వికర్షణ, అపకర్షణ - Repulsion
వికిరణము - Radiation
విక్షేపక చలనములు - Convulsive Movements
విక్షేపక డ్రాయింగు - Projective Drawing
విచలన - Deflection
విచూషణము - Absorption
విచ్ఛేదన - Cracking
విజాతీయ చక్రీయ - Hetero Cycle
విడిభాగముల ఉత్పత్తి - Production Tooling
విదళనము - Fission
విద్యుచ్ఛక్తి - Electric Power
విద్యుత్తు - Power
విద్యుత్తు అయస్కాంత క్షేత్రము - Electro Magnetic Field
విద్యుత్తు అయస్కాంత తరంగము - Electro Magnetic Wave
విద్యుత్తు అయస్కాంత పద్ధతి - Electro Magnetic Method
విద్యుత్తు అయస్కాంత బంధనము - Electro Magnetic Coupling
విద్యుత్తు అయస్కాంతము - Electro Magnet
విద్యుత్తు ఇస్త్రీ పెట్టె - Electric Iron
విద్యుత్తు ఉతుకు యంత్రము - Electric Washing Machine
విద్యుత్తు కర్షణము - Electric Traction
విద్యుత్తు కేంద్రములు - Power Stations

విద్యుత్తు కేంద్ర విన్యాసము - Layout of Power Plant
విద్యుత్తు చాలక బలము - Electro Motive Force
విద్యుత్తు ట్రాన్స్ ఫార్మరు - Electric Transformer
విద్యుత్తు తాప పరిశ్రమ - Electro Thermal Industry
విద్యుత్తు తాప బంధకములు - Insulating Materials
విద్యుత్తు పద్ధతి - Electrical Method
విద్యుత్తు పొయ్యి - Electric Oven
విద్యుత్తు ప్రసారము - Power Transmission
విద్యుత్తు బంధన యానకము - Insulating Medium
విద్యుత్తు భార అర్థనము - Electric Load Demand
విద్యుత్తు ప్రరోచన కర్షక ఫలకము - Inductive Shield
విద్యుత్తు ప్రవాహము - Electric Current
విద్యుత్తు మలామా - Electroplating
విద్యుత్తు మోటారు - Electric Motor
విద్యుత్తు యూనిట్లు - Electric Units
విద్యుత్తు రాసాయనిక తంతి ప్రసార విధానము - Electro Chemical Telegraphic System
విద్యుత్తు రాసాయనిక పరిశ్రమ - Electro Chemical Industry
విద్యుత్తు రాసాయనిక విసర్గీకరణము - Electrical Decomposition
విద్యుత్తు వహనశక్తి - Electrical Conductivity
విద్యుత్తు వాహకము - Electric Conductor
విద్యుత్తు విశ్లేషణ - Electrolysis
విద్యుత్తు విశ్లేషణ పేటిక - Electrolytic Cell
విద్యుత్తు శైథిల్యము - Hysteresis
విద్యుత్తు సరఫరా - Power Supply
విద్యుత్తు సామ్య పద్ధతి - Electrical Anology Method
విద్యుత్తు స్పందము - Electric Pulse
విద్యుత్తు స్విచ్చిగేర్ - Electric Switchgear
విద్యుత్తు స్ఫులింగము - Electric Spark
విద్యుదగ్రము-ఎలక్ట్రోడ్ - Electrode
విద్యుదావేశము - Electric Charge
విద్యుదీకరణము - Electrification
విద్యుద్వలయచ్ఛేదకము - సర్క్యూట్ బ్రేకర్ - Circuit Breaker
విద్యున్నిరోధక పద్ధతి - Resistivity Method
విధ్వంసక ఉదజనీకరణము హైడ్రోజనోలిసిస్ - Hydrogenolysis
విధ్వంసక స్వేదనము - Destructive Distillation
వినిమయకము - Exchanger
వినియుక్త - Applied
వినియుక్త భూశాస్త్రము - Applied Geology
విన్యాస సౌష్ఠవము - Symmetry
విభక్తము - Isolator
విభజన చక్రము - Distributor
విభాగిని - Dividers
విభేద్యకత - Resolving Power
విమాన ఇంజనీరు - Aeronautical Engineer
విమానము - Aeroplane
విమానయానము - Aviation
విమానయాన శాస్త్రము - Aeronautics
విమానాశ్రయము - Aerodrome
విరంజన చూర్ణము - Bleaching Powder
విరళీకారకము - Thinner
విరళీకృత - Rarified
విరుగు - Fracture
విరూప - Shear
విరూప కుడ్యము - Shear Wall
విరూపణ తలము - Shear Plane
విలయనము - Fusion
విలీన - Dilute
విలీన లవణములు - Dissolved Salt
విలేపనము - Ointment
విలోమ - Inversion
విలోమకాల వ్యవధి - Reciprocal Duration
విలోమ వర్గసూత్రము - Inverse Square Law
విల్లిమైట్ - Willemite
వివృత వలయ పేషణము - Open Circuit Grinding
విశిష్ట ఇంధన వినియోగము - Specific Fuel Consumption
విశిష్ట గురుత్వము - Specific Gravity
విశిష్ట నిరోధము - Specific Resistance
విశిష్ట ప్రతిబంధకత - Characteristic Impedance
విశిష్టోష్ణత - Specific Heat
విశ్లేషణ - Analysis
విస్తరణ వేగము - Diffusion Velocity
విస్తృత నిక్షేపములు - Dissimilated Deposits
వృత్త చాపము - Arc of a Circle
వృత్తములు - Circles
వృత్తలేఖిని-కాంపస్ - Compass
వెండి - Silver

వెట్ ప్లేట్ - Wet Plate
వెయిర్-అడ్డుకట్ట - Weir
వెలి కవాటము - Outlet
వెలుపలి దెబ్బ - Outward Stroke
వెల్డింగు - Welding
వెర్మికుల్యులైట్ - Vermiculite
వెలిగారము, బొరాక్స్ - Borax
వెల్లువ, ప్రవాహము - Afflux
వెల్లువ మార్గము - Spill Way
వేగనియామకము - Speed Regulator
వేగనిష్పత్తి - Speed Radio
వేగమాపకము - Speedometer
వేడినీటి గుండము - Geyser
వేధశాల - Observatory
వేరియో క్లిషోగ్రాఫ్ - Vario Klishograph
వేష్టనము - Mantle
వేష్టనవలయము - Winding Circuit
వైండింగు - Winding
వైపరీత్యము - Anomaly
వ్యతిరేక అయస్కాంత - Diamagnetic
వ్యత్యస్త తాప విశ్లేషణ - Differential Thermal Analysis
వ్యవచ్ఛేదకము - Analyzer
వ్యవచ్ఛేదక విద్యుదగ్రము - Splitting Electrode
వ్యవసాయ రాసాయనిక శాస్త్రము - Agricultural Chemistry
వ్యాకోచపు దెబ్బ - Expansion Stroke
వ్యాపార యంత్రములు - Business Machines
వ్యుత్పన్నములు - Derivatives

శ

శంకు - Cone
శక్తి దెబ్బ - Power Stroke
శక్తి వర్ధకము - Power Amplifier
శక్తి శాస్త్రము, తాపగతి శాస్త్రము - Thermodyanamics
శని - Saturn
శబ్దలేఖనము, పునరుత్పత్తి - Sound Recording Reproduction
శబ్దాతీత - Supersonic
శాఖాశృంఖల - Branched Chain
శానిటరీ ఇంజనీరింగు - Sanitary Engineering
శాశ్వత రైలు మార్గము - Permanent Railway
శిఖరపు తలుపు - Crest Gate
శిరస్త్రాణము - Helmet
శిల - Rock
శిలాఖనిజములు - Rock Forming Mineral
శిలాజిత్తు - Bitumen
శిలాయుగము - Stone Age
శిలావరణము - Lithosphere
శిలాశాస్త్రము Petrology
శిలాశాస్త్రీయ సూక్ష్మదర్శని - Petrological Microscope
శిలాస్థి - Fossil
శిలాస్థి అవశేషములు - Fossiliferous Remains
శిలాస్థీభవనము - Fossilization
శిలీంధ్ర జీవబీజములు - Fungal Spores
శిలీభూత రెసిన్ - Fossil Resin
శివారు - Suburb
శీతల కార్యకరణము - Cold Working
శీతల మందిరము - Cold Storage
శీతల వస్తువు - Cold Body
శీతలీకరణము - Refrigeration
శీర్షము - Crest
శీర్షము - Header
శుక్రుడు - Venus
శుష్కగోళతాపక్రమము - Dry Bulb Temperature
శుష్కత - Aridity
శుష్కపేషణ - Dry Grinding
శుష్కీకరణము - Drying
శూన్యభార రూపాంతరణ నిష్పత్తి - No Load Transformation Radio
శృంఖలిత చోదక శక్తి - Chain Drive
శేష అయస్కాంతత్వము - Residual Magnetism
శైత్యమాపనము - Psychrometry
శోధన - Refining
శోషణము - Absorption
శ్రవణ పౌనఃపున్య కన్వర్టర్ - Voice Frequency Converter
శ్రవణ పౌనఃపున్యము - Audio Frequency
శ్రవ్య పౌనఃపున్య వర్ధిని - Audio Amplifier
శ్రావ్య శబ్ద (సంకేత) కర్కశ ధ్వని నిష్పత్తి - Signal to Noise Ratio
శ్రుతి - Modulate

శ్రుతి మిశ్రమకారి, పరివర్తని - Modulator
శ్రేయోరాజ్యము - Welfare State

ష

షట్కోణ - Hexagonal
షాఫ్ట్ - Shaft
షీట్ నిర్మాణము - Sheet Structure

స

సంకర గణిత్రము - Hybrid Computer
సంకలన యంత్రము - Adding Machine
సంకేతము, సిగ్నల్ - Signal
సంకేతలిపి-కోడ్ - Code
సంకోచనము - Contraction
సంఖ్యా సమాచార వార్తావిధానము - Digital Data Transmission
సంఘటనము - Composition
సంఘనకము-సాంద్రీకారకము - Condenser
సంచకరము - Earnest Money
సంతృప్త ఆయతనము - Saturated Volume
సంతృప్త ఆర్ద్రత - Saturation Humidity
సంతృప్త గర్భము - Saturable Core
సంతృప్త తాపక్రమము - Saturation Temperature
సందేశము - Communication
సంధానక దండము - Connecting Rod
సంధాయక కణజాలము - Connective Tissue
సంపర్క పరివర్తిత నిక్షేపములు - Contact Metasomatic Deposits
సంపీడనకము - కంప్రెసర్ - Compressor
సంపీడన జ్వలనము - Compression Ignition
సంపీడనపు దెబ్బ - Compression stroke
సంయుక్త ఆర్ద్రీకారకము - Combined Humidifier
సంయోజన - Synthesis
సంయోజిత ద్రవేంధనము - Synthetic Liquid Fuel
సంయోజిత పౌనఃపున్యము - Frequency Modulated
సంరక్షక ద్రవ్యము - Preservative
సంవర్ధత - Amplification
సంవహనాత్మక చలనములు - Convectional Movements
సంవృత - Enclosed
సంవృత వలయ పేషణము - Closed Circuit Grinding
సంసర్గ పద్ధతి - Contact Process
సంసర్గ సంగ్రాహకము - Contact Condenser
సచ్ఛిద్రత - Porosity
సబ్ వే - Sub-Way
సబ్బు పరిశ్రమ - Soap Industry
సబ్సైడర్ Subsider
సమచతురస్ర పగులు - Rhombohedral Cleavage
సమచతుర్భుజ - Rhombohedral
సమతల జ్యామితి - Plane Geometry
సమతాపక వ్యాకోచనము - Isothermal Expansion
సమతాస్థితి, సమతోలన స్థితి - Equilibrium
సమతోలన స్థిరాంకము - Equilibrium Constant
సమరూపకరణము - Isomerisation
సమరూపత - Isomorphism
సమ విద్యుదంకము - Isoelectric Point
సమ సంయోజనము - Isosynthesis
సమస్థానీయములు - Isotopes
సమాచార సిద్ధాంతము - Information Theory
సమానాంతర ప్రవాహము - Parallel Flow
సముద్ర భూశాస్త్రము - Marine Geology
సముద్రయానము - Marine Navigation
సముద్రశాస్త్రము - Oceanography
సముద్ర శ్యామిక - Ocean Green Pasture
సముద్రోపరితలము - Oceanic Surface
సమ్మర్ద సాంద్రత - Traffic Density
సరీసృపములు - Reptiles
సర్జిటాంకు - Surge Tank
సర్పిల కోశము - Spiral Casing
సర్పిల మార్గము - Spiral Path
సర్పిలము - Spiral
సర్పెన్టైన్ - Serpentine
సర్వ సంపూర్ణ - Package
సర్వసమ - Identical
సర్వేపటనిర్మాణము - Survey Mapping
సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ - Sulphuric Acid
సల్ఫేట్ - Sulphate
సల్ఫైడ్ - Sulphide
సల్ఫోనేషన్ - Sulphonation
సల్ఫోఫైల్ - Sulphophile
సవివర అంచనాలు - Detailed Estimates
సస్తనములు - Mammals
సస్యసంగ్రాహకము - Combine
సహజ ఎరువు - Natural Fertilizer

సహజ మూలద్రవ్యములు - Native Elements
సహజవాయువు, చమురు వాయువు - Natural Gas
సహాక్షక - Coaxial
సాంకేతిక పరిజ్ఞానము - Technical Knowledge
సాంకేతిక విద్యా పరిజ్ఞానము - Technological Know-how
సాంఖ్యకవివరములు - Statistics
సాండరాక్ - Sandarac
సాంద్రత - Density
సాంద్రీకరణము - Concentration
సాంద్రీకరణము, సాంద్రీభవనము - Condensation
సాంద్రీకారకములు - Condensers
సాకెట్ సూపర్ ఫ్లో ప్రక్రియ - Socket Super Flow Process
సాధన, సారగ్రహణము - Extraction
సాధారణ ప్రవాహమట్టము - Ordinary Flood Level (O.F.L.)
సాపేక్ష ఆర్ద్రత - Relative Humidity
సాప్రోఫైలిక్ శిలీంద్రములు (పుట్టగొడుగులు) - Saprophylic Fungi
సామర్థ్యము - Capacity
సాయన సంవత్సరము - Tropical Year
సారాంశము - Abstract
సార్సెనిక్ - Sarcenic
సింక్రోట్రాన్ - Synchrotron
సింక్రోనైజింగ్ - Synchronising
సింక్రోనైజేషను - Synchronisation
సింక్రోమెష్ గేర్ బాక్స్ - Synchromesh Gear Box
సింగల్ ఆక్టింగ్ ఇంజను - Single Acting Engine
సింపతిటిక్ టెలిగ్రాఫు - Sympathetic Telegraph
సింప్లెక్స్ విధానము - Simplex
సిగ్నలు ఇంజనీరింగు - Signal Engineering
సిగ్నలు వోల్టేజి - Signal Voltage
సిద్ధపీడిత కాంక్రీటు - Prestressed Concrete
సిద్ధాంత రీత్యా - Theoritically
సిమెంటు - Cement
సిరాకలము - Inking Pen
సిలిండరు - Cylinder
సిలిండరు శీర్షము - Cylinder Head
సిలికేట్ - Silicate
సిలికేట్ పరిశ్రమలు - Silicate Industries
సిలూరియన్ - Silurian
సిల్లిమనైట్ - Sillimanite
సివిలు ఇంజనీరింగు - Civil Engineering
సివిలు ఇంజనీరు - Civil Engineer
సీమ గుగ్గిలము - Amber
సీమెంటేషన్ విధానము - Cementation Process
సీసము - Lead
సుత్తి, సమ్మెట - Hammer
సుత్తి పెట్టు యంత్రము - Hammer Mill
సున్నపు రాయి - Lime Stone
సున్నమును తొలగించుట - Deliming
సున్నములో ఊరవేయుట - Liming
సున్నము-సోడా పద్ధతి - Lime Soda Process
సూక్ష్మజీవశాస్త్రము - Microbiology
సూక్ష్మ పేషకములు - Fine Grinders
సూక్ష్మ రాసాయనికములు - Micro Chemicals
సూక్ష్మరేఖ - Striation
సూదంటురాయి - Load Stone
సూపర్ ఫాస్ఫేట్ - Super Phosphate
సృజనాత్మక - Creative
సెంట్రిఫ్యూజ్ - Centrifuge
సెకను లోలకము - Second Pendulum
సెపోనిఫికేషన్ - Saponification
సెర్వో పద్ధతి - Servo System
సెలోఫేన్ - Cellophane
సేంద్రియ ద్రవ్యము - Organic Matter
సేద్యపు నీటి సాగుబడి, నీటి పారుదల - Irrigation
సైక్లిజేషన్ - Cyclisation
సైక్లోట్రాను - Cyclotron
సైడరైట్ - Sidarite
సైడిరోఫైల్ - Siderophile
సైనిక విజ్ఞానము - Military Science
సైనైట్ - Syenite
సైన్సు, విజ్ఞానము - Science
సైఫన్ రికార్డరు - Siphon Recorder
సైబర్నెటిక్స్ - Cybernetics
సైరన్ - Siren
సైస్మోగ్రాఫు. భూకంప దర్శని - Seismograph
సొరంగ నిర్మాణము - Tunneling
సొరంగపు ఖనిపరిశ్రమ - Drift Mining
సొరంగము - Drift ; Tunnel

సొరంగము - Tunnel
సోడా యాష్ - Soda Ash
సోడియమ్ కార్బొనేట్ - Sodium Carbonate
సోడియమ్ నైట్రేట్ - Sodium Nitrate
సోర్సు ఎన్‌కోడరు - Source Encoder
సౌండరు-గ్రాహకయంత్రము - Sounder
సౌరకుటుంబము - Solar System
స్కాచ్ డెర్రిక్ - Scotch Derrick
స్కానింగు - Scanning
స్కాపొలైట్ - Scapolite
స్కిప్ - Skip
స్కోరియా - Scoria
స్క్రోల్ కేస్ - Scrollcase
స్క్రూ జాక్ - Screw Jack
స్క్వీజ్ టైమ్ - Squeeze time
స్టాక్ - Stack
స్టాట్స్‌మిజెనెన్ ప్రక్రియ - Staatsmijnen Process
స్టీరింగు - Steering
స్టీరింగు చక్రము - Steering Wheel
స్టీరింగు పెట్టె - Steering Box
స్టీరియో టైపింగు - Steoreo Typing
స్టెంజిల్ ప్రక్రియ - Stengel Process
స్టెయిరీన్ - Styrene
స్టేడియో అద్దము - Stadia Glass
స్ట్రాన్షియమ్ - Strontium
స్ట్రోబోస్కోపు - Stroboscope
స్తంభము - Pier
స్తరచ్యుతి - Fault
స్తరభూతత్వ శాస్త్రము - Stratigraphy
స్తరాత్మక అనుకరణము - Order of Superposition
స్తరావరణము - Stratosphere
స్తూపాకార - Cylindrical
స్తూపాకారపు డోలు - Cylindrical Drum
స్థల విన్యాసము - Lattice
స్థాన నిర్దేశము - Location
స్థాన పరిణామము - Transposition
స్థాన విచ్యుతి, స్థాన వినిమయము - Replacement
స్థానాంతర చలనము - Displacement
స్థానాంతరిత నిక్షేపములు - Replacement Deposits
స్థానిక ఆసిలేటర్ - Local Oscillator
స్థితి స్థాపకత - Elasticity
స్థితి స్థాపక తరంగములు - Elastic Wave
స్థిర ఆయతన ఆవృత్తి - Constant Volume Cycle
స్థిరకము - Stator
స్థిర తల్ప అధిశోషకము - Static Bed Adsorber
స్థిరతల్ప ప్రక్రియ - Fixed Bed Operation
స్థిర తాపక్రమ మండలము - Zone of Constant Temperature
స్థిర ప్రేష ఆవృత్తి - Constant Pressure Cycle
స్థిర విద్యుత్కేంద్రీకరణ - Electrostatic Focussing
స్థిరాంకము - Constant
స్థిరీకరణ కర్త - Stabilising Agent
స్పర్శ పత్రము - Contact Blade
స్పార్క్ తంతి విధానము - Spark Telegraphy
స్పెసిఫికేషన్ - Specification
స్ప్రింగులు - Springs
స్ప్రేయర్ - Sprayer
స్ఫటిక - Crystalline
స్ఫటికము - Crystal
స్ఫటిక శాస్త్రము - Crystallography
స్ఫటికీకరణము, స్ఫటికీ భవనము - Crystallization
స్ఫాలరైట్ - Sphalerite
స్ఫులింగ జ్వలనము - Spark Ignition
స్ఫులింగము, నిప్పురవ్వ - Spark
స్ఫోరకత - Fluorescence
స్మిత్సనైట్ - Smithsonite
స్యందము - ఫ్లక్స్ - Flux
స్రావము - Exudation
స్రోతః పౌనఃపున్యము - Channel Frequency
స్రోతస్సు - Channel
స్రోతస్సులు - Tides
స్రోతో వాదములు - Tidal Hypothesis
స్లాబ్‌లను ఎత్తుట - Lift Slab
స్లైడ్‌రూలు - Sliderule
స్లైడింగ్ మెష్ గేర్ బాక్స్ - Sliding Mesh Gear Box
స్లైడింగ్ వాన్ - Sliding Van
స్వతంత్ర చలరాశి - Independent Variable
స్వతఃప్రవర్తకము - Self Starter
స్వతః ప్రేరిత ధ్రువీకరణము - Spontaneous Polarization
స్వతశ్చలన అంక గణిత్రము - Automatic Digital Calculator

స్వతశ్చలన గణిత్ర శాస్త్రము - Automation Computer Technology

స్వతశ్చలనము - ఆటోమేషన్ - Automation

స్వతశ్చలిత - Automatic

స్వతశ్చలిత ప్రసారిణి - Automatic Transmitter

స్వతస్సిద్ధము - Inherent

స్వయంజనిత పేషణము - Autogenous Grinding

స్వయంతృప్త వాతానుకూలనము - Self Contained Air Conditioner

స్వయం విద్యుత్తు శక్యతా పద్ధతి - Self Potential Method

స్విచ్ గేర్ - Switch Gear

స్విచ్ బోర్డు - Switch Board

స్విచ్చియార్డ్ ట్రాన్స్మిషన్ లైన్ - Switch Yard Transmission Line

స్విచ్చి వ్యవస్థ - Switching System (Communication)

స్వేదన ఫలము - Distillate

స్వేదనము - Distillation

హ

హాయిస్ట్ - Hoist

హారన్ బ్లెండ్ - Hornblende

హార్త్ - Hearth

హార్మోనిక్కులు - Harmonics

హార్స్ పవర్ - Horse Power

హిమ ప్రళయము - Glaciation

హీటర్, తాపకము - Heater

హీరో యంత్రము - Hero Engine

హెటిరోడైన్ విధానము - Heterodyne Method

హెడ్ రెగ్యులేటర్ - Head Regulator

హెలికాప్టరు - Helicopter

హెలిక్స్ - Helix

హేమటైట్ - Hematite

హేలోజనేషన్ - Halogenation

హేల్లోయ్‌సైట్ - Halloysite

హైడ్రాలిక్ క్లీనర్ యంత్రము - Hydraulic Cleaner

హైడ్రాలిక్ టర్బయిను - జల చక్రము - Hydraulic Turbine

హైడ్రాలిక్ నమూనాలు - Hydraulic Models

హైడ్రాలిక్ ఫోర్జింగ్ ప్రెస్ - Hydraulic Forging Press

హైడ్రాలిక్ బ్రేకులు - Hydraulic Brake

హైడ్రాలిక్ శాస్త్రము - Hydraulics

హైడ్రో కార్బన్ - Hydro Carbon

హైడ్రోజన్ టెలురైడ్ - Hydrogen Teluride

హైడ్రో డైనమిక్ టార్క్ కన్వర్టర్ - Hydrodynamic Torque Converter

హైడ్రో తెర్మల్ - Hydrothermal

హైపర్ సార్బర్ - Hyper Sorber

హైపర్ స్తీన్ - Hypersthene

హోరు - Hum

హోవర్ క్రాఫ్ట్ - Hover Craft

హ్యాండు బ్రేకు - Hand Brake

SELECT BIBLIOGRAPHY

General Reference

Abbett	*Engineering Contracts and Specifications.*
Abbett, R.W.	*American Civil Engineering Practice. Vols. 2 - 3 1956-1957 Wiley*
Adabashev	*Global Engineering, 1956.*
Anderson, E. P.	*Audels Electric Motor Guide. 1962 Indian ed. D. B. Taraporevala.*
Bashforth	*Development of the Indian Iron & Steel Industry (Steel & Coal, January 11, 1963).*
Bolz, R. W.	*ASME Handbook Metals Engineering Process, 1958 McGraw.*
Boudet, Jacques *etal* Tr. Anne Carter	*The Great Works of Mankind. Golden Press, 1961.*
Brady, G. S.	*Materials Handbook. 1956 McGraw.*
Breneman, J. W.	*Strength of Materials, 1952. McGraw.*
Crispin, F S.	*Dictionary of Technical Terms, Oxford - IBH 1966.*
Danjon, A.	*New Astronomical Definition of Unit of Time-Metric Measures, Vol. 8, No 2, 1965.*
Edwards, H. G.	*Specifications, 1961 Van Nostrand.*
Greene, D. E.	*Production Technology, Chapman and Hall.*
Jewkes *etal*	*The Sources of Invention, 1959.*
Keyser, C. A.	*Materials of Engineering, 1956 Prentice.*
Manikar, V. B. & Raju, L.	*Development of Length and Area Measures in South India, Metric Measures, Vol. 7, No. 6, 1959.*
Minar, D. F & Seastone, J. B.	*Handbook of Engineering Materials, 1955 Wiley.*
Moore, F. G.	*Production Control, McGraw, U. S. A.*
Moreau, H.	*Metric Convention and International Bureau of Weights and Measures, Metric Measures, Vol. 2, No. 6, 1959.*
Moreau, H.	*The Twelfth General Conference of Weights and Measures, Metrologia, Vol. No. 1, 1965.*
Saylor, H. H.	*Dictionary of Architecture, 1952, Wiley.*
Singer *etal*	*The History of Technology, 5 Vols. Oxford.*
Taylor, F. W.	*Scientific Management, U. S. A.*
Terrien, J.	*Definition of Second and Atomic Frequency Standard, Metric Measures, Vol 8, No. 2, 1965.*
	Scientific Metrology on the International Plane and the Bureau International des poids et measures, Metrologia, Vol. 1, 1965.
Wite, A. H.	*Engineering Materials. 1948 McGraw.*
...	*Oxford Junior Encyclopaedia, Vol. 8, Engineering.*
...	*Madras Detailed Standard Specification, (MDSS).*
...	*Annals of the C. I. R. P., Pergamon Press, London, 1966 - 1967.*

... A. S. T. M. E. *Tool Engineers Handbook*, U. S. A.
... *The Production Engineer*, London, 1965 - 1967.
... *The McGraw Hill Encyclopaedia of Science and Technology*, 15 Vols. 1960 McGraw.
... *Encyclopaedia Britannica*, Vols. 24, 1969
... *Van Nostrand's Scientific Encyclopaedia*.
... *Modern Science & Technology*, Van Nostrand.
... *Chambers Technical Dictionary*.
... *The Cowles Comprehensive Encyclopedia*, Cowles Educational Book INC.

Chemical Engineering

Andersen, L. B. & Wenzel, L. A. — *Introduction to Chemical Engineering*, 1961 McGraw.
Badger, W. L. & Bencharo, J. T. — *Introduction to Chemical Engineering*, 1955 McGraw.
Bogue, R. H. — *The Chemistry and Technology of Glue and Gelatin*, 1922, McGraw.
Brame, S. S. & King, J. G — *Coal*, Edward Arnold, London, 1961.
Brunauer, S. — *Adsorption of Gases and Vapours*, Princton University Press, 1943.
Chapman, A J. — *Heat Transfer*, 1960 McMillan.
Charles Dryden, E. — *Outlines of Chemical Technology*, 1965.
Collins, G. H. — *Manual of Fertilizer Manufacture*, 1954.
Desrosier, N. W — *The Technology of Food Preservation*, 1959 Avi.
Eckert, E. R. G. & Drake, R. M. Jr. — *Heat and Mass Transfer*, 1959 McGraw.
Fisher, H, L. — *Chemistry of Natural and Synthetic Rubbers*, 1957 Reinhold.
Goggins, P. H. — *Unit Processes in Organic Synthesis*.
Haslam, R. T. & Russell, R. P. — *Fuel and their Combustion*, McGraw, N. Y. 1926.
Home Dickson, J. — *Glass, A Handbook for Students & Technicians* . Hutchinson's Technical Publications, London.
James Vall, G. — *Soluble Silicates, their Properties and Uses*, 2 Vols. Reinhold, 1960.
Kern, D. Q. — *Process Heat Transfer*, McGraw, 1950
Kirk, R. E. & Othmer, D. F. — *Encyclopaedia of Chemical Technology*. The Interscience Encyclopaedia Inc.
Kirkbride, C. G. — *Chemical Engineering Fundamentals*, 1947 McGraw.
Leighon, R. B. — *Chemistry of Engineering Materials*, McGraw, 1942.
Lowry, H. H. — *Chemistry of Coal Utilization*, Wiley, 1963, Vols. 3.
Mantele, C L. — *Adsorption*, McGraw, N. Y. 1951.
Miles, F. D. — *Nitric Acid Manufacture and Uses*, 1961.
McAdams, W. H. — *Heat Transmission* (3 rd ed) McGraw 1953.
Nelson, W. L. — *Petroleum Refinery Engineering*, McGraw, 1958.
Nordall *etal* — *Water Treatment for Industrial & Other Uses*, Reinhold, 1951.

Perry, J. H. — *Chemical Engineers' Handbook*, 1950. McGraw
Philips, C. J. — *Glass - The Miracle Maker* - Pitman.
Reisenfeld, F. C. & Kohl. A. L. — *Gas Purification*, McGraw, N. Y.
Reigel, E. R. — *Industrial Chemistry*, Wiley.
Rogers, A. — *Manual of Industrial Chemistry*, Van Nostrand, 6th ed.
Sauchelli, V. — *Chemistry and Technology of Fertilizers*. A. C. S. Monograph Series, 1960.
Sauchelli, V. — *Manual of Fertilizer Manufacture*, 2nd ed. 1954.
Shreve, R N. — *Chemical Process Industries*, McGraw, 1942.
Shridman, L. — *Gaseous Fuels*, American Gas Association, 1954.
Sondhi, V. P. & Mehta, D. R. S. — *India's Coal Resources*. Geological Survey of India, 1957.
... — *Ammonia Production Technology*; Wilson Dam Alabama, TVA.
... — *Chemical Age of India* Vol. 15, 1964.
... — *Fertilizer News*, 1965 & 1966.
... — *Fertilizer Nitrogen. Its Chemistry and Technology* Vincent Sanchelli, Reinhold.
... — *Trans. Inst. Of Chemical Engineers*.

Civil Engineering

Addison Herbert — *A Treatise on Applied Hydraulics*, Chapman and Hall, London
Agg, T R. — *Construction of Roads and Pavements*, 1940 McGraw
Burke, A. E. & others — *Architectural and Building Trades Dictionary* 1955 American Technical.
Davis — *Handbook of Applied Hydraulics*, McGraw
Ellis, W. M. — *College of Engineering Manual - IRRIGATION*.
Gibson, A H. — *Hydraulics and its Applications*, 4th ed.
Grafert (U. K) — *Steam Station*.
Gulhati, N. D. — *Administration and Financing of Irrigation Works in India*, Central Board of Irrigation and Power, 1965.
Gutherie Brown — *Hydro Eelectric Engineering Practice* - Proceedings of World Power Conference.
Harold Richardson, W. & Robert Mayo, S — *Practical Tunnel Driving*, McGraw.
Hardenbergh, W. A. — *Water Supply and Purification* 1952 International Text Book,
Khosla, A N. *et al* — *Weirs on Permeable Foundations*, C. B. I. & P Publication No: 12.
Khushalani, K B — *Irrigation (Practice & Design)*.
King, H. W. & Brater, E. F. — *Handbook of Hydraulics*, 1954 McGraw.
Komemdant, A. — *Prestressed Concrete Structures*, 1952, McGraw.
Lalonde, W S. & Janes, M F. (ed) — *Concrete Engineering Handbook*, 1961, McGraw.
Lea, F. C. — *Hydraulics for Engineers and Engineering Students*, Edward Arnold, London.
Libby, J R. — *Prestressed Concrete*, 1961 Ronald.
Maass, A. & others — *Design of Water Resources Systems*, 1962, Harvard,

Manning, G. C. — *Manual of Ship Construction*, 1943 Van Nostrand.

Merritt, F. S. (Ed.) — *Building Construction, Handbook* 1958 McGraw.

Mosonyi, E. — *Water Power Development, Vol. 1.*

Parker, H E. — *Simplified Engineering for Architects and Builders*, 1961 Wiley.

Peck, R B & others — *Foundation Engineering* 1953 Wiley.

Pequignot, C. A. — *Tunnels and Tunnelling*, 1963 Hutchinsons Co. London W. 1.

Peurifoy — *Estimating Construction Costs.*

Phelps, E B. — *Public Health Engineering, Vol. 1.* 1948 Wiley.

Priyani, V. B. — *The Fundamental Principles of Irrigation Engineering.*

Proctor & White — *Rock Tunnelling with Steel Supports*, The Commercial Sharing and Stamping Co, Youngstown.

Rolt Hammond — *Tunnel Engineering*, Heywood 1959.

Scott, John S. — *A Dictionary of Building*, Penguin, 1964.

Scott, John S. — *A Dictionary of Civil Engineering*, Penguin, 1965.

Serge Leliavsky — *Irrigation & Hydraulic Design.*

Sharma (India) — *Steam Power Plant.*

Urquhart, L. C. — *Civil Engineering Handbook*, 1959 McGraw.

Woods, K. B. (Ed.) — *Highway Engineering Handbook*, 1960 McGraw.

— *Development of Irrigation in India*, Central Board of Irrigation and Power, 1965.

— *Planning for Power Devolepment in India*, A Handbook of Information CW & PC

— *Modern Power Station Practice*, Central Electricity Generating Board, U. K.

— *Symposium on Steam Power Stations in India* 1965 Indian Journal of Power and River Valley Development,

— *The Indus Waters Treaty*, 1960.

— *Small Dams*, U S S.R.

Electrical Engineering

Cook, & Carr — *Elements of Electrical Engineering*, 1954 Wiley.

Corcoran, & Reed, — *Introductory Electrical Engineering*, 1957, Wiley.

Elenbass, W. — *Fluorescent Lamps and Lighting*, Philips Technical Library.

Graham, F. D. — *Audels Hand Book of Practical Electricity*, 1965. Indian ed. . D. B. Taraporevala.

Keitz, H. A. E. — *Fluorescent Lamps and Lighting*, Philips Technical Library.

Seely, S. — *Electromechanical Energy Conversion*, 1962. McGraw.

Sharp, H. M. — *Introdoction to Lighting*, 1951, Prentice - Hall.

— *Illuminating Engineering Course*, Philips Technical Library.

— *Illumination Engineering Society*. E. S. Handbook, 4th Edition, N. Y.

— *International Lighting Vocabulary*, CIE Bureau, Central Paris.

Electronics

Andreson, H. P. — *Audel's Electronic Devices*, Thero. Audel & Co.

Beverly Dudley — *Application of Cathode Ray Tubes*, Reprint from Electronics 1942.

Bevitt, W. D. — *Transistors Handbook*, 1956 Prentice.

Brown, G. S. & Camphell, D. P. — *Principles of Servomechanisms*, 1948 Wiley.

Cockrell, W. D. — *Industrial Electronics Handbook, McGraw 1958.*

Croissette, D. L. — *Transistors, 1953 Indian ed, Prentice Hall of India.*

Davis & Weed — *Industrial Electronic Engineering, Pitman.*

De France, J. — *Electron Tubes and Semiconductors, 1958 Prentice.*

Dunlop, W. C. Jr. — *An Introduction to Sem:conductors, 1957 Wiley.*

Eastman, A V. — *Fundamentals of Vacuum Tubes. 1949 McGraw.*

Even, A. D. — *Engineering Data Processing System Design, 1960 Van Nostrand.*

Grob, B. — *Basic Television, 1954 McGraw.*

Hellman, C. I. — *Elements of Radio, 1956 Van Nostrand.*

Kretzmann, R. — *Industrial Electronics, Philips Tech Library.*

Pener Meilwain — *Electrical Engineers' Handbook, Wiley*

Sidney Plat — *Industrial Control Circuits, Rider Publication Inc. N.Y.*

Spangonberg, K. R. — *Vacuum Tubes, McGraw.*

Terman, F. E. — *Electronic and Radio Engineering. 1955 McGraw,*
Radio Engineers' Handbook. 1943 McGraw.

Geology

Beerbower, J. R. — *Search for the Past. 1960 Prentice Search for the past. 1960 Indian ed. Prentice.*

Belussov — *Basic Problems of Geotectionics, McGraw.*

Billings, M. P. — *Structural Geology, Prentice Hall, N. J. 514 pp. 1954.*

De Sitter, L. U. — *Structural Geology, McGraw N. Y. 1951.*

Hussey, R. C. — *Historical Geology, 1947 McGraw.*

Krishnan, M. S. — *Geology of India and Burma.*

Lewis, R. S. — *Elements of Mining, 1941 Wiley.*

Peele, R. — *Mining Engineer's Handbook. 2, Vols. 1941 Wiley.*

Sherbon Hills, — *Elements of Structural Geology, Methuen, 1963.*

Trefethen, J. W. — *Geology for Engineers. 1959 Indian ed. Affiliated East-West Press.*

Zumberge, J. H. — *Elements of Geology, 1958 Wiley.*

Mechanical Engineering

Baumeister, T. — *Marks Mechanical Engineer's Handbook, 6th ed. 1958.*

Dommasch *et al* — *Airplane Aerodynamics, 1961 Pitman.*

Dossat, R. J. — *Principles of Refrigeration, 1961 Wiley.*

Dwinnell, J. H. — *Principles of Aerodynamics, 1949 McGraw.*

Ethernington, H. ed. — *Nuclear Engineering Handbook, 1958 McGraw.*

Glasstone, S. — *Principles of Nuclear Reactor Engineering, 1955 Van Nostrand.*

Glasstone, S. — *Source Book on Atomic Energy, Van Nostrand.*

Howard, Manko H. — *Solders & Soldering, McGraw.*

Judge, A. W. — *Modern Petrol Engines.*

Kearton, W. J. — *Steam Turbine Theory and Practice, Pitman, London.*

Koelle, H. H. — *Handbook of Astronautical Engineering, 1961 McGraw.*
Lee, J. E. — *Theory and Design of Steam and Gas Turbine.*
Lewitt, E. H. — *Thermodynamics Applied to Heat Engines, Pitman.*
Marks, L. S. — *Mechanical Engineer's Handbook, 1958 McGraw.*
Melcher, D. & arrick, N. — *Printing and Promotion Handbook, 1956 McGraw.*
Seifert, H — *Space Technology, 1959 Wiley.*
Varva, M. H. — *Aero Thermodynamics and Flow in Turbomachines 1969 Wiley.*
Wranghan, D A. — *The Theory and Practice of Heat Engines, Cambridge University Press, London.*
... — *The Internal Combustion Engine, Taylor & Taylor.*
... — *Internal Combustion Engines, Litchy.*
... — *ASA, American Standard for small Solid Rivets, B 18.1 - (1955).*
... — *Industrial Fazsteners Institute, Fasteners Data Book, 1950.*
... — *Soldering Manual, American Welding Society.*
... — *Fundamental Tool Design, American Society of Tool and Manufacturing Engine. Printice - Hall of India.*

ACKNOWLEDGEMENTS

For their kind permission to reproduce some of their illustrations published in this volume, we ackmowledge our gratitude to:

United Nations Information Centre 160
Bhagirath 202, 314, 416, 451, 603, 808
Star Photo Studio, Vijayawada 202, 637, 696
Hindustan Steel Ltd., Bhilai & Durgapur 246
FACTS Udyogamandal, Coromandel Fertilizers Ltd., Visakhapatnam 268
International Calculators Ltd, Madras 278
Philips India Ltd, Calcutta 468
Bhabha Atomic Research Centre, Bombay 560
Hundred Years of Indian Railways, Railway Board 681
Srisailam Project 776
USIS, Madras 639, 720
Information Branch USSR, Madras 689

Inspite of our efforts we have not been able to trace the source or know the copyright of some of the illustrations which we have published in this volume. If we have unwittingly infringed copyright in any illustrations reporduced, we will gladly pay an appropriate fee on being satisfied as to the owner's title.

TELUGU BHASHA SAMITI

(N. B. *Numbers against the publishers' names refer to pages in this volume where plates are inserted)*